

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
École Supérieure de Commerce (Pôle Kolea)



THÈSE
En vue de l'obtention du
Doctorat en Science de Gestion
Option : Management

Thème

Méthode d'élaboration d'un tableau de bord
pour le pilotage de la chaîne logistique

Élaborée par :
Laradji Mourad

Directeur de thèse :
D^r Khouri Nabil

Jury

Bennour Abdelhafid	Professeur	ESC	Président.
Belaidi Abdelaziz	Professeur	ESC	Examineur.
Ghidouche Faouzi	Professeur	EHEC	Examineur.
Aliouette Rafik	Maître de conférences A	Univ. Boumerdes	Examineur.
Azouaou Lamia	Maître de conférences A	ESC	Examineur.
Khouri Nabil	Maître de conférences A	Univ. Alger 3	Directeur de thèse.

— Année Universitaire 2019/2020 —

REMERCIEMENTS

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Je remercie tout d'abord Dieu Allah Tout-Puissant qui m'a permis d'achever cette étude. Sans sa miséricorde et générosité, je n'aurais jamais pu arriver au bout du projet.

En second lieu, j'adresse mes remerciements au directeur de thèse D^r Khouri Nabil qui a cru au projet, qui a apporté de valeureux conseils par lesquels cette recherche a finis par prendre cette allure, et je le remercie surtout pour son humilité et soutien psychologique dont il a fait preuve.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les directeurs qui m'ont ouvert la porte de leur établissement et facilité l'accès au terrain de recherche, et ce, en dépit de l'environnement qui a été de façon générale réticent à ce type d'étude. Ainsi, je suis grandement redevable à D^r Ouar (EPH Kouba), et sincèrement reconnaissant à l'égard de M^r Arabi Ibrahim et M^r Belaid (EPH Harach) ; M^{me} Aït Hamlet et M^r Aisset Amar (EPH Thenia), et M^r Boufassa (EPH Bainem).

Je souhaiterais aussi manifester ma gratitude envers toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail, en particulier pour l'hospitalité et les contributions du P^r Landry Sylvain (HEC Montréal), de M^{me} Boudelaa, M^r Hamid Abdelhamid, M^{me} Bensalem Naima, et M^r Mebarki Sobhi (EPH Kouba) ; M^{me} Aït Meziane et M^r Kaci Hocine (EPH Zéralda) ; M^{me} Menail (EPH Les orangers) ; M^{me} Meddad, M^r Boudoukha Yahya, M^{me} Sahraoui Amina, M^{me} Boulouaret Zoubida, et M^{me} Metief Rachida (EPH Harach) ; M^{me} Zarif Amina et M^{me} Zatar Souhila (EPH Boufarik) ; M^r Kadi et M^{me} Bendakir (EPH Bainem) ; M^r Aouadj Mourad (EPH Thenia) ; M^r Tebib Rabah, M^{me} Soula, et M^{me} Aïred (EPH Ain Taya).

Un grand remerciement est également adressé à mes collègues de travail : Chaabane Mohamed, Boutiah Walid, et Nabil Belwerth, et à mes amis : Djamel Larbani , Mohamed Habāina, et Naamouni Sofiane, pour leurs concours dans l'élaboration de cette étude.

Enfin, je termine par rendre grâce à ma famille, qui a non seulement ressenti, subi et partagé les épreuves et les affres de ce travail, mais aussi s'est sacrifiée pour soutenir et mener à terme la thèse. En l'occurrence, je pense à ma femme, mon fils, mon père et mes sœurs.

✱

✱

✱

Résumé

La gestion de la chaîne logistique est un domaine qui a évolué pendant trois décennies, jusqu'à devenir à l'heure actuelle un véritable paradigme qui s'est propagé sur tous les secteurs économiques. Depuis peu, le concept de la logistique hospitalière, pratique de ce paradigme, a marqué son influence dans le secteur de la production des soins de santé, et ce, à la suite de la pression budgétaire que connaissaient la plupart des pays du monde. L'Algérie dans la conjoncture financière difficile actuelle n'échappe pas à la règle, et devrait chercher des solutions lui permettant de faire des économies sans compromettre la qualité de prise en charge du citoyen. Elle devrait s'appuyer sur les fondements de la logistique hospitalière afin de maîtriser les flux qui traversent le secteur de la santé, particulièrement, le flux pharmaceutique, car celui-ci enregistre une consommation croissante. Par ailleurs, selon les préceptes du contrôle de gestion, la maîtrise de toute organisation implique le pilotage de la performance. Ce dernier peut s'effectuer avec plusieurs outils. Le tableau de bord s'avère comme le plus sophistiqué. Sa conception est connue pour être complexe et délicate. Les questions qui lui sont liées concernant le choix des objectifs, des indicateurs, des perspectives de la performance, et la question de la cohérence du système de mesure et de son adéquation demeurent des préoccupations persistantes. Il s'agit donc dans cette thèse de traiter la problématique de l'élaboration d'un tableau de bord qui s'inscrit dans la vision de la gestion de la chaîne logistique. Une vision fortement influencée par l'approche par processus. Celle-ci suggère une représentation de la réalité organisationnelle sous forme de processus interdépendants et en interaction mutuelle. Elle conduit le chercheur à modéliser cette réalité afin de mieux l'appréhender et afin de proposer des solutions appropriées. De ce fait, la modélisation des processus est devenue une nécessité pour notre projet de connaissance. Toutefois, nous nous sommes demandé comment la réaliser. Cette question a été traitée en essayant de découvrir quel serait le langage de modélisation qui permettrait de cartographier un système logistique. Le langage BPMN 2.0 s'est révélé comme l'outil le plus adapté à cet usage. En outre, nous avons remarqué qu'il n'est pas commode d'évaluer correctement et de comparer la performance d'un système sur la base d'une pléthore d'indicateurs. Ceci nous a amenés à considérer cet aspect comme un problème multicritère de prise de décision. Ainsi, l'emploi de la méthode AHP (*Analytic Hierarchy Process*) a permis d'évaluer tout le système logistique par un seul score synthétique. Le recours à cette technique a été précédé par la constitution d'une typologie des indicateurs, en fonction de plusieurs attributs, afin de définir des groupes homogènes. En fin de compte, cette thèse a proposé une méthodologie articulée en plusieurs phases et étapes, afin de répondre aux sous-problématiques soulevées et inhérentes à la conception d'un tableau de bord logistique dans le secteur de la santé. Cette méthodologie, soigneusement décrite et mise en œuvre, a produit l'outil de gestion adapté au contexte des établissements publics hospitaliers (EPH). Ce dénouement a établi la faisabilité, l'adéquation, et l'enseignabilité de la méthodologie avancée en considération de l'épistémologie constructiviste.

Mots clés : Gestion de la chaîne logistique, Flux pharmaceutique, Secteur de la santé, Logistique hospitalière, Contrôle organisationnel, Système de mesure de la performance, Tableau de bord, *Analytic Hierarchy Process*, Indicateur, Typologie, Approche par processus, Épistémologie constructiviste, Modélisation d'entreprise, Modélisation des processus métiers, Cartographie, BPMN 2.0.

ملخص

تطورت إدارة سلسلة الإمدادات على مدى ثلاثة عقود، إلى أن أضحت من النماذج الإرشادية الأساسية في مجال إدارة الأعمال، وقد إنتشر الإعتماد عليها في كافة القطاعات الاقتصادية. سجل حضور مصطلح الإمداد في المستشفيات أثرا في قطاع الرعاية الصحية، خاصة مع ضغوط الميزانية العامة التي تعرفها معظم دول العالم، والحال نفسه بالنسبة للجزائر في ظل الوضعية المالية الصعبة، وهذا ما تطلب منها البحث عن حلول إقتصادية مع ضمان نوعية الرعاية الصحية للمواطن. يعتبر ترسيخ الإمداد في المستشفيات (الإمداد الصحي) من بين السبل المهمة للتحكم في تدفقات القطاع الصحي، وعلى وجه الخصوص التدفقات الصيدلانية بسبب نمو إستهلاكها. تسعى الدراسة الحالية إلى بناء لوحة قيادة تتضمن رؤية سلسلة الإمدادات ؛ تتأثر هذه الرؤية بنهج العمليات حيث يعمد هذا الأخير إلى بناء واقع المنظمة على شكل مجموعة من العمليات المترابطة و المتفاعلة فيما بينها. هذا ما يقود الباحث إلى نمذجة هذا الواقع بهدف فهمه، ومن ثم إقتراح حلول مناسبة. بالتالي تم طرح التساؤل التالي : كيف يتم القيام بعملية النمذجة الجيدة ؟ إثر ذلك تم البحث عن لغة نمذجة تسمح بخرطنة نظام سلسلة الإمدادات، وقد تبين من خلال الدراسة أن BPMN 2.0 من الأدوات المواتية لتحقيق الغرض. من جهة أخرى تسعى مراقبة التسيير إلى التحكم في أي منظمة من خلال توجيه وإدارة أدائها، بالإعتماد على مجموعة من الأدوات، من أبرزها لوحة القيادة. يتميز إعداد هذه الأخيرة بدرجة عالية من التعقيد و الدقة ؛ حيث أن التساؤلات المتعلقة بها والتي تخص تحديد : الأهداف المراد تحقيقها، مؤشرات القياس، و أبعاد الأداء، بالإضافة إلى مسألة إتساق نظام القياس وملائمته، تبقى من بين أهم الإنشغالات المطروحة في هذا الميدان. من خلال هذا الجانب تم إكتشاف صعوبة التقييم والمقارنة بشكل دقيق لأداء نظام معين بالإعتماد على عدد كبير من المؤشرات المختلفة ؛ فتم النظر إليها على أنها مشكلة مماثلة لصنع القرار في حالة تعدد المعايير، وبهدف معالجتها تم تقييم نظام الإمداد بالإعتماد على مؤشر واحد، مركب و شامل، بإستخدام طريقة المعالجة التحليلية الهرمية (Analytic Hierarchy Process). تجدر الإشارة إلى أنه تم قبل ذلك تصنيف مؤشرات الأداء، على أساس عدد من الخصائص، إلى مجموعات متجانسة. تسعى هذه الأطروحة بإختصار إلى إقتراح و تطبيق منهجية تضم عددا من المراحل بهدف الإستجابة العملية للتساؤلات الفرعية ذات الصلة بتصميم لوحة قيادة لسلسلة الإمداد في قطاع الصحة. توصلت الدراسة بمرجعية نظرية المعرفة البنائية إلى إقتراح أداة تسيير تتلائم مع سياق المؤسسات الإستشفائية العمومية.

الكلمات المفتاحية : إدارة سلسلة الإمدادات، التدفق الصيدلاني، قطاع الصحة، الإمداد في المستشفيات (الإمداد الصحي)، الرقابة التنظيمية، نظام قياس الأداء، لوحة القيادة، معالجة تحليلية هرمية، مؤشرات، تصنيف، نظرية المعرفة البنائية، نمذجة المؤسسة، نمذجة نشاطات المؤسسة، الخرطنة، BPMN 2.0.

Table des matières

Introduction.....	I
Chapitre 1 . Le Pilotage De La Performance De La Chaîne Logistique.....	6
1. Le paradigme de la chaîne logistique.....	7
1.1. Le management par les processus.....	7
1.2. Fondements de la gestion de la chaîne logistique.....	23
1.3. Les politiques logistiques.....	36
2. L'optimisation de la chaîne logistique.....	42
2.1. Gestion en flux poussé.....	43
2.2. Gestion en flux tendu.....	61
2.3. Gestion des stocks.....	67
3. Théorie du contrôle.....	79
3.1. Les approches du contrôle.....	81
3.2. Typologie du contrôle.....	94
3.3. Le pilotage.....	101
4. Système de mesure de la performance de la chaîne logistique.....	116
4.1. Mesure de la performance.....	117
4.2. Le système tableau de bord.....	136
4.3. Considérations techniques et procédés de mesure.....	157
Conclusions.....	186
Chapitre 2 . La Modélisation Conceptuelle Au Service De L'Organisation... 	189
1. Les instruments de représentation de l'entreprise.....	190
1.1. De la modélisation conceptuelle à la modélisation des processus métiers.....	190
1.2. Les langages de modélisation.....	198
1.3. Classification des techniques de modélisation.....	223
2. Évaluations et comparaison des notations.....	226
2.1. L'approche de comparaison des fonctionnalités.....	227
2.2. L'approche ontologique.....	231
2.3. L'approche basée sur le workflow.....	239
2.4. L'approche de la psychologie cognitive.....	244
3. Méthodologies de modélisation.....	252
3.1. Les approches orientées architecture d'entreprise.....	253
3.2. Approches orientées vers la qualité des modèles.....	267
3.3. Principes et pratiques de la modélisation.....	275
4. La modélisation avec BPMN.....	280
4.1. Pourquoi utiliser l'approche de BPMN ?.....	281
4.2. Les composantes principales d'un modèle BPMN 2.0.....	286
4.3. Les diagrammes.....	300
4.4. Procédure de modélisation avec BPMN 2.0.....	306
Conclusions.....	321

Chapitre 3 . Élaboration D'un Tableau De Bord Pour La Chaîne Logistique Hospitalière.....	323
1. La logistique hospitalière.....	324
1.1. Champs de recherche de la logistique hospitalière.....	325
1.2. Gestion du flux pharmaceutique dans le système de soins.....	328
1.3. L'apport des technologies de l'information en santé.....	337
1.4. Les processus de gestion du flux pharmaceutique dans la logistique hospitalière.....	341
2. Méthodologie et épistémologie de recherche.....	350
2.1. Caractéristique du secteur algérien de la santé.....	350
2.2. Design de la recherche.....	354
2.3. Ancrage épistémologique.....	359
3. Description de la chaîne logistique du flux pharmaceutique.....	363
3.1. Hypothèses de la modélisation.....	363
3.2. Cartographie des processus.....	364
3.3. Analyse du système logistique.....	407
4. Conception du tableau de bord logistique.....	409
4.1. Anthologie des indicateurs.....	409
4.2. Architecture du système de mesure de la performance.....	425
4.3. Physionomie du TBL.....	449
Conclusions.....	497
Conclusion générale.....	499
Bibliographie.....	504
Annexes.....	533
Annexe A. Répartition des établissements hospitaliers publics en Algérie.....	533
Annexe B. Recueil des indicateurs de performance.....	534
Annexe C. Collecte des données pour la modélisation.....	539
Annexe C.1. Grille de collecte des données selon la vue organisation, la vue ressources, et la vue but.....	539
Annexe C.2. Grille de collecte des données selon la vue performance.....	540
Annexe C.3. Grille de collecte des données selon la vue processus.....	541
Annexe D. Référencement des diagrammes selon la méthodologie IDEF.....	542
Annexe E. Description des diagrammes des autres aspects de la cartographie.....	544
Annexe E.1. Description du diagramme structure organisationnelle.....	544
Annexe E.2. Description du diagramme documents du flux d'information.....	548
Annexe E.3. Description du diagramme système informatique.....	561
Annexe E.4. Description du diagramme risques.....	562
Annexe F. Questionnaires pour la sélection des indicateurs.....	563
Annexe F.1. Questionnaire destiné à la pharmacie principale.....	563
Annexe F.2. Questionnaire destiné aux services de santé.....	595
Annexe G. Résultats des questionnaires afférant à la sélection des indicateurs.....	624
Annexe G.1. Résultats du questionnaire distribué à la pharmacie principale.....	624

Annexe G.2. Résultats du questionnaire distribué aux services de santé.....	627
Annexe H. Questionnaires pour la pondération des métriques.....	631
Annexe H.1. Questionnaire de la pharmacie principale.....	631
Annexe H.2. Questionnaire des services de santé.....	638
Annexe I. Jugements des comparaisons paires issues du 2 ^e questionnaire.....	641
Annexe I.1. Les jugements de comparaison paire provenant de la pharmacie principale.....	641
Annexe I.2. Les jugements de comparaison paire provenant des services de santé	642
Annexe J. Source des données du TBL calculées en annexe.....	643
Annexe J.1. Source des données du TBL-PP calculées en annexe.....	643
Annexe J.2. Source des données du TBL-SS calculées en annexe.....	648

*

*

*

Figures

Figure 1.1. Notion de flux et de stock.....	9
Figure 1.2. Composition de l'activité.....	10
Figure 1.3. Concept processus versus concept fonction.....	12
Figure 1.4. Le référentiel SCOR version 5.....	22
Figure 1.5. Le processus logistique.....	27
Figure 1.6. Les trois stades d'intégration de la logistique.....	32
Figure 1.7. Réduction des coûts logistiques européens.....	37
Figure 1.8. Typologie des politiques logistiques.....	37
Figure 1.9. Flux poussé versus flux tiré.....	43
Figure 1.10. Hiérarchie de la planification d'après MRP.....	47
Figure 1.11. Charge et capacité d'un atelier de fabrication.....	49
Figure 1.12. Algorithme du PDP.....	51
Figure 1.13. Nomenclature de fabrication arborescente.....	51
Figure 1.14. Nomenclature du produit présenté dans l'exemple d'un PBC.....	52
Figure 1.15. Algorithme des OF dans le PBC.....	54
Figure 1.16. L'ordonnancement par le jalonnement aval.....	55
Figure 1.17. L'ordonnancement par le jalonnement amont.....	55
Figure 1.18. L'ordonnancement par le chevauchement.....	56
Figure 1.19. L'ordonnancement par le fractionnement du lot.....	56
Figure 1.20. Processus du DRP.....	58
Figure 1.21. Schéma de distribution.....	59
Figure 1.22. Le cycle de fabrication.....	62
Figure 1.23. Mécanisme du Kanban.....	65
Figure 1.24. Exemple d'une classification ABC.....	69
Figure 1.25. Détermination de la quantité économique.....	71
Figure 1.26. Politique d'approvisionnement fixe périodique.....	75
Figure 1.27. Politique de reapprovisionnement.....	76
Figure 1.28. Politique pseudo-périodique.....	77
Figure 1.29. Politique d'approvisionnement en point de commande.....	77
Figure 1.30. Politique d'approvisionnement en noria.....	78
Figure 1.31. Politique d'approvisionnement en période et quantité variable.....	79
Figure 1.32. L'interprétation dans l'ancienne et la nouvelle approche du contrôle.....	93
Figure 1.33. Représentation du système de contrôle.....	95
Figure 1.34. L'enrichissement du travail.....	97
Figure 1.35. Le pilotage.....	102
Figure 1.36. Le cadre du pilotage.....	103
Figure 1.37. Les leviers d'action.....	104
Figure 1.38. Les types d'indicateurs pour les processus métiers.....	112
Figure 1.39. Champs d'application des indicateurs de performance.....	116
Figure 1.40. La hiérarchisation des besoins en informations.....	133
Figure 1.41. Benchmarking associé au PMS.....	141
Figure 1.42. Système de mesure de la performance selon SVA.....	144
Figure 1.43. Le tableau de bord prospectif.....	146
Figure 1.44. Tableau de bord de Skandia.....	148
Figure 1.45. Prisme de la performance.....	149
Figure 1.46. Modèle de référence du cadre IPMS.....	151
Figure 1.47. Exemple du modèle SCORcard.....	152
Figure 1.48. Les symboles de MetricM.....	155
Figure 1.49. Exemple de PMS conçu avec MetricM.....	155
Figure 1.50. Conversion d'échelle d'intervalle.....	161
Figure 1.51. Fonction non linéaire d'un score.....	162
Figure 1.52. Forme triangulaire de la fonction d'indépendance.....	169
Figure 1.53. Forme trapézoïdale de la fonction d'indépendance.....	170
Figure 1.54. Composantes et connexion d'un réseau ANP.....	176

Figure 1.55. Exemple de réseau ANP complexe.....	176
Figure 1.56. Exemple d'analyse de sensibilité.....	181
Figure 1.57. Les composantes principales du système d'information.....	186
Figure 2.1. La modélisation conceptuelle du point de vue ontologique.....	191
Figure 2.2. Le Métamodèle.....	198
Figure 2.3. Relation entre le formalisme, la complétude ontologique, et l'intelligibilité.....	200
Figure 2.4. La grille GRAI.....	203
Figure 2.5. Exemple d'un ordinogramme.....	204
Figure 2.6. Notation et digrammes de IDEFØ.....	206
Figure 2.7. Notation et diagrammes de IDEF3.....	207
Figure 2.8. Notation basique de EPC.....	208
Figure 2.9. Diagramme EPC.....	209
Figure 2.10. Les composantes graphiques du Réseau de Petri.....	210
Figure 2.11. Illustration du processus de transition dans le réseau de Petri.....	211
Figure 2.12. Exemple d'un Réseau de Petri.....	212
Figure 2.13. Les unités graphiques du langage YAWL.....	214
Figure 2.14. Exemple de processus de voyage représenté avec YAWL.....	216
Figure 2.15. Notation de Role Activiy Diagram.....	217
Figure 2.16. Exemple de modèle RAD.....	217
Figure 2.17. Notation et syntaxe du diagramme d'activité.....	219
Figure 2.18. Graphèmes de routages du diagramme d'activité.....	221
Figure 2.19. Exemple d'un diagramme d'activité.....	222
Figure 2.20. Taxonomie des langages du BPM selon Giaglis.....	225
Figure 2.21. Taxonomie des langages du BPM selon Aguilar-Savén.....	226
Figure 2.22. Continuum de l'ontologie.....	232
Figure 2.23. Conditions du critère de clarté dans le modèle BWW.....	235
Figure 2.24. Métamodèle générique pour les processus métiers.....	237
Figure 2.25. Relations visuelles entre les objets.....	246
Figure 2.26. Le cadre GIM.....	257
Figure 2.27. Cadre de modélisation de GERAM/GERA.....	259
Figure 2.28. Cadre Zachman version 3.0.....	261
Figure 2.29. Étapes de l'approche TOGAF.....	262
Figure 2.30. Gestion de la complexité par décomposition.....	278
Figure 2.31. Évolution de BPMN et des standards exploités.....	280
Figure 2.32. Graphèmes des types d'activités dans BPMN 2.0.....	288
Figure 2.33. Les types et sous-types d'événements selon BPMN 2.0.....	291
Figure 2.34. Les types de branchements selon BPMN 2.0.....	294
Figure 2.35. Les types de données selon BPMN 2.0.....	296
Figure 2.36. Les objets de connexion selon BPMN 2.0.....	297
Figure 2.37. Les types de couloirs selon BPMN 2.0.....	298
Figure 2.38. Notation des artefacts dans BPMN 2.0.....	299
Figure 2.39. Les construits du diagramme de conversation.....	301
Figure 2.40. Diagramme de chorégraphie entre un malade et un médecin.....	302
Figure 2.41. Représentation des activités dans le diagramme de chorégraphie.....	302
Figure 3.1. Structure organisationnelle d'un EPH.....	352
Figure 3.2. Réseau de circulation du flux pharmaceutique.....	353
Figure 3.3. Les phases de la proposition méthodologique alignée au contexte du terrain de recherche.	358
Figure 3.4. Démarche de collecte des données.....	358
Figure 3.5. Constellation de concepts de modélisation et groupement en vues.....	363
Figure 3.6. Structure de la base de données des indicateurs.....	411
Figure 3.7. Architecture du système de mesure de la performance.....	425
Figure 3.8. Structure des indicateurs dans un maillon.....	431
Figure 3.9. Réseau AHP du maillon pharmacie principale.....	432
Figure 3.10. Réseau AHP du maillon services de santé.....	432
Figure 3.11. Algorithme de calcul de la super-matrice de l'établissement hospitalier.....	437
Figure 3.12. Agencement d'une feuille métrique.....	450

Figure 3.13. Algorithme de calcul de la performance d'une métrique.....	452
Figure 3.14. Agencement de la feuille d'analyse de la performance.....	453
Figure 3.15. Feuille de l'agencement du tableau de bord.....	454
Figure 3.16. Spécification de la métrique Temps de cycle du cash au cash.....	456
Figure 3.17. Calcul de la métrique Temps de cycle du cash au cash.....	456
Figure 3.18. Spécification du sous-indicateur Délai moyen de l'encaissement du financement.....	457
Figure 3.19. Calcul du sous-indicateur Délai moyen de l'encaissement du financement.....	458
Figure 3.20. Spécification du sous-indicateur Flux du stock.....	458
Figure 3.21. Calcul du sous-indicateur Flux du stock.....	459
Figure 3.22. Spécification du sous-indicateur Nombre de jours des comptes créditeurs.....	459
Figure 3.23. Calcul du sous-indicateur Nombre de jours des comptes créditeurs.....	460
Figure 3.24. Spécification de la métrique Erreurs d'apprêtage de la livraison.....	460
Figure 3.25. Calcul de la métrique Erreurs d'apprêtage de la livraison.....	461
Figure 3.26. Spécification de la métrique Consommations par employé.....	461
Figure 3.27. Calcul de la métrique Consommations par employé.....	462
Figure 3.28. Spécification de la métrique Nombre de commandes par bon de pharmacie.....	462
Figure 3.29. Calcul de la métrique Nombre de commandes par bon de pharmacie.....	463
Figure 3.30. Spécification de la métrique Nombre de commandes par ordonnance.....	463
Figure 3.31. Calcul de la métrique Nombre de commandes par ordonnance.....	464
Figure 3.32. Spécification de la métrique Précision des documents.....	464
Figure 3.33. Calcul de la métrique Précision des documents.....	465
Figure 3.34. Spécification de la métrique Croissance du volume par service de santé.....	465
Figure 3.35. Calcul de la métrique Croissance du volume par service de santé.....	466
Figure 3.36. Spécification de la métrique Stock en valeur par catégorie.....	466
Figure 3.37. Calcul de la métrique Stock en valeur par catégorie.....	467
Figure 3.38. Spécification de la métrique Stock en valeur par famille.....	467
Figure 3.39. Calcul de la métrique Stock en valeur par famille.....	468
Figure 3.40. Spécification de la métrique Encours.....	468
Figure 3.41. Calcul de la métrique Encours.....	469
Figure 3.42. Spécification de la métrique Débit des produits du stock.....	469
Figure 3.43. Calcul de la métrique Débit des produits du stock.....	470
Figure 3.44. Spécification de la métrique Rotation des stocks.....	470
Figure 3.45. Calcul de la métrique Rotation des stocks.....	471
Figure 3.46. Spécification de la métrique Exactitude des inventaires.....	471
Figure 3.47. Calcul de la métrique Exactitude des inventaires.....	472
Figure 3.48. Spécification de la métrique Taux d'utilisation des ressources humaines.....	472
Figure 3.49. Calcul de la métrique Taux d'utilisation des ressources humaines.....	473
Figure 3.50. Spécification de la métrique Respect de la règle FIFO.....	473
Figure 3.51. Calcul de la métrique Respect de la règle FIFO.....	474
Figure 3.52. Spécification de la métrique Taux de service en références.....	474
Figure 3.53. Calcul de la métrique Taux de service en références.....	475
Figure 3.54. Spécification de la métrique Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur.....	475
Figure 3.55. Calcul de la métrique Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur.....	476
Figure 3.56. Calcul de la métrique Capacité d'éviter les litiges.....	476
Figure 3.57. Spécification de la métrique Capacité d'éviter les litiges.....	477
Figure 3.58. Calcul de la métrique Niveau de service des fournisseurs.....	477
Figure 3.59. Spécification de la métrique Niveau de service des fournisseurs.....	478
Figure 3.60. Aperçu du tableau synoptique de la performance dans le TBL-PP.....	478
Figure 3.61. Aperçu du tableau de la performance pondérée dans le TBL-PP.....	479
Figure 3.62. Aperçu de la performance actuelle dans le TBL-PP.....	480
Figure 3.63. Aperçu de l'évolution de la performance dans le TBL-PP.....	481
Figure 3.64. Spécification de la métrique Nombre de commandes.....	482
Figure 3.65. Calcul de la métrique Nombre de commandes.....	483
Figure 3.66. Spécification de la métrique Pourcentage de lits occupés.....	483
Figure 3.67. Calcul de la métrique Pourcentage de lits occupés.....	484
Figure 3.68. Spécification de la métrique Coût par patient.....	484

Figure 3.69. Calcul de la métrique Coût par patient.....	485
Figure 3.70. Spécification de la métrique Coût des produits dispensés.....	485
Figure 3.71. Calcul de la métrique Coût des produits dispensés.....	486
Figure 3.72. Spécification de la métrique Productivité du stock.....	487
Figure 3.73. Calcul de la métrique Productivité du stock.....	487
Figure 3.74. Spécification de la métrique Stock total.....	488
Figure 3.75. Calcul de la métrique Stock total.....	488
Figure 3.76. Spécification de la métrique Date de péremption.....	489
Figure 3.77. Calcul de la métrique Date de péremption.....	490
Figure 3.78. Aperçu du tableau synoptique de la performance dans le TBL-SS.....	490
Figure 3.79. Aperçu du tableau de la performance pondérée du TBL-SS.....	490
Figure 3.80. Aperçu de la performance actuelle dans le TBL-SS.....	491
Figure 3.81. Aperçu de l'évolution de la performance dans le TBL-SS.....	492
Figure 3.82. Aperçu du tableau synoptique dans le TBL-EH.....	493
Figure 3.83. Aperçu du tableau de la performance pondérée dans le TBL-EH.....	494
Figure 3.84. Aperçu de la performance actuelle dans le TBL-EH.....	495
Figure 3.85. Aperçu de l'évolution de la performance dans le TBL-EH.....	496

Diagrammes

Diagramme 1 : Chaîne logistique du produit pharmaceutique dans le secteur de la santé.....	368
Diagramme 2 : M2-Maillon Établissement Public Hospitalier.....	369
Diagramme 3 : M21-Maillon Pharmacie Principale.....	370
Diagramme 4 : M21/PLT100-Planifier.....	371
Diagramme 5 : M21/PLT200-Contrôler l'activité.....	372
Diagramme 6 : M21/PLT400-Communiquer.....	373
Diagramme 7 : M21/FRN100-Acheter.....	374
Diagramme 8 : M21/FRN200-Approvisionner.....	375
Diagramme 9 : M21/FRN228-Contrôler les produits.....	376
Diagramme 10 : M21/FRN231-Consigner l'entrée en stock.....	377
Diagramme 11 : M21/FRN2311-Consigner l'entrée en stock sur application.....	378
Diagramme 12 : M21/GLS100-Surveiller les stocks.....	379
Diagramme 13 : M21/GLS200-Gérer les exceptions.....	380
Diagramme 14 : M21/GLS226-Procéder à un Achat d'urgence.....	381
Diagramme 15 : M21/GLS225-Entamer une demande de décharge.....	382
Diagramme 16 : M21/DPS100-Analyser la commande.....	383
Diagramme 17 : M21/DPS200-Livrer.....	384
Diagramme 18 : M21/DPS300-Retourner.....	385
Diagramme 19 : M21/DPS331-Consigner l'entrée en stock des retours.....	386
Diagramme 20 : M21/CTB100-Imputer.....	387
Diagramme 21 : M21/CTB200-Traiter les factures fournisseur.....	388
Diagramme 22 : M22-Maillon Services de Santé.....	389
Diagramme 23 : M221-Maillon Pharmacie du Service de Santé.....	390
Diagramme 24 : M221/PLT100-Planifier.....	391
Diagramme 25 : M221/PLT200-Contrôler l'activité.....	392
Diagramme 26 : M221/GLS100-Surveiller les stocks.....	393
Diagramme 27 : M221/GLS200-Gérer les exceptions.....	394
Diagramme 28 : M221/FRN100-Acheter.....	395
Diagramme 29 : M221/FRN200-Approvisionner.....	396
Diagramme 30 : M221/DPS100-Analyser la commande.....	397
Diagramme 31 : M221/DPS200-Livrer.....	398
Diagramme 32 : M221/CTB100-Imputer.....	399
Diagramme 33 : M22-Maillon Équipes de Garde.....	400
Diagramme 34 : M222/FRN200-Approvisionner.....	401
Diagramme 35 : M222/GLS200-Gérer les exceptions.....	402

Diagramme 36 : M222/DPS100-Analyser la commande.....	403
Diagramme 37 : M222/DPS200-Livrer.....	404
Diagramme 38 : Structure organisationnelle.....	405
Diagramme 39 : Documents du flux d'information.....	406
Diagramme 40 : Système informatique.....	406
Diagramme 41 : Risques.....	406
Diagramme 42 : M2-Maillon établissement public Hospitalier (représentation des métriques).....	428
Diagramme 43 : M21-Maillon Pharmacie Principale (représentation des métriques).....	429
Diagramme 44 : M221-Maillon Pharmacie du Service de Santé (représentation des métriques).....	430

*

*

*

Tableaux

Table 1.1. Extrait du <i>Process Classification Framework</i>	21
Table 1.2. Les stratégies génériques de la chaîne logistique.....	41
Table 1.3. Exemple d'un PIC.....	48
Table 1.4. Exemple d'un macrogamme.....	48
Table 1.5. Exemple d'un PDP pour urne référence finale.....	50
Table 1.6. Exemple d'un PBC.....	52
Table 1.7. Exemple d'un contrôle des OF dans un poste de travail.....	57
Table 1.8. Exemple d'un DRP.....	60
Table 1.9. Conditions d'application du Kanban.....	65
Table 1.10. Fiche en « T » du tableau des Kanbans.....	66
Table 1.11. Définitions proposées pour le coût du stock.....	68
Table 1.12. Les quatre politiques d'approvisionnement.....	75
Table 1.13. Les fondements de l'approche du pilotage par les processus.....	94
Table 1.14. Les classes du contrôle.....	100
Table 1.15. Catégories des indicateurs provenant de différentes nomenclatures.....	113
Table 1.16. Nomenclature synthétique des indicateurs.....	115
Table 1.17. Catégories des perspectives appliquées aux SCPMS.....	131
Table 1.18. Catégorisation des perspectives selon les disciplines.....	132
Table 1.19. Typologies des activités de la chaîne logistique.....	132
Table 1.20. Citations des types de processus.....	133
Table 1.21. Les échelles possibles dans les méthodes de comparaison en paire.....	160
Table 1.22. Échelle d'importance pour les critères dans AHP.....	165
Table 1.23. Matrice de comparaison des critères.....	166
Table 1.24. <i>Random Consistency Index</i>	167
Table 1.25. Conversion des termes linguistiques en nombres flous.....	170
Table 1.26. Transformation par une échelle linéaire des variables qualitatives.....	172
Table 1.27. Échelle en nombres flous triangulaires avec 9 points de Saaty.....	172
Table 1.28. Exemple de super-matrice dans la méthode ANP.....	177
Table 1.29. Avantages et inconvénients des indicateurs composites.....	181
Table 1.30. Exemple présentant le problème de l'agrégation additive.....	183
Table 1.31. Poids des notes.....	183
Table 1.32. Agrégation par la somme des notes pondérées.....	183
Table 1.33. Avantages et inconvénients de la technique de classement CKYL.....	184
Table 2.1. Les techniques de validation, de vérification, et de test.....	197
Table 2.2. Panoplie des techniques IDEF.....	205
Table 2.3. Attributions de sens à la notation des Réseaux de Petri.....	210
Table 2.4. Panorama des autres langages de modélisation.....	223
Table 2.5. Classification des techniques de modélisation selon les étapes du BPR.....	224
Table 2.6. Évaluation des concepts avec le cadre Q-EM.....	230
Table 2.7. Modèle BWW.....	233
Table 2.8. Comparaison des langages de modélisation selon le modèle BWW.....	236
Table 2.9. Comparaison des langages de modélisation selon le métamodèle de List & Korherr.....	238
Table 2.10. Comparaison des langages de modélisation selon les modèles de workflow.....	243
Table 2.11. Évaluation des langages de modélisation selon les fonctionnalités des workflows.....	244
Table 2.12. Comparaison des langages de modélisation selon l'efficacité cognitive.....	249
Table 2.13. Méthodologie de ARIS.....	256
Table 2.14. Comparatif des gratuits supportant BPMN.....	318
Table 3.1. Les processus logistiques dans le milieu hospitalier.....	342
Table 3.2. Cadres théoriques des processus cités dans le domaine du SCM.....	348
Table 3.3. Gestion du flux pharmaceutique selon la réglementation algérienne.....	348
Table 3.4. Cadre applicatif de modélisation de la chaîne logistique du flux pharmaceutique.....	349
Table 3.5. Concentration des établissements de santé dans le territoire algérien.....	351
Table 3.6. Structure du secteur de la santé en Algérie par infrastructures.....	352
Table 3.7. Démarche de recherche selon la méthode de l'étude de cas intégrée.....	355

Table 3.8. Proposition méthodologique de conception d'un TBL.....	356
Table 3.9. Méthodologie de conception d'un TBL adaptée au terrain de recherche.....	357
Table 3.10. Posture de la recherche en regard des fondements du constructivisme.....	361
Table 3.11. Typologie conceptuelle des indicateurs.....	414
Table 3.12. Résultat de la sélection des indicateurs dans la pharmacie principale.....	422
Table 3.13. Résultat de la sélection des indicateurs dans les services de santé.....	423
Table 3.14. Structure du TBL des services de santé selon la vue performance.....	426
Table 3.15. Structure du TBL de la pharmacie principale selon la vue performance.....	427
Table 3.16. Structure du TBL de la pharmacie principale.....	427
Table 3.17. Structure du TBL des services de santé.....	427
Table 3.18. Super-matrice de la pharmacie principale.....	434
Table 3.19. Super-matrice des services de santé.....	435
Table 3.20. Super-matrice de l'établissement hospitalier.....	436
Table 3.21. Pondération des métriques du maillon services de santé.....	437
Table 3.22. Pondération des métriques du maillon pharmacie principale.....	438
Table 3.23. Pondération des métriques au niveau de l'établissement hospitalier.....	438
Table 3.24. Agrégation des poids des métriques par perspective.....	441
Table 3.25. Agrégation des poids des métriques par type d'indicateur.....	441
Table 3.26. Liste des abréviations pour le référencement des métriques.....	443
Table 3.27. Interprétation des jeux d'icône.....	450

*

*

*

Introduction

Depuis un certain temps, l'environnement des organisations est devenu très complexe et subit des turbulences. L'accroissement de la concurrence, l'évolution technologique, la mondialisation, et l'évolution du comportement des consommateurs caractérisent cette métamorphose. Parmi ces changements, la domination du marché par la demande ne répond plus désormais à la logique de l'offre. Les exigences du marché ont basculé en faveur du consommateur. L'importance accordée à la satisfaction du client prend de plus en plus de prépondérance. La qualité *lato sensu* des produits et services, le prix, et les délais représentent des éléments constitutifs de cette satisfaction. Ce sont d'autre part, les facteurs clés du succès des organisations. Relativement à ces nouvelles règles du jeu, caractérisées par le degré de maîtrise de ces facteurs, les organisations ont apporté des réponses comprenant plusieurs options stratégiques. Chaque option est centrée essentiellement sur l'un de ces facteurs qui devaient lui conférer un avantage concurrentiel. Les exigences de qualité, de coût, et de qualité de service trouvent leur meilleure réponse dans les organisations par : la flexibilité, la réactivité, et la productivité. Cependant, trouver un compromis entre ces trois caractéristiques est devenu un défi pour les organisations.

L'optique de la gestion de la chaîne logistique (*Supply Chain Management*) est présentée comme une solution innovante vis-à-vis de ce défi. Elle devrait permettre à l'organisation de s'adapter au contexte économique actuel, car elle représente d'une certaine manière un accommodement possible entre la productivité, la flexibilité, et la réactivité, permettant en plus un accroissement de la rentabilité. La productivité serait obtenue par la standardisation des tâches, et l'élimination des activités non productrices de valeurs ajoutées, sachant que 95 % du temps de travail est non productif (Javel 2003). Elle serait également possible par la maîtrise des délais avec qui, si l'on pouvait réaliser une bonne prévision de la demande, on pourrait accéder à la réactivité et à la flexibilité.

La notion du temps est, donc, un facteur positionné au centre des considérations stratégiques (Neely 2007 ; Wen 2014). L'anticipation de la demande, la réduction du temps de transfert de l'information, et le respect des délais de livraison sont autant de paramètres qui contribuent : à obtenir un gain de temps pour organiser la flexibilité, à une meilleure réactivité à la demande, et à l'augmentation de la qualité du service (Towill 1996). La réduction de l'essentiel du temps de présence des produits dans l'entreprise permet également de dégager une économie non négligeable.

Un exemple des plus significatifs d'une maîtrise du temps est illustré par la banque colombienne Bancafé. Celle-ci avait entamé un projet de refonte de son processus d'affaire en réduisant le temps de cycle. Ce projet avait réussi à réduire 70 % des délais, en corollaire, il avait abaissé 50 % des coûts (Buchwald et al. 2010).

La maîtrise des délais exerce son poids sur tous les sous-systèmes logistiques d'une organisation, à savoir : la logistique aval (distribution), la logistique interne (production) et la logistique amont (approvisionnement). Ce faisant, la cohésion du système logistique devient une question cruciale ; et plutôt que d'avoir une vision isolée des sous-systèmes, la gestion de la chaîne logistique a fini par adopter une approche intégratrice.

La gestion de la chaîne logistique a évolué à travers les trois dernières décennies, tout en exploitant les connaissances provenant de plusieurs domaines et champs de recherche : management des opérations, stratégie, gestion de la qualité, gestion des données, dynamique des systèmes, recherche opérationnelle, technologies de l'information (Roy, Landry, et Beaulieu 2006; Otto et Kotzab 2003), jusqu'à devenir à l'heure actuelle un véritable paradigme de gestion qui s'est propagé sur tous les secteurs économiques.

L'importance de ce paradigme grandissait sur le volet académique, à plus forte raison, que celui-ci réalisait un réel succès dans le secteur industriel et le secteur de distribution (Balfaqih et Yunus 2014). Par conséquent, plusieurs firmes se sont investies, dans cette optique.

Certaines d'entre elles lui confèrent une place stratégique. Ces entreprises ont commencé par optimiser leur chaîne en s'appuyant sur les technologies de l'information et de communication. Ces mêmes entreprises concentraient leurs efforts vers l'idéal de l'excellence de la chaîne logistique (Yahia Zare Mehrjerdi 2009), c'est-à-dire l'acquisition en permanence de flux continus, en totale synchronisation, et l'instauration d'un système logistique intégré, centré sur le client, caractérisé par la rapidité, la flexibilité, la qualité, et la minimisation des coûts.

Il est toutefois admis dans le domaine du contrôle organisationnel que l'excellence, ou tout simplement un idéal socio-économique, ne peut être atteint que s'il existe un pilotage de la performance. Cela suppose que l'organisation doit détenir un dispositif lui permettant de conduire ses activités pour la création de la valeur pour toutes ses parties prenantes (Neely 2007). Parmi la panoplie d'outils existants, le tableau de bord est un choix quasi inéluctable. Il s'impose, du fait qu'il est fondé sur des indicateurs dévolus à la mesure de la performance, et au suivi des activités créatrices de la valeur.

Les tableaux de bord ont aussi connu des évolutions. Certains progrès les concernant tardaient à être généralisés malgré leur pertinence. En effet, le monde des affaires se souvient toujours de l'affaire Enron et les subtiles manipulations des informations financières qui remontaient aux actionnaires. Peut-être que l'incident n'était pas uniquement le fruit d'une malveillance, mais aussi la conséquence de la défaillance du système de mesure de la performance cantonnée dans la perspective financière (Clarke et Association française de normalisation 2004). Auparavant, Ittner et Larcker (1998) recommandaient un système de mesure de la performance impliquant des indicateurs financiers et non financiers pour couvrir non pas une seule facette de la performance, mais tous ses aspects culminants. Si aujourd'hui, cette question ne fait plus débat, cela revient au fait que les praticiens ainsi que les académiciens se sont mis d'accord sur la nécessité d'un tableau de bord proportionné. La conception d'un tel outil n'est pas systématique et demande de la réflexion, de la perspicacité, et de la méthodologie. C'est d'ailleurs ce qu'ont pu concrétiser Kaplan et Norton (1992) de façon prodromique en concevant le *Balanced Scorecard*. Cependant, même si ce modèle avait connu des améliorations, il s'est avéré qu'il devait être particularisé au contexte de l'organisation après avoir proclamé qu'il était générique. Entre temps, d'autres modèles firent leur apparition : Skandia, EVA, *performance prism*, ECOGRAI et dans le domaine de la chaîne logistique, le SCORcard. Cette profusion révélait que l'élaboration d'un tableau de bord pour une organisation devrait être personnalisée selon son secteur d'activité et selon son contexte.

Le système de production des soins de santé est pour sa part en évolution que ce soit sur le plan international (Augusto 2008) ou national. Ainsi, les dépenses des soins de santé en Algérie sont en perpétuelle croissance. Elles sont passées de 3.24 % du PIB en 2005 à 7.2 % en 2014 (Banque Mondiale 2016; OMS (Organisation mondiale de la santé) 2014). À l'instar des autres pays, cette tendance n'est pas spécifique à l'Algérie, mais constitue un phénomène mondial qui s'expliquerait selon Kaplan et Porter (2011) par l'évolution de l'âge de la population et le développement de nouveaux traitements.

Depuis peu, le concept de la logistique hospitalière — pratique du paradigme de gestion de la chaîne logistique — a marqué son influence dans ce secteur, et ce, à la suite de la pression budgétaire subie par la plupart des pays du monde. L'hôpital considéré comme une entreprise de service (Rossi-Turck et al. 2004) a connu la mise en œuvre de réformes visant à minimiser ses coûts. À forte raison que les coûts liés aux activités logistiques peuvent atteindre environ 46 % des dépenses d'un hôpital, et les coûts logistiques relatifs aux fournitures et services médicaux peuvent varier entre 30 % et 40 % des coûts annuels (Landry et Beaulieu 2001).

Au-delà des considérations financières, le système logistique d'un établissement de santé est vital pour le bon fonctionnement des processus de soins. Ainsi les incertitudes des approvisionnements et les dysfonctionnements entraînent des risques pouvant mettre en jeu

la santé et la vie des patients. Cependant selon un dossier de la Supply Chain Magazine (Guillaume 2006), les responsables des établissements hospitaliers ont signalé l'insuffisance des indicateurs utilisés dans la gestion de la logistique des hôpitaux. Sampierie et Bongiovanni (2000) mettent en exergue de leur part l'inadéquation des tableaux de bord logistiques, et même l'absence de ces derniers dans la plupart des établissements de santé étudiés.

La logistique hospitalière est définie comme un ensemble de processus par lesquels sont gérés plusieurs types de flux (Nsamzinshuti, Van Elslande, et Ndiaye 2014; Landry et Beaulieu 2001; Sampierie et Bongiovanni 2000). Parmi ces flux, le produit pharmaceutique, qui occupe une place prépondérante, est réglementé, coûteux, et mis sous surveillance.

La gestion des produits pharmaceutiques dans l'hôpital entraîne un enjeu financier considérable. En Algérie, les dépenses sur ces produits connaissent une augmentation constante (Mahfoud, Brahamia, et Yves 2017). Au vu de la conjoncture financière difficile, le gouvernement devrait chercher des solutions permettant de faire des économies dans le secteur de la santé sans compromettre la qualité de prise en charge sanitaire du citoyen. Elle devrait, donc, s'appuyer sur les fondements de la logistique hospitalière et sur la « Supply Chain hospitalière » (Guillaume 2006).

C'est à la lumière de ces considérations et dans le même esprit des recherches portant sur les systèmes de mesure de la performance de la chaîne logistique qu'une question s'est imposée : *Quelle est la méthodologie qui pourrait servir à construire un tableau de bord, sous le paradigme de la chaîne logistique en général, et dans le secteur de la production des soins de santé en particulier, pour piloter la performance ?*

Étant donné que notre travail de recherche propose une méthodologie pouvant être assimilée à une théorie (ou à une hypothèse), et du fait qu'il est basé sur une toile de fond constructiviste, accusée par la méthodologie (collecte des données, méthode, techniques) qui sera décrite, nous n'apporterons pas à cette question principale des hypothèses à tester ; sinon, si c'était le cas, elle suivrait une logique hypothético-déductive propre à l'épistémologie positiviste (Thiétart 2003). Cette abstention se justifie, pour laisser l'étude en adéquation avec l'épistémologie constructiviste (Charreire et Huault 2001).

Par ailleurs, la question précédente nous a conduits à considérer trois problématiques intrinsèques qui peuvent — indépendamment l'une de l'autre — être considérées comme des axes de recherche :

- 1) La modélisation des processus d'un système selon le paradigme de la chaîne logistique ;
- 2) L'identification et la sélection des indicateurs de performance logistique ;
- 3) L'évaluation et l'appréciation de la performance ;

Des interrogations subsidiaires liées à ces sous-problématiques ont été mises en évidence, marquant d'une part la complexité du travail à effectuer, et d'autre part les points critiques qui devront être traités par la méthodologie d'élaboration proposée :

Concernant la sous-problématique 1 :

- ▶ Quels sont les processus du système logistique ?
- ▶ Quelle est la meilleure façon de représenter ces processus ?
- ▶ À quel niveau de détail faut-il les représenter ?
- ▶ Comment fonctionnent ces processus et comment interagissent-ils entre eux ?

Concernant la sous-problématique 2 :

- ▶ Quelles sont les dimensions qui sont rattachées à un indicateur ?
- ▶ Comment dégager les indicateurs les plus pertinents qui permettent de mesurer l'impact de chaque processus logistique ?
- ▶ Comment sélectionner les indicateurs de performance lorsqu'un choix est à faire ?

Concernant la sous-problématique 3 :

- ▶ Comment peut-on faire une comparaison des performances lorsque plusieurs indicateurs sont employés ?
- ▶ Quel est le procédé qui permettrait de représenter une performance globale ?
- ▶ Comment peut-on mesurer la contribution de chaque processus par rapport à la performance globale de l'organisation ?

La réponse à ses sous-problématiques et questionnements structure la méthodologie d'élaboration développée, mais le travail de recherche dans sa globalité pourrait être qualifié d'exploratoire suivant un raisonnement inductif à partir de l'étude de cas unique intégrée : multiples unités d'analyse baignées dans le même contexte (Yin 2009). Ce contexte de recherche correspond au secteur de la santé, dans lequel nous avons sélectionné une catégorie d'établissements hospitaliers (les EPH) ; tandis que la matière première de notre recherche a été essentiellement constituée de données primaires, collectées par des entretiens structurés et des questionnaires.

Le sujet de la thèse porte donc sur le système de pilotage de la chaîne logistique. Notre recherche a pour but, en premier lieu, de reconsidérer les problèmes de l'organisation sous un nouvel angle d'analyse, puis en deuxième lieu, de soumettre des issues pragmatiques aux difficultés rencontrées dans le secteur de la santé, en proposant une approche systématique de mise en place d'un artefact adéquat pour gérer les processus logistiques.

Dans la poursuite de ces finalités, nous nous sommes fixé deux objectifs. Le premier se rapporte à une description, *peu ou prou*, détaillée des processus logistiques de l'organisation sous la vision de la gestion de la chaîne logistique. De cette étape cruciale dépendent la compréhension et la définition du système. Les points d'amélioration peuvent être par la suite identifiés, et le système de mesure de la performance peut être fondé (Holmberg 2000; Wen 2014). Le deuxième objectif se résume à l'élaboration du tableau de bord qui permet de mesurer la performance de la chaîne logistique dans le secteur de la santé.

Le thème proposé est important dans la mesure où il prête attention à la modélisation des processus logistiques du flux pharmaceutique pour apporter une meilleure compréhension du fonctionnement des hôpitaux et faciliter la mise en œuvre de programmes de remise à niveau, ou de réformes, justifiés par la nécessité de réduire les coûts et l'amélioration de la prise en charge du patient. Ce sujet nous semble également important, car la mesure de la performance du secteur de la santé algérien est peu évoquée bien que nous en subissons les effets. Le projet de contractualisation qui a été initié depuis plus de 17 ans reste difficile à évaluer (Chougrani et Kaddar 2010). L'étude est dans ce cadre non négligeable, car elle clarifie les dispositions que devront adopter les institutions de santé pour piloter efficacement les activités logistiques. Son intérêt est en ce sens :

- Empirique, afin d'acquérir les outils nécessaires à la mise en place de projets d'amélioration (qualité, réingénierie des processus, mise en place d'un système d'information, etc.) ;
- Théorique, assistant à la capitalisation des connaissances issues de projets similaires, et fournissant un cadre de réflexion permettant d'établir le lien entre l'approche transversale d'analyse et le pilotage de la performance ;
- Méthodologique : permettant de proposer des éléments de réflexion pertinents et des itinéraires réalisables pour construire un tableau de bord logistique.

Le travail d'Augusto (2008) dans une thèse de doctorat portant sur le pilotage des flux hospitaliers, en utilisant une modélisation avec le langage UML et une conversion vers les réseaux de Petri à des fins de simulation, est un travail proche de notre objet de recherche. Cette étude a été focalisée sur le pilotage des opérations logistiques, par la planification et l'ordonnancement selon une architecture décisionnelle hybride hiérarchique/hétéroarchique.

Cependant, celle-ci ne propose pas l'élaboration d'un tableau de bord pour le pilotage des systèmes logistiques. Hassan (2006), dans une autre thèse de doctorat, a porté un intérêt sur la mesure de la performance de la chaîne logistique dans le milieu hospitalier. L'auteur avait adapté un référentiel de gestion de la chaîne logistique au milieu hospitalier et avait défini quelques indicateurs sans construire un tableau de bord. Une autre étude faite par A. Nsamzinshuti, C. Van Elslande, et B. A. Ndiaye (2014) proposait des indicateurs de mesure de la performance en matière de satisfaction du client, tout en prenant en compte certaines considérations financières. Cependant, en dépit du fait qu'elle accorde une attention à l'amélioration des processus par la mesure, elle n'englobe qu'une partie de la chaîne logistique hospitalière, et elle ne propose pas un tableau de bord intégré pour le pilotage du système dans un sens holistique.

Notre étude est divisée en trois chapitres, portant respectivement sur : la perspective de la logistique et la gestion de la performance, les bases de la modélisation systémique, et la mise au point d'une méthodologie d'élaboration d'un tableau de bord logistique. La partie théorique incarnée par les deux premiers chapitres a pour objet de présenter l'ancrage théorique, parfois empirique des concepts, et de justifier les étapes ainsi que les instruments utilisés dans l'approche proposée.

Le premier chapitre expose la toile de fond de la gestion de la chaîne logistique, et détaille dans une première partie l'approche par processus et ses implications sur le management. Il cite également la genèse du concept logistique, présente ses fondements en mettant l'accent sur l'intégration des systèmes, puis il révèle les principales stratégies logistiques et les différentes logiques de gestion des flux, de même que leurs outils d'optimisation. La deuxième partie du chapitre s'intéresse en premier lieu au pilotage. Elle détermine ses origines au sein de la théorie du contrôle, développe l'essence du concept, et établit son lien avec la mesure de la performance. Par la suite, elle explicite le sens donné à la performance et expose ses aspects et dimensions. En second lieu, cette partie évoque le système de mesure de la performance et le caractérise sous le paradigme de la gestion de la chaîne logistique. Elle cite au passage les principales approches de conception de tableau de bord.

Le deuxième chapitre se rapporte à la modélisation conceptuelle. Il entame, après avoir défini la modélisation et les notions qui lui sont liées, les différents langages, techniques, et méthodologies de représentation des organisations. Il décrit également des comparaisons minutieuses entre certains langages populaires. Ensuite, le chapitre fournit une présentation approfondie du standard BPMN 2.0 — en tant qu'instrument méthodologique — ainsi que la démarche de modélisation qui lui est propre.

Le troisième et dernier chapitre précise le déroulement et l'application, dans le secteur de la santé, d'une approche systématique d'élaboration d'un tableau de bord logistique. C'est ainsi que, dans un premier temps, le chapitre commence par présenter les préliminaires de conception, à savoir le développement d'un cadre de modélisation des processus à partir de la logistique hospitalière. Puis présente dans un deuxième temps le contexte du terrain de recherche, les phases de la méthodologie d'élaboration du tableau de bord, et quelques considérations épistémologiques. Après cela, il étale la cartographie des processus logistiques des établissements de santé algériens, et dévoile une petite analyse qualitative du système. En dernier, le chapitre détaille l'exécution de la méthodologie étape par étape, et exhibe l'outil conçu en particulierisant sa structure, son contenu, ses fonctions, et son aspect final.

*

*

*

Chapitre 1

Le Pilotage de la Performance de la Chaîne Logistique

Les progrès technologiques ont bouleversé la communication et la production, par la même, ont donné naissance à de nouvelles firmes internationales et ont permis une évolution sans pareil des économies du monde. En outre, ces transformations ont créé des turbulences dans l'environnement des entreprises dont il devient de plus en plus imprévisible. Dans ce paysage, le management des entreprises a été secoué et a incité les décideurs à trouver d'autres formules pour faire face à la complexité de l'environnement et s'adapter à la mondialisation. On développa, en ce sens, le marketing pour faire suite à l'inversion du pouvoir économique du vendeur à l'acheteur. Ce concept est devenu au fil du temps l'une des fonctions principales des organisations. Mais il a été vite rendu insuffisant avec la maturité des marchés. Des solutions plus pragmatiques devaient être alors développées.

Ce contexte a débouché petit à petit sur le paradigme de la chaîne logistique, après avoir remarqué que la performance globale d'une entreprise considérée comme un système ne découle pas forcément de l'amélioration individuelle de ses processus, mais de la cohésion et de l'harmonie de ces derniers. L'optimisation globale de l'entreprise dans son fonctionnement interne et avec ses tiers devenait alors une source de compétitivité. (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998).

Le lien entre la mesure de la performance et le domaine du contrôle organisationnel a été largement explicité par des dizaines d'auteurs selon Neely, Gregory, et Platts (2005). Pour Mollard (2006) la poursuite des objectifs par un système de contrôle organisationnel et la conduite des actions pour les atteindre constitue le pilotage de la performance, lorsque ces mêmes objectifs sont rattachés la notion de performance.

La problématique du pilotage est assimilée aux difficultés de lier le résultat économique que dégage une organisation tout entière à ses différentes parties. La mise en relation permet d'identifier des territoires de contribution et développer sur ceux-ci des pratiques, des règles, et des actions pour maîtriser et améliorer le fonctionnement de l'entreprise (Lorino 1995).

Le pilotage est confronté selon cette perspective à deux facteurs qui influencent son efficacité. Le premier est lié à la complexité que recèle l'organisation par sa structure : le nombre des activités et leur interdépendance. Le second est un paramètre moins maîtrisable. Il est lié aux aléas de l'environnement. C'est l'incertitude qui participe au déséquilibre et incite au changement, parfois à la marche vers l'inconnu, au mieux, vers le probable (Lorino 1995). La coordination et l'intégration sont des éléments centraux dans un pilotage qui veille à ce qu'une organisation complexe soit stable et performante, même si l'incertitude rend l'horizon flou. Selon Basu et Wright (2008), la gestion de la performance supportée par des indicateurs de mesure est l'une des activités inter-fonctionnelles qui peuvent assurer l'intégration des processus logistiques.

Ce chapitre présente le développement conceptuel du pilotage relié à une perception inspirée par la gestion de la chaîne logistique, en commençant par revoir le cadre théorique qui guide l'esprit du domaine de la logistique dans son sens contemporain. La deuxième section décèle les approches d'optimisation de la chaîne logistique dans une perspective de gestion des flux, puis la troisième section décrit le contrôle organisationnel en tant que théorie englobant le pilotage. Il sera question dans la quatrième section de présenter une synthèse des deux disciplines menant vers l'instrument principal qui incarne et opérationnalise le pilotage, soit le système de mesure de la performance. À titre indicatif, nous ne serons pas exhaustifs. Nous présenterons uniquement ce qui a guidé notre étude présentée dans le dernier chapitre de la thèse.

1. Le paradigme de la chaîne logistique

L'évolution des styles de management en même temps que les changements du milieu de l'entreprise ont été largement affectés par la théorie des systèmes. Le monde des affaires tend actuellement vers une gestion adoptant une vision systémique due à la nécessité de simplifier la complexité grandissante de l'entreprise et de son environnement. Le management par les processus issus de cette vision est une nouvelle façon de gérer l'organisation, par laquelle une meilleure efficacité est recherchée pour répondre aux attentes de ses parties prenantes. En outre, l'approche logistique est considérée comme une figure de ce management. Elle s'est transformée en un paradigme après avoir appliqué un raisonnement transversal qui dépasse les frontières d'une seule entreprise, cherchant en cela à former une synergie entre plusieurs organisations afin d'affronter efficacement les difficultés de leur milieu (Gourgand et Lièvre, 1996). Cela implique la remise en question du fonctionnement interne de l'entreprise et de ses relations avec l'externe (Allab et al. 2000). La perspective logistique vise de cette manière à maîtriser les interfaces des sous-systèmes de l'entreprise (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998), en instaurant une intégration interne qui s'étend vers l'externe avec ses partenaires, et ce, en profitant des possibilités offertes par les nouvelles technologies d'information et de communication (TIC) (Allab et al. 2000).

La première partie de cette section a pour objet d'éclaircir les concepts qui soutiennent le paradigme de la chaîne logistique. Elle met en lumière son lien avec le management des processus. Une succession de définitions préliminaires permettent d'identifier clairement les termes et rudiments utilisés dans la suite de cette thèse. Le lecteur familiarisé avec ces notions trouvera dans la deuxième partie les contours du sens donné au concept logistique, son périmètre d'application et ses fondements. La troisième partie finira par présenter la portée stratégique de la logistique.

1.1. Le management par les processus

Depuis l'apparition de la théorie des systèmes (Bertalanffy 1969), la théorie de la communication (Shannon et Weaver, 1949), et la cybernétique (Wiener [1948] 2007), la notion de système s'est généralisée sur un nombre important de domaines (en biologie, en électronique en écologie, en économie, en sociologie, en psychiatrie, en sciences politiques..., etc.) et en management de l'entreprise. Ainsi, la systémique bouleversa la perception de l'univers et de l'entreprise. Ces derniers sont maintenant considérés comme un système complexe. Ceci nous renvoie à définir le concept « système », et nous retiendrons pour cela, la définition des principaux auteurs des domaines suivants :

- 1) En biologie : Rosnay (1975, 93) fournit la définition suivante : « un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but » ;
- 2) En organisation : Mèlèse (1972, 53) ajoute à la définition la notion du milieu du système, avec lequel il est en interaction, ainsi selon lui « un système finalisé est un ensemble organisé de moyens, méthodes, règles et procédures qui permet d'obtenir des réponses satisfaisantes de l'environnement » ;
- 3) En épistémologie : Le Moigne (1994, 61) fournit de son côté une définition qui met en relief l'aspect de l'évolution. Il définit ainsi le système comme « un objet qui, dans un environnement, doté de finalités, exerce une activité et voit sa structure interne évoluer au fil du temps, sans qu'il perde pourtant son identité unique. »

Au vu de ces définitions, l'approche systémique propose une nouvelle perception de l'organisation. Elle la présente sous une description décortiquée en petites parcelles interreliées et moins figées qui se transforment en réponse de leur milieu.

Dans le souci de mieux décrire et appréhender l'organisation, la systémique donna naissance à l'approche par processus (Brandenburg et Wojtyna 2003) qui s'oppose à l'approche

hiérarchique¹. Cette dernière, contrairement à la première, est soumise à une logique dite verticale représentée par l'organigramme. En effet, l'organigramme donne une perception fonctionnelle de l'organisation sans qu'il ne dévoile les liens de causalité qui relient les fonctions, alors que selon une perspective transversale « apparaissent des interdépendances dans le temps et l'espace, des interactions entre spécialités complémentaires » (Bouquin 2001, 32). L'approche par processus fournit, donc, un aspect plus proche de la réalité du fonctionnement de l'organisation. Elle remet en cause et fait abstraction des frontières des fonctions en les soumettant à la logique de la succession des activités et de leurs interconnexions qui dépassent parfois les bornes artificielles des fonctions, et même celles de l'organisation tout entière (Bouquin 2001).

Dès le moment où elle est reconnue comme un élément clé de la représentation de la dynamique inter-fonctionnelle, donc transversale, l'idée de l'organisation vue comme un processus suggère que les organisations peuvent nettement améliorer leur performance. L'apparition des programmes d'amélioration contenue témoigne de l'attention apportée sur les processus de l'entreprise pour accroître la performance (Van der Aalst 1998). La réingénierie des processus métiers telle que décrite par Hammer & Champy (1993) constitue sans doute la forme la plus poussée de la logique de l'amélioration des processus. Mais les précurseurs de l'application du management des processus sont les Japonais (Davenport 1993).

Le management des processus est en fin de compte considéré comme un style de gestion qui répond à la nécessité d'adapter continuellement l'organisation aux évolutions technologiques et aux fluctuations du marché. Ceci implique que l'organisation transforme son comportement afin qu'il soit aligné aux progrès techniques et aux besoins de ses clients (Repa 2011).

Cette nouvelle philosophie a provoqué l'apparition de plusieurs pratiques et cadres d'application qui constituent les différentes formes de son expression. Ceux-là seront énumérés dans ce qui suit. Mais, encore faut-il comprendre les concepts du management par les processus. Ainsi, ces derniers seront précisés en premier. Puis cette partie finira par présenter des modèles génériques de gestion qui sont considérés comme des références théoriques en la matière.

1.1.1. Le cadre conceptuel de l'approche par processus

L'une des définitions directes et phares de l'approche par processus revient à l'ISO 9001 qui a permis de fonder son système de management de qualité. L'époque de cette définition coïncide à celle du modèle du management de la qualité totale (MQT), lequel faisait son apparition, et qui a été basé sur le management des processus (Benner et Tushman 2003). Selon l'organisation de normalisation ISO « l'approche processus désigne l'application d'un système de processus au sein d'un organisme, ainsi que l'identification, les interactions et le management de ces processus en vue d'obtenir le résultat souhaité » (NFEN ISO (International Organization for Standardization) 1995, paragr. 0,2). Cette définition confirme bien le lien qui existe entre cette approche et la systémique. Elle révèle le fait qu'elle est une mise en pratique de la théorie des systèmes sur les organisations. Certains auteurs tels que Brandenburg et Wojtyna (2003, 17), qui se sont attelés à étudier et déployer cette approche, proposent la définition suivante : « L'approche processus est une méthode d'analyse ou de modélisation. Elle consiste à décrire de façon méthodique une organisation ou une activité, généralement dans le but d'agir dessus ». Pour cette définition, nous retiendrons l'usage central de la représentation de l'organisation à des fins d'analyse. Bien plus que cela, Benner et Tushman (2003, 8) évoquent que « le management par les processus est composé de trois pratiques principales : la cartographie des processus, l'amélioration des processus et l'adhésion du processus amélioré au système ». Suivant cette dernière définition, nous pouvons comprendre que la description de l'organisation par l'approche processus privilégie

¹ Appellation de Bouquin (2001) pour la distinguer de façon concise de l'approche par processus.

l'utilisation des schémas ou de diagrammes pour la représentation des processus. Mais aussi que cette représentation sert à réviser et réformer un processus dans un ensemble qui doit être cohérent.

De l'approche systémique ils en découlent trois notions qui sont essentielles dans l'approche par processus, et dans la procédure de modélisation des systèmes. Ce sont les notions : d'activité, de processus et de flux. Celles-ci permettent de comprendre le fonctionnement d'une organisation, ou d'un système de façon générale. En effet, afin de pouvoir étudier un système il est nécessaire, selon la systémique, de le décomposer en sous-ensembles ou sous-systèmes (Mougin 2004). Les sous-systèmes sont représentés à l'intérieur d'une organisation, par les activités et les processus. Le système de flux selon Mintzberg (1982) reflète les interactions entre les sous-systèmes, autrement dit les liens existants. De là, nous considérons qu'il est nécessaire de définir ces trois notions avec plus de précisions.

1.1.1.1. Notion de flux

La plupart des écoles de philosophie considèrent que toute chose est dans un flux (Mahner et Bunge, 1997). Ceci vient probablement du fait que cette notion a un caractère spatio-temporel mis en exergue par la définition de R. Biteau et S. Biteau (1998, 39), selon laquelle le flux est un « déplacement d'éléments dans le temps et dans l'espace ». Cette définition s'éclaircit outre part avec celle de Tassinari et Martre (2003, 100) qui considèrent le flux comme étant « un écoulement, un courant passant par des endroits déterminés ». Cependant, cette notion, empruntée à la physique, s'oppose à la notion du stock ou du réservoir (Le Moigne 1994). Le stock est un « non-flux [...] un état de stagnation (non-déplacement dans l'espace) dans lequel se trouvent les éléments » (R. Biteau et S. Biteau 1998, 39), il est causé par un « anti-flux [...] qui empêche des éléments de se déplacer dans l'espace » (R. Biteau et S. Biteau 1998, 40). En somme, le flux est considéré dans un cadre spatio-temporel comme toute chose qui change dans l'espace. Autrement dit, le flux représente tout ce qui n'est pas, à un moment donné, en situation de stock (cf. fig. 1.1).

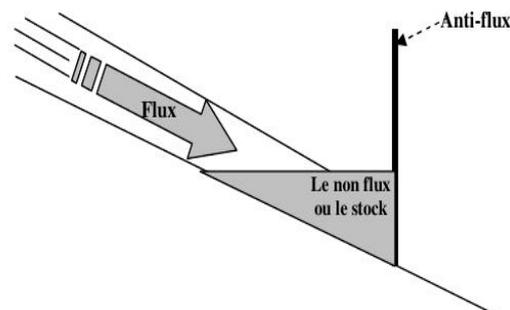


Figure 1.1. Notion de flux et de stock. Adaptée de Biteau et Biteau 1998, 40.

Il existe dans une organisation plusieurs types de flux : des flux matériels, des flux informationnels et des flux d'individus (Le Moigne 1994). Les flux informationnels englobent les flux de décision, les flux d'autorité (Mintzberg 1982), et les flux de données (Le Moigne 1994). Forrester (1999) considère qu'il y a, dans l'organisation des flux de personnel, des flux de monnaie, et des flux d'équipement (Lussato 1992). Le flux de matériaux ou des produits et services (Le Moigne 1994) est qualifié par R. Biteau et S. Biteau (1998) de « flux principal » et par (Mougin 2004) comme « la voix du client », car il est le flux qui doit répondre aux exigences du celui qui va le consommer.

1.1.1.2. Le concept « Activité »

Le Moigne (1994) décrit l'activité, dans son discours sur la théorie du système général, comme une composante de la définition du système au côté de ses autres constituantes : l'environnement, la finalité, la structure et l'évolution. L'activité, selon cet auteur, devrait

refléter le fonctionnement du système et les actions qui l'animent. Cette présentation générale fournit un cadre dans lequel d'autres définitions pourraient s'inscrire telles que la définition R. Biteau et S. Biteau (1998, 40) selon laquelle l'activité dans une organisation correspond à « un ensemble de tâches élémentaires réalisées par une personne ou par un groupe, qui sont homogènes par leur comportement de performance, et qui permettent de produire des éléments de sortie à partir d'éléments d'entrée ». Dans le même sens, Vernadat (1999, 8) définit une activité au sein d'une entreprise comme « l'accomplissement d'une tâche [...] par une ou plusieurs ressources dans un temps donné... » Tassinari et Martre (2003, 137), dans leur essai de définition, confondent la notion d'activité avec celle de « processus ». Ils considèrent l'activité comme « une suite de tâches qui se décomposent en opérations et en séquences, et qui ont pour but de réaliser un produit matériel ou immatériel pour satisfaire un besoin ». Cette définition est en accord avec la perspective opérationnelle d'un système, décrite par Van Der Aalst et Ter Hofstede (2005), et selon laquelle les actions basiques d'une tâche sont révélées.

Les notions de processus et d'activité ne sont pas stricto sensu équivalentes¹. Cependant, la définition de Tassinari et Martre (2003) a le mérite de définir indirectement la notion de « tâche ». De ces définitions, il en ressort que l'activité est une succession de groupe d'actions réalisées en utilisant des moyens afin de transformer des éléments d'un état initial à un autre. L'activité, à différents niveaux, est composée de tâches suivies d'opérations (cf. fig. 1.2).

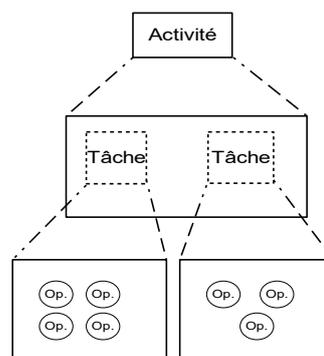


Figure 1.2. Composition de l'activité.

1.1.1.3. Le concept « Processus »

Le concept de processus est une notion qui a été utilisée par plusieurs disciplines (physique, automatisme, sciences sociales, etc.) avant qu'elle ne s'affiche comme un élément central dans l'approche systémique. Même si ce concept a rencontré plusieurs évolutions dans sa définition il s'est rattaché à la notion du temps, car ce dernier est le seul facteur qui permet de percevoir les changements du système (Le Moigne 1994). Plus précisément pour Mahner & Bunge (1997) un processus est une séquence d'évènements. Cette définition qui a servi à construire l'ontologie de Bunge dans le domaine de la métaphysique, procure un intérêt instrumental, puisque elle permet d'appliquer ce concept plus ou moins aisément. En effet, l'évènement a été défini par ces mêmes auteurs comme étant le changement de l'état d'une chose d'un instant à un autre. Les propriétés d'une chose changent dans le temps, ainsi son état change (Mahner et Bunge 1997).

La projection du concept processus dans le domaine de l'organisation et de la gestion de la qualité a généré par ailleurs plusieurs définitions. Selon Vernadat (1999, 8), le processus est un « enchaînement d'activités à exécuter pour atteindre un but donné ». R. Biteau et S. Biteau (1998, 8) le définissent comme « un ensemble d'activités séquencées ayant comme objet le traitement des éléments d'un flux ». Le concept est toutefois historiquement apparu dans les années 1980 par les fondateurs de la gestion de la qualité totale (Demeestère, Lorino, et

¹ Le concept « Processus » est minutieusement défini dans la section 1.1.1.3.

Mottis 2013). La norme ISO 9001 (2000, paragr. 0.2) le décrit comme « Toute activité utilisant des ressources et gérée de manière à permettre la transformation d'éléments d'entrée en éléments de sortie [...] L'élément de sortie d'un processus constitue souvent l'élément d'entrée du processus suivant ».

Nous pouvons considérer selon ces définitions qu'un processus est un groupe d'activités ordonnancées selon une logique qui permettrait de modifier un flux matériel, ou immatériel, en un état ciblé ou demandé.

Bouquin (2001, 31) propose une définition plus large caractérisant l'activité et en même temps la notion de processus. Ainsi, il propose de distinguer un processus par les huit traits suivants :

- « — la nature de la prestation qu'il produit ;
- la liste des activités qu'il comporte ;
- l'identité de son client (ou de ses clients) interne ou externe ;
- le niveau de ressources qu'il consomme ;
- la loi économique de cette consommation [...] ;
- l'évènement qui le déclenche ou ceux qui déclenchent ses activités (on parle d'inducteur d'activité) ;
- la performance qui est attendue en termes de coûts, qualité, délai ;
- l'identité de son responsable. »

Lorino (2001) apporte un élément supplémentaire à la définition, il ajoute la notion de valeur. Il considère que le processus doit produire un résultat qui doit avoir une utilité dans le marché, ou répondre à un besoin. En somme, la valeur au sens de Porter (1998) est particulièrement présente dans la définition de Brandenburg et Wojtyna (2009, 51) qui considèrent le processus comme « un enchaînement d'activités ou d'ensembles d'activités, qui est alimenté par des entrées, qui dispose des ressources et qui ajoute de la valeur par rapport au but pour créer des sorties ».

D'autres auteurs perçoivent le processus comme un ensemble de plusieurs types de modèles de décision dont chacun comporte plusieurs tâches pour le traitement des informations (Moore et Whinston 1987).

Ces définitions expriment un aspect opérationnel et finalisé des activités. Toutefois, le concept processus reste abstrait et plus ou moins difficile à appréhender dans l'organisation de l'entreprise ; notamment, lorsque l'entreprise est traditionnellement décomposée en sections, où on retrouve la notion de fonction, et qui renvoie elle aussi au concept de tâche et d'activité. Les théoriciens s'entendent tout de même sur ces deux derniers concepts comme étant des constituants granulaires avec lesquels l'entreprise peut être représentée. C'est la perception motivée par l'intention de l'analyse qui justifie la distinction entre : fonction, processus, centre de responsabilité et autres décompositions éventuelles de l'organisation. Il est peut-être plus aisé, dans ce cas, de cerner le vocable « Processus » en l'opposant au terme de « Fonction ».

La fonction regroupe plusieurs activités, mais exprime avant tout la distinction des tâches selon des critères permettant de séparer les professions intégrées dans l'organisation. La fonction réunit des activités qui nécessitent des types semblables de compétences, de technologies, et qui font partie du même métier (Lorino 2001). Selon cette vue, l'entreprise met en collaborations différents corps professionnels dont chacun est guidé par un même savoir et régi par des références communes et formelles. C'est cette représentation qu'on retrouve dans la comptabilité analytique en identifiant les sections homogènes. Dans une décomposition fonctionnelle, les parties de l'entreprise sont reliées entre elles par des voies d'autorité hiérarchique, chacune se voit confinée et isolée par des préoccupations qui n'ont trait qu'à leur domaine de compétence. C'est cette approche verticale qui a dominé depuis l'apparition de la théorie des organisations.

Contrairement à la fonction, le processus rassemble des activités qui sont reliées par au moins un flux. Cela suppose que les activités peuvent être de natures différentes, faisant intervenir des savoir-faire distincts. De surcroît, suivant une logique transversale, on pourrait identifier une multitude de processus qui se croisent sur une seule fonction (cf. fig. 1.3).

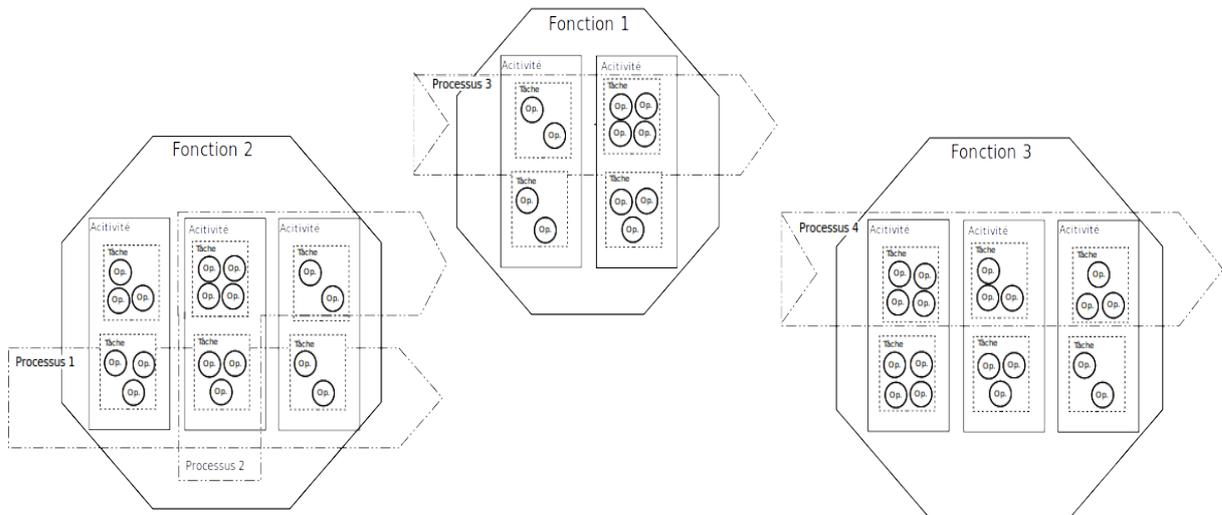


Figure 1.3. Concept processus versus concept fonction.

On pourrait considérer aussi qu'il existe des processus qui dépassent les frontières de l'entreprise. À titre d'exemple, le processus (logistique) qui couvre le flux de matière provenant du fournisseur initial (fournisseur du fournisseur) au client final (le client du client) (Davenport et Short 1990).

Dans une plus large mesure, cette idée nous amène à envisager que tout est processus, et que celui-ci n'a pas vraiment de début et de fin. Du fait que nous sommes dans une perception systémique, un processus évoque un objet abstrait ayant une délimitation attribuée de façon théorique qui varie selon l'intention de l'analyste. Les questions qui en découlent, à partir de ce constat, c'est : pourquoi doit-on procéder à un regroupement des activités ? Et comment définir les frontières du processus ?

En référence à la chaîne de valeur (Porter 1998), l'activité en dehors du sens technique, ne crée pas à elle seule de la valeur pour le client. C'est seulement l'association de celle-ci dans une séquence logique avec d'autres, qu'elle parvient à produire une utilité dont l'utilisateur a besoin (Lorino 2001). Le processus est donc, l'entité génératrice — dans les flux qui la traversent — des éléments qui sont supposés apporter de la satisfaction pour le client. Le client peut être aussi bien interne qu'externe (Davenport et Short 1990).

En développant l'esprit du client à l'intérieur de l'entreprise, tout acteur au sein de l'organisation devient un prestataire. Puisqu'il n'est pas possible de satisfaire chaque client individuellement, le flux réalisé par un processus doit répondre à un ensemble homogène de clients qui expriment le même besoin — le plus souvent désigné par partie prenante. L'ensemble homogène est à son tour un processus qui vient en aval. Ainsi, cette façon de voir les choses constitue le fil conducteur qui permettrait de marquer le début d'un processus et la fin d'un autre.

En outre, la distinction entre les processus autorise l'application de certains critères justifiés par les considérations théoriques mobilisées par l'analyste. L'intérêt, en ce sens, serait de faire une typologie afin de caractériser ces processus.

La notion de processus a été largement utilisée par plusieurs auteurs depuis les années 90. Cependant, même si celle-ci renferme pour la plupart le même sens, la distinction des types reste plus ou moins disparate. La classification des processus nous paraît importante dans la mesure où elle permet de caractériser les parties du « système entreprise » sous une même

appellation qui porte un sens commun. Au-delà de l'intérêt sémantique, la distinction entre genre, classe, catégorie, contribue à traiter des problématiques communes entre unités, qui à elles seules n'ont qu'un faible intérêt. La classification permet également d'apporter des politiques et des dispositifs de gestion différenciés, mais convenables aux spécificités de chaque type de processus. Enfin, il est aussi possible avec la classification de bénéficier des transferts des compétences et d'effectuer un benchmarking efficace (Desreumaux 2005).

Selon la perception théorique des auteurs et leurs préférences d'objet d'étude, on distingue plusieurs typologies. Dans la majorité des cas, la littérature fait la différence entre trois types de processus :

- 1) Les processus métiers ou « *Business process* » : désignés aussi processus de réalisation (Brandenburg et Wojtyna 2009). On peut les identifier dans la structure organisationnelle selon Mintzberg (1982) au centre opérationnel. Les processus métiers correspondent, aux processus opérationnels de l'entreprise. Selon Vernadat (1999), ils comprennent les activités de conception, d'approvisionnement, d'usage, d'assemblage, et de fabrication de manière générale. En résumé, les processus métiers traduisent les fonctions qui interviennent directement sur les ressources d'intrant pour les transformer en ressources d'extrait. Ils créent de cette manière de la valeur pour le client (Brandenburg et Wojtyna 2009) ;
- 2) Les processus supports : ce sont les processus de soutien et d'appui aux autres processus, en particulier aux processus métiers. Autrement dit, ces processus correspondent aux fonctions qui doivent entretenir, ou satisfaire en ressources les autres processus (Brandenburg et Wojtyna 2009). Ainsi, on retrouve parmi ces fonctions la maintenance, la gestion des ressources humaines, la recherche et le développement Porter (1986). Toutefois, les processus de supports peuvent être exécutés par d'autres entreprises, et ce, dans le cadre d'une sous-traitance. Ils deviennent, ainsi, au sein de ces dernières des processus métiers. Les processus de soutien ont la particularité de produire une valeur qui n'est pas directement perceptible par le client final (ou le client externe), mais plutôt par les processus métiers qui peuvent être considérés comme les clients internes de l'entreprise ;
- 3) Les processus de pilotage : ils correspondent, en revenant à la structure organisationnelle de Mintzberg (1982), aux fonctions du sommet stratégique de la ligne hiérarchique et de la technostructure. Ce sont ainsi des processus de management et de décisions, qui déterminent globalement les objectifs et leur façon d'y parvenir. On retrouve parmi ces processus : la planification stratégique, l'instauration des méthodes de fabrication, l'ordonnancement de la production, etc. Selon Lorino (2001), les processus de pilotage sont les processus qui participent à la réalisation de la stratégie en apportant un avantage concurrentiel à l'entreprise. Ces processus participent à la création de la valeur, et de ce fait, ils influent directement sur la performance de l'entreprise. Ce type de processus représente une clé de voute qui relie la stratégie à la performance. La performance est expliquée conformément au raisonnement stipulant que les processus produisent des résultats pour atteindre les objectifs stratégiques. Le même auteur propose, dans ce cadre, de les identifier sous le nom de processus stratégiques, et suggère deux critères pour les caractériser. En cela, les processus stratégiques doivent être :
 - i) Critiques : ayant une conséquence identifiable sur une performance considérée comme stratégique. Il est possible, à travers ces processus, de tirer avantage des opportunités qui se présentent, ou d'éviter les menaces perçues par l'entreprise ;
 - ii) Générateurs d'avantages concurrentiels défendables : autrement dit il s'agit des activités stratégiques qui instaurent les facteurs clés de succès, et qui ont un impact positif sur la performance et la réussite de l'entreprise. L'avantage concurrentiel peut être concrétisé en outre, selon les modalités suivantes :

- a) par une maîtrise locale d'un processus en conséquence d'une bonne organisation des activités,
- b) par une maîtrise globale des processus, conformément à une bonne coordination et une gestion efficace dans le quotidien,
- c) par une configuration et un agencement particuliers des processus dans lesquelles les fournisseurs et les clients peuvent y jouer un rôle important (autrement dit, adopter une gestion particulière de la chaîne logistique).

Lorino (1995) par ailleurs, propose une typologie selon le type de client auquel le processus rend service. Il distingue de cette façon, les processus primaires et les processus secondaires :

- 1) Les processus primaires : représentent tous les processus qui sont en relation avec le client externe de l'organisation, comme :
 - i) les processus de production : fabrication des produits ou service,
 - ii) les processus logistiques : transport et stockage,
 - iii) les processus de conception : développement de nouveaux produits,
 - iv) les processus de vente : commercialisation du produit,
 - v) les processus transactionnels : facturation, recouvrement, traitement des réclamations, demande de renseignement, etc. ;
- 2) Les processus secondaires : ils concernent les processus qui ont un client interne. Ce sont :
 - i) les processus de gestion des ressources : comme la gestion des ressources humaines, la gestion des systèmes d'information, la gestion des équipements, la gestion des immobilisations ;
 - ii) les processus d'amélioration et de diffusion des méthodes : ces processus mettent en application différentes techniques comme les méthodes de qualité, méthodes de résolution des problèmes, les méthodes d'organisation et de gestion, l'élaboration des modes opératoires.

Van der Aalst (1998) apporte une autre classification des processus selon laquelle le niveau de standardisation de traitement des événements est l'élément qui distingue les types de processus. Selon ce critère, il est possible de distinguer deux classes majeures de processus :

- 1) Les processus non structurés : ce sont les processus basés sur la coopération et l'échange d'information, mais qui ne déterminent pas une séquence particulière des opérations pour le traitement des événements. Ces processus ne sont pas définis de façon formelle, car ils se caractérisent par une haute variabilité ;
- 2) Les processus plus ou moins structurés : ce sont les processus qui sont mieux explicités par rapport au type précédent. Lorsqu'ils sont définis par une procédure formelle ils deviennent des processus hautement structurés.

1.1.2. Les facettes du management par les processus

La perspective orientée processus a trouvé plusieurs échos au sein de la communauté scientifique et professionnelle. Plusieurs efforts d'emploi de ses concepts sur l'organisation sur le plan théorique et empirique ont permis de faire valoir différentes expressions de cette optique. Elles se sont traduites, par la suite, en véritables disciplines comme la gestion de la chaîne logistique. Cette section présente, donc, les déclinaisons du management par les processus (Becker, Rosemann, et von Uthmann 2000) qui se sont exprimés par :

- ◆ La gestion de la qualité totale — *Total Quality Management* (TQM) : la littérature sur la qualité a été l'élément introducteur de l'approche par les processus et du management par les processus (Davenport et Short 1990). Elle est considérée comme une philosophie managériale basée sur 12 facteurs : l'engagement de la direction, l'adoption et la communication du TQM, création d'une relation bénéfique avec les clients, création d'une relation coopérative avec les fournisseurs, l'instauration du benchmarking, l'entraînement intensif, la mise en place d'une organisation ouverte

(relaxation de la hiérarchie, communication horizontale), autonomisation des employés, l'adoption de la mentalité du zéro défaut, flexibilité de la production, amélioration des processus, et la réalisation de la mesure. Elle trouve ses origines dans le Japon qui a commencé par le développement du contrôle statistique des processus et l'enseignement du modèle de Deming (Powell 1995). Puis, un nombre important d'outils méthodologiques ont été conçus pour traiter des sujets particuliers reliés à la qualité au sens large. Les différents apports du courant de la qualité ont contribué à la maturité des connaissances pour constituer, en fin de compte, une discipline à part entière qui s'est revendiquée sous le nom du TQM. Celui-ci est caractérisé par une quête constante de l'amélioration pour toutes les parties prenantes de l'organisation en adoptant quatre préceptes selon Kanji et Asher (1996) :

- ▶ ravir le client (interne et externe),
 - ▶ effectuer une gestion par les faits,
 - ▶ adopter un management basé sur les personnes,
 - ▶ suivre le cycle de l'amélioration continue ;
- ◆ La refonte de l'entreprise (Hammer, Champy, et Le Séac'h 2000) : désignée aussi par le BPR (*Business Process Re-engineering*), elle constitue une nouvelle vision du management qui renonce aux principes traditionnels enseignés dans la gestion pendant des décennies. Elle s'oriente vers un autre modèle d'entreprise adapté au contexte actuel. Sa perception ultraciste, rapportée par Hammer et Champy dans le début des années 90, est accompagnée d'une procédure radicale qui consiste à remettre à plat l'organisation pour la renaître de ses cendres. La finalité est de reconstruire une autre organisation qui est meilleure, plus efficace et plus efficiente, en somme plus performante, capable de s'adapter au changement de son environnement pour éviter de disparaître. L'idée générale du BPR est basée sur l'approche par processus, abandonnant de la sorte la perception traditionnelle et fonctionnelle de la division du travail. Elle exerce aussi une rupture avec les anciennes routines, pratiques organisationnelles et hypothèses perçues comme obsolètes. Sa méthodologie s'articule en posant une question récurrente qui consiste à se demander pourquoi les choses sont appliquées de la sorte dans une organisation. La méthodologie est aussi accompagnée d'une panoplie d'outils qui supportent les étapes de la refonte organisationnelle. Recommencer à zéro le fonctionnement de l'organisation suppose reconfigurer les processus métiers de façon à ce qu'ils créent réellement de la valeur pour le client. Pour cela, le BPR pose les principes suivants :
- ▶ désigner pour chaque processus un propriétaire (chargé de cas ou équipe de cas),
 - ▶ attribuer aux employés dans les processus opérationnels le droit de prendre les décisions sans passer par la hiérarchie,
 - ▶ transformer à chaque fois qu'il est possible l'ordre séquentiel des activités en une organisation parallèle,
 - ▶ constituer plusieurs versions du processus au lieu d'un seul standard,
 - ▶ délocaliser certaines activités vers le fournisseur ou le client,
 - ▶ réduire les points de contrôle qui sont considérés sans valeur ajoutée,
 - ▶ comprimer les activités de rapprochement, comme le pointage comptable, instaurer un système d'organisation croisé entre le hiérarchique et l'hétérarchique (organisation *holarchique*) ;
- ◆ *Process Innovation* : c'est une approche développée par Davenport (1993) qui met les TIC au centre de la refonte des processus métiers de manière à améliorer spectaculairement la performance de l'organisation. Il s'agit en particulier de combiner l'approche par processus avec des procédés d'innovation pour réduire les coûts et les délais, accroître la qualité et la flexibilité en plus des services. L'approche s'est inspirée du domaine de l'ingénierie, des idées sur la qualité, de la systémique, de l'école sociotechnique et du rôle des TIC dans la compétitivité des organisations.

Elle s'apparente au BPR qui est apparu en même temps, et se distingue en essence des programmes d'amélioration continue qui apportent de légères améliorations. Le *process innovation* est donc radical, structurel discret, long, inter-fonctionnel, focalisé sur les TIC comme leviers, et accompagné d'énormes enjeux (grands gains précédés par un grand risque). Cependant, il peut être appliqué conjointement et de façon complémentaire aux programmes d'amélioration continue. *Process Innovation* est aussi un moyen servant à améliorer la coordination entre les différentes parties de l'organisation. Il est de ce fait un outil qui permet de mieux gérer les interdépendances. Son approche est développée selon une démarche qui suit cinq étapes (Davenport 1993) :

- i) identifier les processus à innover,
 - ii) déterminer les leviers du changement,
 - iii) développer une vision de processus,
 - iv) comprendre les processus actuels,
 - v) concevoir et réaliser un prototype du nouveau processus ;
- ◆ La gestion intégrée de l'entreprise : ce domaine est récent et fait partie de l'ingénierie des entreprises. Il propose plusieurs cadres d'architecture de l'entreprise : CIMOSA, PERA, GRAI, ARIS, Zachman, TOGAF, etc. L'architecture de l'entreprise élabore des concepts d'affaires de base liés à la conception de l'entreprise. Elle établit des règles de liens entre ces concepts et les présente de la même manière qu'un produit. L'entreprise passe à travers cette approche par plusieurs stades pour assurer son évolution et adaptation à son environnement externe¹ et interne². L'architecture de l'entreprise est en résumé un cycle de vie appliqué à l'entreprise, souvent représentée dans un diagramme appelé référentiel d'architecture de l'entreprise. Celui-ci définit les relations et l'échange d'information entre les activités du cycle de vie. Ce dernier inclut généralement les phases suivantes : en premier l'identification, puis la conception, la stratégie, la mission et les valeurs de l'entreprise, et enfin le démantèlement qui est en quelque sorte le remplacement de l'entreprise actuelle par la nouvelle conçue. L'architecture d'entreprise joue le rôle d'un conteneur conceptuel qui fait partie d'un corpus plus large, comprenant des méthodologies et des outils. Cet ensemble compose ce qui est connu par le cadre d'architecture de l'entreprise³ ;
 - ◆ *Activity Based Costing* et *Activity Based Management* (ABC/ABM) : ABC est avant tout une méthode de la comptabilité de gestion centrée sur le calcul du coût. Elle est considérée au même titre que la gestion de la qualité totale comme faisant partie des méthodes de l'amélioration continue qui apporte des progrès de manière incrémentale et constante (Davenport 1993). Le principal raisonnement qui soutient la méthode consiste à considérer le produit réalisé par un processus comme étant l'objet qui consomme les activités, et que les activités à leurs tours consomment les ressources (Horngren et al. 2009). La méthode commence par l'élaboration d'un modèle de processus (une cartographie) qui représente un certain nombre d'activités identifiées dans l'entreprise, puis définit un inducteur de coût (unité d'œuvres) pour chaque activité. Le coût des activités est déterminé en fonction de la consommation des inducteurs de coût dans une fonction mathématique — le plus souvent linéaire — avec laquelle une relation de causalité est constatée. Le coût total du processus est la somme des coûts d'activité déclenchée dans une période de calcul (Grabinski 2007). ABM pour sa part, découle directement de ABC afin d'évaluer et améliorer la performance des activités en termes de coût. Elle s'intéresse particulièrement au contrôle de la chaîne de valeur (Brandenburg et Wojtyna 2009). Elle permet de savoir si une activité crée ou non de la valeur, et par la suite de décider son devenir (suppression ou

¹ Progression technologique, notamment des nouvelles TIC.

² Nouvelle orientation stratégique, nouvelle politique, nouveaux objectifs.

³ Voir le chapitre 2 sur ce sujet.

remplacement). De manière générale, ABM prend toutes les mesures qui permettent d'améliorer la performance de l'organisation en se basant sur le coût d'activité comme information de base ;

- ◆ Le management du workflow : Le développement des systèmes de management du workflow a débuté dans les années 70 avec les travaux d'Ellis (*OfficeTalk*), de Zisman (*Scoop*), et a retrouvé un engouement dans les années 90, après avoir dépassé certains problèmes conceptuels. Ses applications restaient toutefois limitées aux banques et assurances (Van der Aalst 2005). Le workflow est défini selon WfMC (1999, 8) comme « un outil informatique dédié à la gestion des procédures. Cet outil définit, gère et exécute des procédures en exécutant des programmes, dont l'ordre d'exécution est pré défini dans une représentation informatique de la logique de ces procédures ». Le management du workflow a pour fonction de soutenir la définition, l'affirmation, l'exécution et le contrôle des processus. Il s'assure que la bonne activité est réalisée par la bonne personne au bon moment. Le workflow s'oppose à la notion de collaboration et exerce des opérations qui suivent une logique séquentielle, parallèle, conditionnelle ou itérative. Les systèmes de workflow sont néanmoins rigides lorsqu'ils imposent une logique séquentielle au processus (Van der Aalst 1998) ;
- ◆ La gestion des processus métiers : la gestion des processus métiers connus sous le nom de BPM (*Business Process Management*) est considérée comme l'évolution de l'approche du management par les processus après le workflow (Kim et al. 2005). Le BPM s'occupe de la gestion des processus internes et trans-organisationnels en utilisant des méthodes et outils supportant la conception, l'exécution et l'analyse des processus métiers (Pourshahid et al. 2009). Il est considéré comme la nouvelle approche de coordination organisationnelle qui permet d'améliorer la performance (Davenport et Short 1990). Selon Hammer (2015), les origines du BPM reviennent au TQM et au BPR. Il constitue en réalité une jonction de leurs principes et une version améliorée des deux. Il est perçu comme la troisième vague de l'évolution du management par les processus (Ould 2005). À vrai dire, le BPM se distingue du BPR par le fait que ce dernier aborde le changement organisationnel de façon radicale et révolutionnaire impliquant la refonte totale du métier de l'entreprise, alors que le premier initie le changement de manière constante et continue (Vergidis, Turner, et Tiwari 2008). Le BPM se veut dépasser les limites du TQM qui porte une attention sur les processus de manière fragmentée sans les considérer d'un point de vue holistique. Il se focalise en outre sur l'amélioration de leur exécution au lieu de leur conception (structure interne) (Hammer 2015). Le BPM est orienté vers la satisfaction du client. Il est également centré sur la gestion et l'amélioration de la performance des processus. Cette gestion est articulée suivant un cycle qui commence par la modélisation des processus métiers (HE et al. 2010) et se termine par la mesure de la performance et l'amélioration du fonctionnement des activités (Pourshahid et al. 2009). Ce cycle est inspiré de la roue de Deming *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) selon une boucle d'amélioration continue (Hammer 2015) ;
- ◆ L'entreprise virtuelle : Certaines entreprises adoptent, contrairement à des stratégies classiques d'expansion par l'intégration amont et aval, des stratégies de coopération étroite entre elles. Ces entreprises interreliées constituent un réseau par lequel passent différents flux. La masse globale de ces entités, qui s'établissent sur l'échange d'information et sur une collaboration de haut niveau, est perçue comme une seule entreprise dite virtuelle. La gestion de la chaîne logistique est considérée d'ailleurs comme une manière de coordonner les entreprises virtuelles;
- ◆ La gestion de la chaîne logistique : le sujet de la chaîne logistique dans le monde des organisations est relativement nouveau (Balfaqih et al. 2016), et propose différents niveaux de vue pour la gestion (Thierry, Thomas, et Bel 2008) :
 - ▶ une vue interne qui concerne les processus contenus dans l'organisation,

- ▶ une vue externe se portant sur les liens de l'organisation avec ses tiers,
- ▶ une vue réseau couvrant un ensemble d'entreprises ;

Des standards de gestion, comme le modèle SCOR (cf. sect.1.1.3.4), qui est considéré par Stewart (1997) comme la suite logique du BPR, ont émergé pour assister le développement d'un système performant et complet. S'appuyant sur les principes du management par les processus et la dynamique des systèmes, et en étant soutenue par les nouvelles TIC, la gestion de la chaîne logistique s'est transformée en un véritable paradigme dont les fondements et stratégies sont explicités dans la section 1.2 et 1.3.

Notons que les méthodes ou domaines évoqués ne sont pas cloisonnés. Chacun d'eux exploite ou intègre certaines connaissances des autres, et partage avec eux certains principes comme celui d'abandonner la perception verticale de l'organisation (ensemble de fonctions compartimentées). Ceci rend parfois leurs frontières vagues bien qu'elles ont été établies. Nous pouvons citer en particulier le rapprochement entre les domaines suivants : le *process innovation*, le BPR, le BPM, et le SCM.

1.1.3. Référentiels du management par les processus

Un référentiel est un guide établi par des professionnels ou par des académiciens faisant état des bonnes pratiques dans un domaine particulier. Il propose des modèles ou des outils pour mesurer et optimiser les activités. Il permet de ce fait d'élaborer aisément une comparaison entre les processus et d'apporter des améliorations.

Comme nous l'avons vu dans les titres précédents, le courant de la qualité a été l'initiateur du management par les processus. Les tenants du TQM ont établi pour régler les anomalies d'une entreprise une démarche qui permet d'améliorer, en matière de qualité, les systèmes de l'organisation de façon continue. Sont alors apparus des organismes voulant aller plus loin en formalisant les systèmes de l'entreprise et en construisant des cadres, ou des modèles référentiels. Quelques-uns sont parvenus à produire des normes sur lesquelles des certifications sont délivrées (Demeestère, Lorino, et Mottis 2013). Nous citerons dans ce qui suit quelques référentiels qui ne touchent pas seulement l'aspect de la qualité, mais aussi l'aspect organisationnel et managérial.

1.1.3.1. L'ISO 9004

L'ISO 9004 fait partie de la famille des normes du fameux *International Organization for Standardization* (ISO) qui adopte une démarche particulière pour la gestion du système de la qualité (ISO 9001), pour la gestion de l'environnement (ISO 14000), pour la gestion des risques (ISO 31000), et pour bien d'autres domaines. ISO 9000 est considérée comme une partie intégrante du TQM qui de plus permet de se concentrer sur la détection des erreurs dans une logique préventive (Boys, Karapetrovic, et Wilcock 2004). L'organisme ISO est l'un des pionniers de l'approche par les processus. Cette dernière est considérée comme un principe méthodologique répandue dans la norme ISO 9001. Cependant, la norme ISO 9004 procure une perspective plus large qui intègre la norme ISO 9001. Le référentiel répond aux évolutions de l'environnement de l'organisation qui exige des performances durables. Pour cela, il fournit les lignes directrices, selon une vue qualité, pour l'amélioration continue et systématique des performances globales de l'entreprise, et ce, en mettant l'accent sur les besoins des acteurs internes et externes de l'organisation. L'ISO 9000 traite l'assurance qualité alors que l'ISO 9004 est portée sur la gestion de la qualité. Ainsi, ce dernier complète le système de gestion de la qualité par un ensemble de concepts et de raffinement. Il inclut la notion de satisfaction des parties prenantes (fournisseurs, investisseurs, employés et les partenaires) et la notion d'efficacité en plus de l'efficacité lorsqu'il traite le volet de la performance. L'ISO 9004 stipule que le système de gestion de qualité, qui est implémentée par son guide, ne doit pas se conformer dans sa forme à un standard universel. Il est plutôt

adapté aux particularités de l'organisation. Dans sa première version (ISO 9004 : 2000), il propose d'agir sur huit déterminants pour améliorer la performance (Boys, Karapetrovic, et Wilcock 2004) :

- 1) L'organisation focalisée sur le client ;
- 2) Le leadership ;
- 3) L'implication des employés ;
- 4) Le bénéfice mutuel avec les fournisseurs ;
- 5) L'approche processus ;
- 6) L'approche système pour la gestion ;
- 7) L'amélioration continue ;
- 8) L'approche factuelle pour la prise de décision.

ISO 9004 est matériellement un guide composé de quatre chapitres comprenant un ensemble de lignes de conduite (Boys, Karapetrovic, et Wilcock 2004) :

- 1) La responsabilité de la direction : cette première partie met l'accent sur le rôle du leadership et du sens de l'engagement de la direction dans l'accompagnement du projet d'implémentation d'un système de gestion de la qualité. La norme incite la direction à :
 - i) identifier les besoins des parties prenantes,
 - ii) regarder l'entreprise comme un réseau de processus,
 - iii) adopter une réflexion basée sur la mesure de la performance,
 - iv) déterminer et communiquer les objectifs de la politique qualité, puis à les formaliser en un plan d'action,
 - v) définir les autorités et les responsabilités.
- 2) La gestion des ressources : la ligne de conduite en cette matière dicte à la direction comment rendre disponibles les moyens nécessaires à la réalisation de l'objectif de l'organisation. Ainsi, les ressources considérées sont les employés, l'infrastructure, l'information, les conditions de travail, les fournisseurs et les partenaires ;
- 3) La réalisation du produit : cette section parle de tous les processus de l'organisation : conception, production, achat, etc., et met l'accent sur la nécessité de planifier, de documenter, de mesurer, de vérifier, et de valider les processus et leurs résultats ;
- 4) La mesure, l'analyse et l'amélioration : selon la logique du cycle d'amélioration PDCA, les résultats de la mesure et de l'analyse sont considérés comme un feed-back qui permet d'entamer les initiatives d'amélioration. À ce propos, les recommandations sont fournies pour effectuer la mesure, la surveillance, la vérification des anomalies et l'analyse des données.

Cet ensemble est aussi accompagné de directives qui permettent à l'organisation d'évaluer le niveau de maturité du système de gestion de la qualité. Toutefois, selon Boys, Karapetrovic, et Wilcock (2004) les organisations qui embrassent l'EFQM sont plus aptes à atteindre l'excellence que ceux qui adoptent l'ISO.

1.1.3.2. L'EFQM

L'EFQM (*European Foundation for Quality Management*) est l'application du TQM sous une forme adaptée au contexte européen. Il a été constitué pour améliorer la compétitivité des organisations publiques ou privées. EFQM propose ce qui est connu par un cadre pour le *business excellence*, autrement dit un modèle de gestion pour atteindre l'excellence managériale (Moradi-Moghadam, Safari, et Maleki 2013). Il se présente comme un plan d'amélioration accompagnée d'un système de surveillance du progrès. Il inclut en cela, la recherche et la détermination des opportunités d'amélioration, le benchmarking et un mode d'apprentissage organisationnel (Boys, Karapetrovic, et Wilcock 2004).

L'EFQM comprend, en tant que consortium, un nombre important de grandes entreprises, lesquelles leur sont attribuées trois niveaux d'excellence : engagement, reconnaissance et

gagnant (Boys, Karapetrovic, et Wilcock 2004 ; Moradi-Moghadam, Safari, et Maleki 2013). Les organisations adhérentes sont soumises, à vrai dire, à un cadre constitué de quatre composantes (Moradi-Moghadam, Safari, et Maleki 2013) :

- 1) Huit concepts fondamentaux ;
- 2) Des indicateurs de mesure ;
- 3) Un modèle d'évaluation de la maturité des processus métiers désigné par RADAR.

Ces organisations doivent aussi suivre les huit principes de l'EFQM pour atteindre l'excellence poursuivie (Moradi-Moghadam, Safari, et Maleki 2013), à savoir :

- 1) La focalisation sur le client ;
- 2) Le leadership et la constance du but ;
- 3) Le développement et l'implication des employés ;
- 4) Le développement du partenariat ;
- 5) L'orientation sur les résultats ;
- 6) L'apprentissage continu, l'innovation et l'amélioration ;
- 7) La gestion par les processus et les faits ;
- 8) La responsabilité publique.

1.1.3.3. Process Classification Framework

Process Classification Framework[®] (PCF) est un standard de catégorisation des processus qui permet de faire un benchmarking entre les organisations. Le cadre a pour finalité de fournir un moyen de comparaison des performances issues des processus selon une nomenclature bien définie, et nantie d'indicateurs de mesure appropriés. L'idée principale du PCF consiste à ne pas restreindre une organisation à faire une comparaison dans son propre secteur, et lui permettre de faire un rapprochement entre des processus analogues quel qu'elle soit l'origine de l'organisation.

Depuis son développement par APQC en 1992, le PCF a connu plusieurs révisions avec une dernière version, sous la référence 7.2.0 qui date de 2018. Précisons qu'APQC est une organisation à but non lucratif assez ancienne — fondée en 1977 — et qui apporte une assistance à plusieurs entreprises et institutions dans le monde. Le PCF est structuré en substance à travers cinq niveaux de hiérarchisation des processus (APQC 2018) :

- 1) La catégorie : elle représente le macro-processus du haut niveau. Le PCF en compte 13 classes :
 - i) développer une vision et une stratégie,
 - ii) développer et gérer les produits et services,
 - iii) commercialiser et acheter les produits et services,
 - iv) livrer les produits physiques,
 - v) délivrer les services,
 - vi) gérer le service client,
 - vii) développer et gérer le capital humain,
 - viii) gérer la technologie de l'information,
 - ix) gérer les ressources financières,
 - x) acquérir, construire et gérer les actifs,
 - xi) gérer les risques de l'entreprise, la conformité, la remédiation, et la résilience,
 - xii) gérer les relations externes,
 - xiii) développer et gérer les capacités ;
- 2) Le groupe de processus : il désigne sous un même nom un ensemble de processus ;
- 3) Le processus : il représente une variante du deuxième niveau et constitue l'élément central du fonctionnement de l'organisation ;
- 4) L'activité : elle correspond à l'évènement qui déclenche le processus ;
- 5) La tâche : elle définit la décomposition de l'activité et représente le niveau atomique

d'une description. La tâche est l'élément qui différencie vraiment les organisations, car elle varie selon leurs spécificités.

Les classes de processus évoquées leur sont attribuées un numéro spécifique et une désignation dans chaque niveau (voir l'exemple de la table 1.1). Sachant que chaque niveau est relié à un autre type particulier dans un niveau supérieur, la numérotation d'un processus quelconque est une concaténation des niveaux supérieurs et de l'identifiant numérique de celui-ci. Ainsi, le déplacement d'un niveau vers un autre en dessous constitue un raffinement de la classe de processus se trouvant dans le niveau supérieur.

Table 1.1. Extrait du *Process Classification Framework*

Niveaux	Intitulé du niveau	Numéro de la classe	Intitulé du processus (exemple)
Niveau 1.	Catégorie	1	Développer une vision et une stratégie
Niveau 2.	Groupe de processus	1,2	Développer une stratégie
Niveau 3.	Processus	1.2.8	Développer une stratégie d'expérience client
Niveau 4.	Activité	1.2.8.1	Évaluer l'expérience client
Niveau 5.	Tâche	1.2.8.1.3	Effectuer une analyse profonde des causes des expériences client problématiques

Source : Adaptée de APQC 2018, 3.

Le PCF permet par la suite d'utiliser le *Open Standard Benchmarking*[®] (OSB), qui est un corpus fourni gratuitement et mis à jour régulièrement, pour faire le rapprochement entre la performance de l'organisation et celle des autres adhérents au consortium (APQC 2018). Toutefois, même si le PCF et le OSB sont fournis gracieusement, les lignes de conduite et les recommandations dédiées à l'amélioration de la performance restent une propriété de APQC inaccessible.

1.1.3.4. Le modèle SCOR

Dans le domaine de la gestion de la chaîne logistique, les référentiels sont des supports principaux à partir desquels des auditeurs proposent des recommandations d'amélioration ou des suggestions d'optimisation des processus. Parmi ces référentiels, on dénombre le modèle SCOR (*Supply Chain Operations References*) qui a été le pionnier en son genre (Stewart 1997) et le plus prépondérant en la matière. Il a le mérite de proposer un cadre de gestion, un guide d'amélioration, un système de mesure de la performance, et de surcroît une certification de maîtrise délivrable aux auditeurs.

Le modèle SCOR a été élaboré par le SCC (*Supply Chain Council*) — organisme fondé en 1996 par deux sociétés de conseil — PRTM et AMR — et un ensemble de compagnies leaders, de classe mondiale (Stewart 1997). Le consortium rassemble un nombre important d'adhérents (plusieurs centaines) parmi eux de grandes entreprises nord-américaines en font partie comme : Xerox, Texas instrument, Kodak, ainsi que des éditeurs de progiciels de gestion de la chaîne logistique renommés comme : Manugistics, 12 technologies, SAP et Oracle. Le SCC regroupe aussi plusieurs institutions universitaires (Pimor 1998). En 2014, il a fusionné avec APICS (*American Production and Inventory Control Society*) pour devenir jusqu'à aujourd'hui APICS SCC (APICS Supply Chain Council 2019).

Bien que le cadre soit conçu pour des entreprises essentiellement industrielles, il n'en reste pas moins que SCOR est adapté pour tout type d'organisation — c'est un cadre générique (Harmon 2002) d'une portée intersectorielle (Stewart 1997). Il présente, un ensemble de briques de constructions abstraites permettant d'illustrer la configuration d'une chaîne logistique typique (cf. fig. 1.4, p. suiv.). Plusieurs versions ont été produites depuis l'apparition de la première mouture du cadre. Actuellement, il est à sa 12^e édition.

SCOR est en fait une méthodologie qui a pour but de diagnostiquer puis d'optimiser la chaîne logistique à partir d'un standard unique (Harmon 2002 ; Ntobe et al. 2015). Il instaure, après l'analyse de la chaîne logistique, un mécanisme de planification et un tableau de bord logistique, puis il établit des normes tirées des meilleures pratiques dans le domaine (Pimor

1998). L'établissement d'un outil de pilotage des processus logistiques appuyé par un benchmarking est au cœur même de sa composition (Pimor 1998).

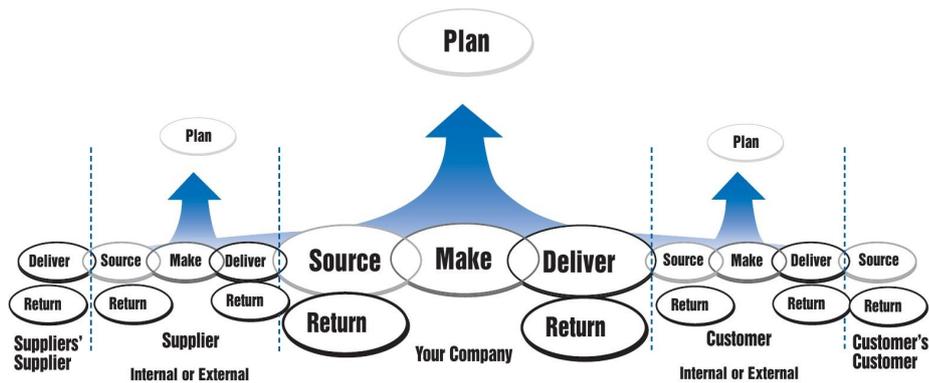


Figure 1.4. Le référentiel SCOR version 5. Par Supply-Chain Council 2006, 3.

Au-delà d'une catégorisation académique des activités en processus opérationnels, de pilotage, et de soutien, SCOR fournit une distinction plus rigoureuse et plus raffinée sur plusieurs niveaux de description. En effet, le modèle distingue les processus opérationnels, au plus haut niveau, en processus de planification, d'approvisionnement, de production de distribution, et de retour.

La méthodologie SCOR est enclenchée juste après avoir déterminé les objectifs en termes de temps de cycle, de qualité, de coût et de satisfaction du client (Pimor 1998). Sa démarche se déroule selon une logique descendante articulée par les phases suivantes¹ (Pimor 1998; Harmon 2002; Paul et Laville 2007; Allab et al. 2000; Stewart 1997; Supply Chain Council 2006) :

Phase 1. Capturer l'état actuel : il s'agit d'effectuer une analyse de l'existant qui s'établit par certaines étapes qui ne sont autres que le passage d'un niveau à un autre du cadre SCOR :

Étape 1. Identification des différents processus stratégiques : suivant le premier niveau de sa typologie des processus, SCOR reconnaît 6 types de processus logistiques auxquels on essaiera de les identifier dans l'organisation étudiée et constituer ainsi un aperçu global de la chaîne logistique. Ces processus sont :

- 1) le processus de planification noté « P » du terme *Plan*,
- 2) le processus d'approvisionnement noté « S » du terme *Source*,
- 3) le processus de production noté « M » de *Make*,
- 4) le processus d'Activation noté « E » de *Enable*,
- 5) le processus de livraison noté « D » de *Deliver*,
- 6) le processus des retours noté « R » de *Return* ;

Étape 2. Détermination de la configuration des processus : selon le deuxième niveau du cadre on essaiera de déceler dans chacun des types du premier niveau les variantes désignées par catégorie de processus, par exemple :

- 1) approvisionnement sur stock noté S1, ou approvisionnement à la commande noté S2 pour le processus d'approvisionnement,
- 2) production sur stock notée M1, ou production sur commande notée M2 pour le processus de production,
- 3) livraison sur stock notée D1 ou Livraison à la commande notée D2 pour le processus de livraison ;

Étape 3. Raffinement en élément de processus : on effectue le même examen précédent, en s'appuyant sur le troisième niveau considéré comme opérationnel et

¹ Les phases et les étapes ont été rassemblées et adaptées de la revue de littérature et non pas été explicitement formulées avec la manière qui est présentée dans ce texte.

avec lequel on détectera les éléments des processus. Dans cette étape, il est question de définir les métriques de la performance qui vont constituer le tableau de bord du pilotage (cf. sect. 4.2.2.2.5). Toutefois, il est possible de passer au niveau subséquent de description (niveau 4). Il est reconnu par le niveau d'implémentation, et n'est pas standardisé du fait qu'il sort de la portée du cadre. Sur ce niveau, il est possible d'utiliser une technique de modélisation des processus métiers pour établir une représentation plus rigoureuse des processus. Cela permet de décomposer les éléments des processus et établir la séquence des flux des travaux. Le niveau le plus bas décrit ainsi les opérations élémentaires des processus, et leur manière d'exécution qui sont spécifiques à chaque entreprise. Il est conseillé d'utiliser une technique de modélisation pour effectuer cette procédure (cf. chap. 2) ;

Phase 2. Effectuer un benchmarking : ce stade de la méthodologie consiste à réaliser un étalonnage de la performance opérationnelle et à définir des objectifs tirés des *best-in-class* (meilleurs performeurs) ;

Phase 3. Définir et réaliser la chaîne logistique cible : dans cette dernière phase, trois étapes doivent être suivies :

Étape 1. Identification des meilleures pratiques de management et les solutions informatiques : pour cela les objectifs sont assignés, les meilleures pratiques et les indicateurs de performance sont décelés à partir d'une liste proposée par le cadre. Les différentes TIC nécessaires à l'instauration de ces derniers pour chaque type de processus sont également précisées ;

Étape 2. Constituer le modèle de référence : l'ensemble des éléments déterminé par l'étape précédente sont formalisés en un modèle cible qui constituera l'état futur et désiré pour la chaîne logistique ;

Étape 3. Implémenter et ajuster le système : il s'agit de prioriser l'implantation des pratiques de références identifiées en fonction de leur impact stratégique, et d'aligner les fonctions de l'organisation.

En résumé, SCOR est fondé sur l'association du BPR avec le benchmarking et la mesure de la performance (Supply Chain Council 2006). La combinaison de 231 types de processus¹ permet de constituer une architecture de processus métiers, pour ainsi la qualifier de quasi-idéal type. Sur celle-ci sont évaluées et ajustées des entreprises comparables. SCOR permet, en outre, de détecter les redondances tout le long de la chaîne logistique. Il propose même un outil de pilotage de la performance qui a été adopté par les grands concepteurs de l'ERP (Pimor 1998). Il est actuellement le référentiel le plus réputé, probablement en raison de l'étendu de sa portée qui couvre aussi bien le coût, la qualité de service, l'innovation, et les préoccupations écologiques.

1.2. Fondements de la gestion de la chaîne logistique

Le développement de la logistique a été grandement influencé par les effets de la mondialisation et le développement des technologies de l'information et de communication qui ont motivé les entreprises à développer leurs business au niveau international (Gunasekaran, Patel, et McGaughey 2004 ; Wen 2014).

Selon Ballou (1978), « Le concept de logistique résulte d'une évolution mutuelle de la pensée sur le management » (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998, 16). La logistique qui ne concernait auparavant qu'une partie de la fonction marketing s'est imposée graduellement par une série de reconnaissances, lui conférant aujourd'hui une place importante dans le management des entreprises. Fortement influencée par l'approche processus, la logistique évolua dans le même sens que le management des processus pour finalement s'en imprégner, et déboucher sur la

¹ Dénombrés de la version 11.

notion de SCM (*Supply Chain Management*).

Dans la nécessité d'éclaircir la notion de logistique qui s'est transformée aussi bien dans son sens¹ que dans ses principes et outils, la première partie de cette section évoque l'évolution et la distinction du SCM à celui d'où il découle. La section révèle dans la deuxième partie l'ensemble de ses différents principes, et en troisième partie l'intégration du SCM.

1.2.1. Évolution de la logistique

Selon le dictionnaire, le Petit Robert (Nouv. éd. rev., corr. et mise à jour en 1989, s. v. « logistique »), le terme logistique a pour origine le mot latin « *logisticus* », qui signifie penser logiquement. En cela, le terme est usité dans différents domaines :

- 1) Dans les mathématiques, en algèbre, puis à partir de 1904, à l'occasion du congrès dédié à la philosophie, on s'est accordé de synthétiser la logique symbolique, la logique mathématique et l'algorithmique en un seul mot « la logistique » (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998 ; Gourgand et Lièvre 1996) ;
- 2) En astronomie, il désigne un logarithme spécifique (Robert et al. 1989) ;
- 3) Dans le domaine militaire, il désigne le transport du ravitaillement, des munitions et des tentes (Robert et al. 1989).

L'emploi du terme logistique dans les entreprises a été inspiré tout compte fait, du domaine militaire (Jaques Colin 1996). Mais comment a-t-il évolué sur le plan sémantique, pour aboutir au concept de gestion de la chaîne logistique ? C'est une question que nous avons essayé de répondre en explorant l'historique du terme et l'évolution de sa définition.

1.2.1.1. Historique du concept

Le transfert du concept logistique du domaine militaire aux entreprises a connu selon Colin (1996) les évolutions suivantes :

- 1) Apparition du concept en entreprise : c'est dans les années 50 et 60, précisément aux États-Unis, que le concept logistique a été introduit pour la première fois dans les entreprises. Cela a été possible par la contribution des logisticiens militaires travaillant dans le civil, après la fin de leur service militaire. Les premières améliorations apportées dans la gestion des entreprises s'effectuaient par le moyen de la recherche opérationnelle dans le cadre de l'organisation du transport, de l'entreposage, et du stockage. La logistique dans cette période se préoccupait uniquement du problème de la distribution physique. Il lui a valu une première reconnaissance sous le nom de *business logistics* par le *National Council of Physical Distribution Management* (NCPDM) fondé en 1962 (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998) ;
- 2) Élargissement de la portée du concept au sein de l'entreprise : dans les années 80 et 90, la logistique concernait, de façon particulière, la gestion des interfaces² des différentes fonctions qui traitaient le flux, et qui devaient répondre aux exigences du client final. Ces fonctions étaient par exemple le service après-vente, la distribution, la production, les achats et la conception (Balfaqih et Yunus 2014). La logistique se concentrait dans cette période sur l'amélioration des flux en termes de coût et de qualité de service ;
- 3) L'émergence du partenariat logistique : la maturation des marchés et la turbulence de l'environnement ont incité les entreprises à développer des relations coopératives dans les années 80, et ce, pour affronter à l'unisson les difficultés rencontrées. Depuis cette époque, la gestion de la chaîne logistique a vu un engouement croissant (Lummus et Vokurka 1999). Les entreprises ont commencé par lier leurs processus en amont (avec le fournisseur) et en aval (avec le client) par le truchement des TIC, afin de former un

¹ Cette transformation est d'autant plus visible en anglais vu l'évolution du concept de *logistics* vers le *Supply Chain Management*.

² Les interfaces sont les relations entre les fonctions, ou de manière figurée, les espaces entre les fonctions, là où se produisent les interactions et les échanges.

seul système cohérent et efficace. La généralisation du comportement collaboratif a donné naissance à un ensemble d'entreprises interconnectées, formant ainsi un réseau logistique. Dans une plus large mesure, des secteurs d'activité ont développé des partenariats (l'exemple du secteur de la distribution avec celui de l'industrie) ;

- 4) Lummus et Vokurka (1999) procurent pour le troisième stade de l'évolution plus de détails en décrivant les premières alternances des pratiques qui s'inscrivent dans la gestion moderne de la logistique¹ :
- i) Développement du QR (*Quick Response*) : c'est une stratégie de réaction rapide apparue dans le secteur du textile et de l'habillement dans le début des années 80. Elle a été initiée après avoir remarqué, selon une étude faite pour le compte du consortium *Crafted with Pride in the USA*, que les délais entre la passation de la commande effectuée par le client et la livraison étaient énormes, et causait des pertes considérables pour toute l'industrie. Ce faisant, les entreprises du consortium ont développé un partenariat étroit par l'échange de données moyennant l'EDI (*Electronic Data Interchange*) et le POS (*Point Of Sale*)², afin de conduire un temps de cycle réduit et une meilleure réactivité au client ;
 - ii) Développement de l'ECR (*Efficient Consumer Response*)³ : dans le début des années 90 s'est développé un groupe de travail qui a réuni les entreprises exerçant dans le marché de gros et a constitué l'ECR. Cette pratique logistique consistait à informer adéquatement le fournisseur afin de lui permettre de mieux anticiper sa demande. Elle a fourni aussitôt une grande flexibilité à l'ensemble des partenaires et d'autres résultats inespérés ;
 - iii) Développement du CRP (*Continuous Replenishment Program*) : le succès de l'ECR a inspiré d'autres entreprises, et en a découlé la CRP dans le secteur agroalimentaire. Cette pratique instaure un mécanisme de réapprovisionnement qui enclenche une commande comportant une quantité estimée à la limite du montant vendu (Imaoka 2012). Le dispositif est essentiellement soutenu par un système informatisé qui transfère automatiquement les données vers le fournisseur. Ce dernier se charge par la suite d'assurer un remplissage équilibré du stock chez le client ;
 - iv) Développement du DRP (*Distribution Requirements Planning*) : cette technique a été initiée dans le début des années 90 par Hewlett-Packard dans l'industrie électronique (cf. sect. 2.1.3). Il s'agit d'appliquer le raisonnement du MRP (cf. sect. 2.1.2) à la distribution afin d'élaborer des programmes de livraison rationnels et adaptés.
 - v) Développement du VMI (*Vendor Managed Inventory*)⁴ : mis au point par Wal-Mart dans la grande distribution, il s'agit d'un système qui ressemble au CRP. Il se résume par le transfert de la gestion du stock d'un produit vendu par un distributeur, vers le fournisseur.

Au côté de ces approches, d'autres pratiques managériales ont été élaborées par des entreprises renommées (Whirpool, Georgia-Pacific Corps, etc.) donnant des résultats probants. Parmi ces pratiques on cite la centralisation des activités logistiques fragmentées, la désignation d'un responsable de toutes les activités logistiques pour la coordination et la surveillance, la collaboration étroite et exclusive avec un fournisseur jugé fiable, l'attribution au fournisseur sélectionné le rôle de participant dans la conception des nouveaux produits (Lummus et Vokurka 1999).

Lummus et Vokurka (1999) estiment que l'intérêt grandissant pour la logistique provient du fait que premièrement les entreprises devenaient spécialisées et voulaient adopter

¹ Elle sera définie dans le sous-titre suivant à travers le concept SCM (sect. 1.2.1.2).

² Un système permettant de transférer rapidement les informations relatives aux ventes.

³ Traduit en : Réponse optimale au consommateur (Roy, Landry, et Beaulieu 2006).

⁴ Traduit en : gestion partagée des approvisionnements (Roy, Landry, et Beaulieu 2006).

de plus en plus une approche dans laquelle le fournisseur joue un rôle majeur. Le réseau d'entreprise prenait pour elles une importance capitale dans la mesure où elles étaient conscientes que pour en tirer bénéfice, il fallait s'occuper de la performance globale, autrement dit s'intéresser au profit des partenaires. Deuxièmement, l'instabilité des marchés a rendu difficile le maintien des stocks de manière optimale et sans supporter un coût élevé. Ceci vient du fait que les changements du comportement des consommateurs devenaient incessants, et la compétitivité des entreprises rivales se maintenait de manière féroce. Ainsi, la gestion des stocks devenait un problème majeur. Troisièmement, les entreprises s'apercevaient que les améliorations isolées sur les fonctions, ou les activités, ne se traduisaient pas forcément en une performance globale, et ce, en raison des interdépendances qui existaient entre elles. De là, le développement d'une vue transversale intégrée et holistique qu'offrait la logistique à travers plusieurs stratégies et pratiques constituait pour les entreprises une solution à ses préoccupations majeures.

1.2.1.2. Définitions de la logistique

La définition du concept logistique a connu des changements graduels dus à ses évolutions et élargissements de son champ d'application. Cette définition a suivi la chronologie suivante selon Tixier, Mathe, et Colin (1998) :

- 1) En 1948 par l'*Américain Marketing Association* : la logistique était définie par cette association comme le « mouvement et manutention de marchandises du point de production au point de consommation ou d'utilisation » (Marks et Taylor 1967 cité dans J. Colin, Mathé, et Tixier 1998, 30). Selon cette définition, on peut conclure que la logistique correspondait, uniquement, au transport physique ;
- 2) En 1962 par le NCPDM : le groupement professionnel définissait la logistique comme un « terme employé dans l'industrie et le commerce pour décrire le vaste spectre d'activités nécessaires pour obtenir un mouvement efficace de produits finis, depuis la sortie des chaînes de fabrication jusqu'au consommateur, et qui dans quelques cas inclut le mouvement des matières premières, depuis leur fournisseur jusqu'au début des chaînes de fabrication. Ces activités incluent le transport des marchandises, l'entreposage, la manutention, l'emballage de protection, le contrôle des stocks, le choix des emplacements d'usines et d'entrepôts, le traitement des commandes, les prévisions de marché et le service offert aux clients. » (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998, 30). Cette définition et celle qui la précède révèlent que la logistique se rapproche le plus des fonctions du marketing. Cette même définition reste, aujourd'hui, sous-entendue par certains ;
- 3) En 1967 par Magee : dans son ouvrage, intitulé *Industrial logistics*, Magee définit la logistique comme une « technique de contrôle et de gestion de flux des matières et de produits, depuis leur source d'approvisionnement jusqu'à leurs points de consommation » (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998, 31). Cette définition est abstraite. Elle parle de gestion de flux, mais ne fournit pas de précisions sur les mécanismes de cette gestion. De plus, la notion de flux se cantonne à celle de matière tangible. Par contre, Magee a apporté une délimitation et une nouvelle perception, en considérant la logistique comme une chaîne qui relie trois maillons : la logistique aval, la logistique interne et la logistique amont ;
- 4) En 1972 par le NCPDM : dans un deuxième temps ce groupement définissait la logistique comme le « terme décrivant l'intégration de deux activités, ou plus, dans le but de planifier, mettre en œuvre et contrôler un flux efficace de matières premières, produits semi-finis et produits finis, de leur point d'origine au point de consommation. Ces activités peuvent inclure, sans que la liste ne soit limitative, le type de service offert aux clients, la prévision de la demande, les communications liées à la distribution, le contrôle des stocks, la manutention des matériaux, le traitement des

commandes, le service après-vente et des pièces détachées, le choix des emplacements d'usines et d'entrepôts, les achats, l'emballage, le traitement des marchandises retournées, la négociation ou la réutilisation d'élément récupérable ou mis à la ferraille, l'organisation des transports et le transport effectif des marchandises ainsi que l'entreposage et le stockage » (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998, 29). Cette définition révèle l'élargissement du concept logistique et donne à l'information et à l'intégration des activités toute leur importance. Le champ d'activités de la logistique se voit, aussi, élargir en introduisant les achats, le service après-vente, la gestion des retours et le recyclage ;

- 5) En 1977 par Heskett : cet auteur proposa dans un article de *Harvard Business School*, la définition suivante « La logistique englobe les activités qui maîtrisent les flux de produits, la coordination des ressources et des débouchés, en réalisant un niveau de service donné au moindre coût » (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998, 33). Heskett complète cette définition en introduisant la notion de processus logistique (cf. fig.1.5). À partir de cette définition, on peut observer l'importance accordée au coût. En outre, la notion de processus logistique a été probablement l'élan du concept qui a mené par la suite vers la notion de chaîne logistique ;

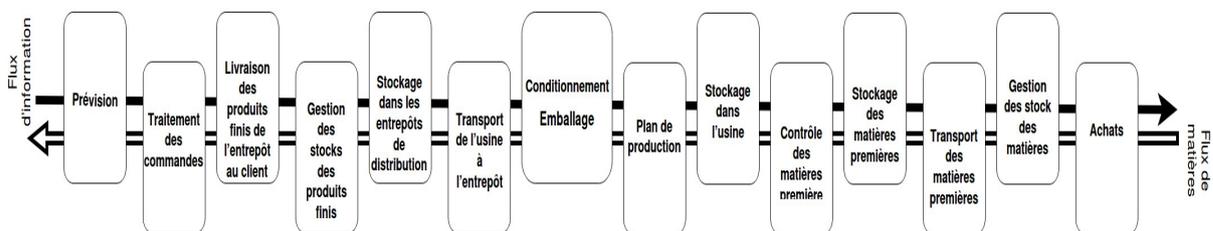


Figure 1.5. Le processus logistique. Adaptée de Heskett 1977, fig. 1.

- 6) Dans les années 90 et 2000 : le NCPDM changea son nom en 1992 et devînt le CLM (*Council of Logistics Management*). Le CLM est arrivé à présenter la logistique comme « le processus permettant de planifier, mettre en œuvre et contrôler un flux et un stockage efficaces et efficaces de matières premières, d'encours, de produits finis et d'informations, du point d'origine au point de consommation, dans le but de se conformer aux exigences du client » (Samii 2004, 10). En parallèle, d'autres auteurs ont tenté de définir la logistique dans les années 90. Des universitaires ont particulièrement développé un modèle sous le nom de *Supply Chain Management* (SCM) qui suggère d'adapter l'offre à la demande (Laurentie et al. 2000). Lummus et Vokurka (1999, 11) avaient rassemblé ces définitions et les avaient synthétisés par une autre qui éclaircissait le concept récent du SCM apparu chez SCC . Ils le considèrent comme toutes les activités impliquées dans la livraison d'un produit depuis sa première forme en tant que matière première jusqu'à son arrivée au client comme produit fini. Cela inclut l'approvisionnement des matières premières et des pièces, la fabrication, l'assemblage, l'entreposage, le suivi des stocks, la saisie, la gestion des commandes, la distribution par tous les canaux, et la livraison au client. Il comprend également toutes les informations nécessaires pour surveiller ces activités. Le SCM veille à intégrer et à coordonner ces activités, et assure leur liaison avec les partenaires externes pour développer un seul système compétitif ;
- 7) Actuellement : le CLM devenant le CSCMP (*Council of Supply Chain Management Professionals*) définit à travers son site internet le SCM comme le domaine qui « englobe la planification et la gestion de toutes les activités impliquées dans l'achat et l'approvisionnement, la conversion et toutes les activités de gestion logistique. D'une manière primordiale, elle comprend également la coordination et la collaboration avec les partenaires du canal, qui peuvent être des fournisseurs, des intermédiaires, des fournisseurs de services tiers et des clients. Essentiellement, le *Supply Chain*

Management intègre la gestion de l'offre et de la demande au sein et entre les entreprises » (CSCMP 2019a). Le SCM est donc un concept qui révèle l'élargissement de la portée du champ d'application de la logistique dans le monde des affaires. Le SCM ne concerne plus, d'un point de vue restreint, une entreprise avec ses fournisseurs et ses clients. Elle va plus loin, en se définissant comme la collaboration de l'entreprise avec ses fournisseurs, les fournisseurs de ses fournisseurs, ses clients, les clients de ses clients, et l'harmonisation de ses processus internes avec ces derniers (Laurentie et al. 2000). Ces deux ultimes définitions nous semblent les plus larges et les plus complètes pour le moment, et constituent les références du concept dans cette thèse.

Il faut tout de même préciser que le SCM est traduit en français par la logistique étendue, parfois par la chaîne d'approvisionnement, et par certains auteurs la gestion de la supply chain, ou la gestion de la chaîne logistique. La dernière traduction nous semble la plus représentative. Cependant, nous utiliserons dans la plupart des cas l'abréviation SCM pour éviter toute confusion.

1.2.2. Les principes de gestion de la chaîne logistique

Le SCM au sens de l'entreprise étendue est un système qui englobe plusieurs acteurs — l'entreprise elle-même, les clients, les fournisseurs et les prestataires de service tiers. Son originalité provient de faite que son intention est non seulement celui de gérer les activités, mais aussi de piloter les flux du client final au fournisseur final.

En cherchant sur les racines de la logistique organisationnelle, Colin (1996) a identifié un ensemble de fondements qui ont été utilisés dans la logistique militaire et appliquée dans les entreprises. Les principes dégagés peuvent être résumés par les points suivants :

- ◆ L'anticipation : elle se traduit par l'établissement de différents stocks en attente d'être utilisés en cas de besoin urgent (déclenchement d'une guerre). Dans l'entreprise, ces stocks sont qualifiés de stratégiques dans la mesure où ils permettent d'affronter les aléas de l'environnement commercial (Vallin 1999) ;
- ◆ La réactivité : elle se manifeste par la capacité de construire très rapidement — si besoin est — d'une flotte de guerre. Notons que ce principe est d'une très grande importance actuellement, car il reflète la performance d'une chaîne logistique ;
- ◆ La continuité et la fiabilité de l'approvisionnement : elles étaient établies militairement par la constitution de zones portuaires sur différentes contrées. De cette façon, on assurait l'approvisionnement dans toutes les circonstances. Nous avons rapproché ces principes à la diversification des fournisseurs par les entreprises ;
- ◆ La standardisation : les navires construits dans cette époque jouissaient d'une certaine homogénéité, ce qui permettait :
 - ▶ de réduire les coûts,
 - ▶ d'atteindre les objectifs en quantité tout en réduisant les délais,
 - ▶ de mieux maîtriser la qualité,
 - ▶ d'assurer la disponibilité des pièces de rechange,
 - ▶ d'acquérir la flexibilité, en cas de nécessité, il était possible de monter très rapidement, une pièce appartenant à un type de navire sur un autre. La flexibilité au sein d'une entreprise apparaît dans sa capacité à répondre au besoin spécifique d'un client, dans des délais courts,
 - ▶ la planification¹, elle se traduisait par la détermination des besoins en ressources de façon exacte, pour chaque type de navire,
 - ▶ la fluidité, les mouvements des matières étaient facilités par une organisation judicieuse des ateliers de fabrication.

¹ Colin utilise le terme « prévision », mais nous considérons qu'il pourrait avoir une ambiguïté avec le terme : anticipation. Ainsi nous avons préféré utiliser le terme « planification ».

Ces principes nous donnent, un aperçu préalable de la logique qui sous-tend la gestion de la logistique, néanmoins, l'auteur se rapporte uniquement sur la marine française du Moyen Âge.

Anderson, Britt, et Favre (2007) ont initié un travail de recherches sur les pratiques logistiques appliqués par 100 entreprises américaines, et ont pu en extraire 7 principes fondateurs d'une approche orientée sur le SCM :

- 1) Segmentation des clients en fonction des besoins : il s'agit d'identifier des groupes de consommateurs qui partagent les mêmes exigences afin d'aligner la chaîne logistique à la demande. Il est recommandé en cela, d'établir une politique logistique qui permet de satisfaire aussi bien le large public que les besoins spécifiques de certains consommateurs. Mais l'élément le plus important dans cette segmentation est l'identification des clients qui sont profitables pour l'entreprise, et la comparaison du coût des services qui leur sont adaptés. En somme, ce principe incite à développer des connaissances sur le marché permettant à l'entreprise de créer de la valeur pour le client et pour elle-même ;
- 2) Personnalisation du réseau logistique : en fonction de la segmentation réalisée par le 1^{er} principe il est nécessaire d'adopter une politique logistique flexible en matière de gestion des stocks, d'entreposage et de transport qui parfois exige de recourir à des prestataires de service tiers. Cette flexibilité implique une bonne planification supportée par des outils de prise de décisions en temps réel pour mieux gérer la distribution ;
- 3) L'écoute des signaux du marché et planifier en fonction : ceci renvoie à la propagation de la planification tout au long de la chaîne, c'est-à-dire dire implanter un système de prévision inter-fonctionnel et inter-organisationnel qui prend en considération les préoccupations de chaque maillon, ce qui permet d'une part, d'anticiper les évolutions de la demande, et de l'autre d'optimiser l'utilisation des ressources. Ce précepte implique l'instauration de quatre mécanismes entre les unités organisationnelles ou les entreprises :
 - i) la coordination,
 - ii) le partage des informations,
 - iii) la collaboration,
 - iv) la synchronisation ;
- 4) La différenciation retardée des produits : au lieu de constituer des stocks pour chaque produit afin d'affronter les aléas de la demande le recours à une personnalisation de masse comme procédé de réduction des stocks, des délais et d'adaptation à la demande constitue une meilleure solution. Celle-ci consiste à différencier le produit le plus tardivement possible dans la séquence des processus logistiques¹. La différenciation retardée permet en fait de doter l'entreprise d'une meilleure réactivité au marché et d'une haute flexibilité qui peut être appliquée par l'approche du JAT ;
- 5) Sourcing stratégique : l'établissement de relations stratégiques avec les fournisseurs constitue un levier important pour les entreprises qui veulent réduire le coût de possession. En cela, elles devront nouer des relations de long terme basées sur une logique gagnant-gagnant avec les fournisseurs. Le partenariat, l'externalisation, la sous-traitance, et les contrats à horizon lointain sont les différentes modalités qui permettent de concrétiser ce principe ;
- 6) Développer une stratégie technologique sur le système logistique : l'implémentation des TIC sur le long de la chaîne logistique, pour supporter les décisions à différent échelon et obtenir une visibilité sur les flux, constitue un atout majeur pour atteindre l'excellence. Ceci présuppose que les TIC utilisées ne se contentent pas d'apporter de l'information, mais aussi d'assister :

¹ Nous insinuons par le processus logistique les activités apportées par la définition du SCM (cf. sect. 1.2.1.2)

- i) au niveau opérationnel, les employés dans les tâches courantes,
 - ii) au niveau tactique les gestionnaires dans la planification et la programmation,
 - iii) au niveau stratégique la haute direction pour l'analyse des scénarios et la prise de décision concernant la création de la valeur ;
- 7) Mesurer la performance sur tous les canaux : ceci revient à mettre en place des indicateurs mesurant les liens des processus et la performance de l'ensemble de la chaîne logistique. L'une des mesures sur lesquelles il est nécessaire d'y mettre l'accent est celle de la rentabilité des services rendus, et ce, après avoir bien déterminé les coûts et les revenus générés par les activités liées. Pour cela, la méthode ABC¹ est la plus désignée à cette évaluation. Certaines sociétés ont réalisé dans l'esprit de ce principe un rapport partagé sous forme d'une carte, leur permettant d'évaluer leur contribution dans la performance globale de la chaîne logistique, et de coordonner leurs efforts vers des objectifs communs.

Les auteurs expliquent que les entreprises qui ont pu atteindre l'excellence sont celles qui ont adopté ces principes dans leur pratique. Ces lignes directrices qui ont été publiées en 1997 sont des points de référence suivies d'ailleurs par le CSCMP (2019).

Suite à une revue de littérature du domaine du SCM, il a été possible de déduire d'autres fondements venant de différents auteurs. Il se révèle d'après une synthèse que la gestion de la chaîne logistique :

- ◆ Doit être perçue de manière holistique comme un tout représentant une seule entité plutôt que plusieurs compagnies la composant (Wen 2014 ; Anderson, Britt, et Favre 2007 ; Oliver et Webber 1982) ;
- ◆ Dépend dans son comportement des prises de décision stratégique (Oliver et Webber 1982) ;
- ◆ Emploie plusieurs politiques de gestion de stock éventuelle (Oliver et Webber 1982) ;
- ◆ Est fortement développée sur la notion d'intégration des systèmes (Oliver et Webber 1982) ;
- ◆ Mène une coordination renforcée par le partage de l'information entre les organisations membres afin d'éviter les ruptures de stock (Holmberg 2000) ;
- ◆ Doit maintenir la fluidité des flux en permanence, en d'autres termes garantir la continuité des flux et les prémunir des interruptions quelle qu'elles soient les circonstances (Krajewski et al., 2013) ;
- ◆ La gestion devrait s'intéresser à l'efficacité des activités plus que sur leur efficacité dans l'esprit de constituer des flux réguliers à moindre coût (Christopher, Peck, et Towill 2006).

Nous retenons parmi ces préceptes la grande importance de l'holisme et de l'intégration qui sont en fait deux notions interreliées asseyant le paradigme du SCM. Un développement particulier a été consacré dans la section 1.2.3 à l'intégration, ne serait-ce que parce qu'il est un concept prépondérant, moderne, et en même temps assez pointu.

1.2.3. L'intégration du SCM

L'évolution des entreprises au fil du temps, dû à l'évolution de l'environnement technologique, notamment des TIC, a fait apparaître dans les dernières années une nouvelle forme de structure basée sur la coopération de plusieurs entreprises dépendantes ou indépendantes dans le but de bénéficier des avantages d'une synergie des affaires. Dans ces nouvelles configurations se manifeste l'intégration dépassant parfois les frontières spatiales et juridiques d'une seule et unique entreprise. Elle rallie un ensemble d'organisations distinctes et complémentaires. Le SCM est donc une démarche d'intégration au sein d'un système logistique global en vue d'améliorer sa réactivité. Selon Lee (2000), l'intégration de la chaîne

¹ Voir la section 1.1.2 pour l'explication de la méthode.

logistique participe à la création de la valeur et revêt trois aspects (Wen 2014) :

- 1) Les relations organisationnelles ;
- 2) L'intégration de l'information ;
- 3) La coordination et le partage des ressources.

L'intégration permet d'effacer les interfaces entre les fonctions dans le but d'obtenir un effet de fluidité des informations et des matières. Cette fluidité est issue de synergie, d'harmonisation, et de la synchronisation de tous les processus logistiques. Les entreprises qui essaient d'éliminer leurs frontières inter et extra-organisationnelles cherchent à réduire les incertitudes afin de mieux contrôler leur chaîne d'approvisionnement et de distribution (Gunasekaran, Patel, et McGaughey 2004). Comme le soulignent Colin, Mathé, et Tixier (1998, 44) dans une chaîne logistique « l'idéal est la disparition de tous les surstockages et de tous les coûts de rupture occasionnés par des éléments disparates tout le long du canal qui va des sources de matières premières jusqu'au client final ». Les effets d'une bonne intégration se traduisent par de meilleures performances aussi bien opérationnelles que financières (Gunasekaran, Patel, et McGaughey 2004). Toutefois, en dépit des avantages apportés par l'intégration en matière d'efficience (amélioration du temps et diminution du coût) elle implique en revers une forte interdépendance entre les entités conduisant à la réduction de la flexibilité (Reijers et Mansar 2005).

L'intégration des activités et des processus est donc une caractéristique du SCM qui est supposée avoir de bons effets sur les coûts et sur l'utilisation des actifs. Elle permet également de proposer des prix attractifs pour les clients (Anderson, Britt, et Favre 2007). On comprend par cela qu'elle peut être une source de l'avantage compétitif. Par ailleurs, une des difficultés qui entrave le progrès de la chaîne logistique revient au phénomène du cloisonnement fonctionnel. Holmberg (2000) le qualifie de fragmentation externe lorsqu'il est de nature inter-organisationnelle et l'oppose à la fragmentation interne qui concerne les fonctions propres à l'entreprise. Il est dû aux carences en matière d'échange d'information et provient du rejet impliquant une perception transversale du fonctionnement de l'organisation. Ces deux types de fragmentations révèlent en fait l'aspect micro et macro du cloisonnement qui devrait être traité par l'intégration.

1.2.3.1. L'intégration selon une vue micro

Le traitement des problèmes et des dysfonctionnements de l'entreprise par des solutions partielles et focalisées par l'approche de la qualité totale, les programmes d'amélioration continue, ou par les recommandations des consultants, ont atteint leur limite du fait que ces solutions sont circonscrites et cloisonnées (Thierry, Thomas, et Bel 2008). Par contre, par le biais de la planification il est possible d'optimiser le système logistique tout entier et à différent degré, en fonction de la portée de l'intégration enracinée au sein de l'entreprise. D'après l'illustration de la figure 1.6 (cf. p. suiv.), il est possible selon J. Colin, Mathé, et Tixier (1998) d'établir — par le mécanisme de planification — une coordination dans un premier échelon entre les activités du sous-processus de distribution (logistique commerciale) ; dans un deuxième échelon, une coordination entre la vente et la fabrication (logistique production distribution) ; et dans un échelon ultime entre tous les processus — de la vente jusqu'à la conception (soutien logistique intégré). Ces trois stades évoquent en même temps une sorte de niveau de maturité de la chaîne logistique allant de sa définition primitive (logistique distribution¹) vers la notion du SCM (cf. sect. 1.2.1).

Basu et Wright (2008) vont plus loin et estiment que l'intégration peut être assurée en plus de la planification par deux autres activités inter-fonctionnelles, à savoir les systèmes et les procédures, et la gestion de la performance. Les systèmes et les procédures sont les méthodes et dispositifs qui permettent d'optimiser la chaîne logistique. En cela, les auteurs ont avancé

¹ Que les Anglo-saxons résument par *logistics*.

trois piliers pour ces systèmes :

- i) La gestion de la qualité ;
- ii) La gestion financière, notamment par les ratios financiers ;
- iii) Les technologies d'information et de communication.

La gestion de la performance concerne le système de mesure implémenté dans le contexte du SCM. Ce dernier point est plus amplement détaillé dans la section 4.

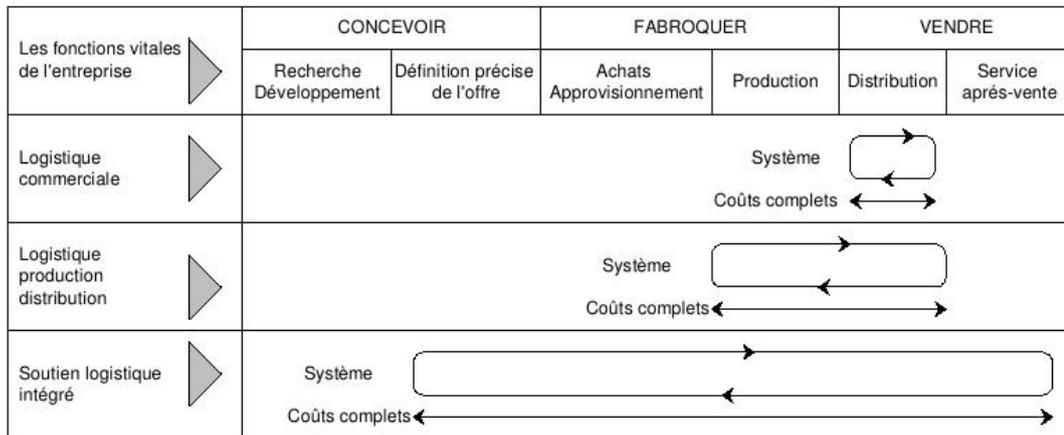


Figure 1.6. Les trois stades d'intégration de la logistique. Par J. Colin, Mathé, et Tixier 1998, fig. 8.3.

Même si l'intégration n'est pas systématiquement liée à l'outil informatique, il n'en reste pas moins que ce dernier est incontournable aujourd'hui en regard de ce phénomène. En ce sens, les TIC et leur développement conséquent sont pour le logisticien — qui a pour rôle de gérer les interfaces et le pilotage de la chaîne logistique — des outils indispensables pour l'amélioration de la performance logistique (Laurentie et al. 2000).

Traditionnellement, les applications informatiques sont conçues pour supporter les fonctions de l'organisation en faisant abstraction de l'intégration (Pourshahid et al. 2009). Cependant, les premières tentatives de l'intégration des fonctions, et par la suite celui des processus logistiques, ont répondu au besoin de l'intégration de plusieurs logicielles et dispositifs, tels que les APS (*Advanced Planning and Scheduling*), les ERP (*Enterprise Resource Planning*), et les logiciels SCM (Ducq et Berrah 2009). Sans citer toutes les TIC qui ont contribué à l'intégration des systèmes, nous présenterons les deux derniers outils qui sont les plus importants (Allab et al. 2000).

1.2.3.1.1. Le rôle de l'ERP

L'ERP est un progiciel de gestion intégré qui englobe un ensemble de modules applicatifs pour plusieurs fonctions de l'entreprise (Javel 2003). L'ERP en ce sens, est un système d'information qui reflète l'intégration des systèmes au sein d'une entreprise par la gestion d'une information unique. Historiquement, il découle du MRP (cf. sect. 2.1.2), appliqué dans les années 80, et autres logiciels de gestion dépendants d'un système d'exploitation central et considérés comme lourds.

Contrairement à un logiciel ordinaire, l'ERP rassemble les meilleures pratiques dans un domaine précis sous forme d'un paquet d'applications informatiques (Lequeux 1999). D'ailleurs, l'implémentation d'un ERP peut remettre en cause le fonctionnement de l'entreprise, ce qui incite à faire certains changements organisationnels (Javel 2003). Les données dans un ERP sont stockées de façon systématique, et mise à jour régulièrement sur une base de données structurée en architecture client/serveur, ou en *mainframe* (ordinateur central). La solution ERP répond donc à beaucoup de problèmes d'harmonisation (Javel 2003). Par ses modules, il a la particularité de supporter plusieurs processus ou fonction suivant le niveau d'intégration choisi par l'entreprise (Javel 2003 ; Samii 2004 ; Lequeux

1999). Ainsi, l'ERP peut couvrir :

- ◆ La comptabilité et la finance ;
- ◆ La gestion des investissements ;
- ◆ La gestion des ressources humaines ;
- ◆ Les achats ;
- ◆ La gestion des stocks ;
- ◆ Le management des projets ;
- ◆ La gestion industrielle ;
- ◆ La gestion de la qualité ;
- ◆ La gestion commerciale (ventes et commandes), et le CRM (*Customer Relationship Management*) ;
- ◆ La logistique.

La prise en charge de la logistique a été stratégique pour les éditeurs d'ERP, notamment à la suite du développement du DRP (cf. sect. 2.1.3), et du SCM. L'éditeur SAP, qui a été long temps leader, propose par exemple de compléter ses modules existants, avec le module APO : (*Advanced Planning and Optimization*) (Javel 2003).

L'objectif principal d'un ERP est de faciliter l'accès à l'information en temps réel pour chaque utilisateur, tout en donnant une visibilité pertinente des activités de l'entreprise. La problématique de la fluidité de l'information ne se pose presque plus avec l'ERP, et ce, en offrant au décideur la possibilité de piloter efficacement les processus de l'entreprise par des tableaux de bord mis à jour en permanence (Lequeux 1999).

Outre la possibilité d'harmoniser et de constituer une synergie entre les processus d'une organisation, l'implantation d'un ERP procure deux importants avantages, le premier consiste à apporter (Deixonne 2001) :

- 1) La productivité administrative : elle est obtenue en raison de l'implantation d'un système d'information unique, qui permet d'automatiser et de consolider la production des informations. La productivité administrative est plutôt dégagée par :
 - i) la suppression des tâches de réconciliation, de corrections, et de consolidations,
 - ii) l'optimisation des coûts de maintenance du système d'information,
 - iii) l'optimisation des coûts de fonctionnement des services informatiques ;
- 2) La productivité opérationnelle : celle-ci est liée à l'amélioration de la qualité globale, l'accélération des processus de décisions opérationnelles, et du mode de fonctionnement de l'entreprise. Ainsi, l'installation d'un ERP permet la réduction du temps de cycle de tous les processus (achat, production, vente) et l'augmentation de la marge de revenu.

Cependant, l'installation d'un ERP exige un investissement élevé avec une efficacité attendue à moyen terme. Il exige aussi une assistance technique accrue (Lequeux 1999).

1.2.3.1.2. L'apport des outils SCM

Le paradigme du SCM s'est accompagné avec des outils informatiques spécialisés qui permettent d'optimiser tous les processus en intégrant la prévision des ventes, la gestion de la production, l'approvisionnement et la minimisation des coûts logistiques (Samii 2004; Javel 2003). Ces applications ont été recensées en trois catégories (Vallin 1999; Laurentie et al. 2000) :

- ◆ Les outils de planification stratégique : ce sont des logiciels de simulation et d'aide à la décision qui proposent des solutions concernant la distribution, la planification de la production, la localisation des usines, le choix des fournisseurs et l'optimisation financière ;
- ◆ Les outils de planification tactique : ce sont des logiciels nommés SCP (*Supply Chain Planning*) qui sont orientés sur le moyen terme. Ces applications sont consacrées à

l'élaboration du plan industrielle et commerciale, et du plan directeur de production¹. Dans ce cadre, ils optimisent la production, l'approvisionnement et les stocks, et ce, en tenant compte des contraintes provenant des ressources, en particulier ceux de la main-d'œuvre et du matériel. Ces outils sont focalisés sur la détection et la gestion des ressources critiques, comme les machines goulet. Ils proposent ainsi des solutions selon le procédé du *rough cut capacity planning*, autrement dit en fonction des contraintes provenant des ressources critiques ;

- ◆ Les outils de la planification opérationnelle : c'est au niveau du pilotage des activités logistiques que ces applications suggèrent des mesures d'optimisations. Pour cela, deux types existent :
 - ▶ les SCE (*Supply Chain Execution*) pour le stockage, l'étiquetage et le transport,
 - ▶ les MES (*Manufacturing Execution System*) pour l'ordonnancement des ordres de fabrication en fonction des priorités et des changements qui surviennent.

1.2.3.2. L'intégration selon une vue macro

L'approche du management de la chaîne logistique consiste à établir, par le biais de l'intégration et la synchronisation, une cohésion des processus logistiques appartenant à plusieurs compagnies poursuivant le même but (Laurentie et al. 2000 ; Wen 2014). Il est très difficile d'appliquer une intégration macro, car elle concerne des fonctions dispersées entre plusieurs entreprises dotées de leurs propres références (Samii 2004). En effet, la fragmentation externe telle que décrite par Holmberg (2000) est souvent liée à des problèmes complexes qui renferment des aspects plus globaux et qui peuvent échapper à une seule compagnie, comme le phénomène du *Bullwhip effect* (Lee, Padmanabhan, et Whang 1997), la mauvaise coopération, et l'égoïsme des compagnies (Ducq et Berrah 2009).

La cybernétique a joué dans ce cadre un rôle important en introduisant la notion de « feedback ». Il est un moyen de coordination entre les parties d'un système permettant de conserver son état d'homéostasie. Cette notion a bien évolué du stade purement communicationnel pour devenir avec Ashby (1956) une notion exprimant une relation de causalité entre les différents constituants d'un système. De cette dernière signification naquit la théorie de la dynamique des systèmes, introduite par J. Forrester (1961), et a permis de déceler le phénomène du *Bullwhip effect* (effet coup de fouet). Il est aussi connu par l'effet de Forrester qui se présente sous forme de dilemme auquel se heurtent les acteurs d'une chaîne logistique. Chaque intervenant est confronté au dilemme de constituer un stock important, lui permettant d'avoir une réactivité face à la demande sous l'inconvénient d'un coût élevé, et baisser les coûts en réduisant le stock au risque de perdre la réactivité et ne pas satisfaire correctement la demande (Macal et North 2005). Chaque maillon n'a généralement pas de vue claire sur l'ensemble du SCM qui lui permettrait d'optimiser son comportement au point de créer une incertitude qui se diffuse tout au long de la chaîne logistique (Ducq et Berrah 2009; Macal et North 2005). Des comportements inefficients sont alors engendrés tels que la composition d'un stock de sécurité considérable et une production excessive (Balfaqih et al. 2016; Roy, Landry, et Beaulieu 2006). Ce phénomène met en exergue dès lors la nécessité d'une intégration globale de la chaîne logistique.

Le partenariat, l'alliance stratégique, et la collaboration sont les trois comportements organisationnels de coopération basés sur la confiance et le partage de l'information, et qui se sont concrètement manifestés comme des réponses au phénomène cité. Ils assurent une intégration qui a pris à travers le temps différents aspects et pratiques (Basu et Wright 2008; Roy, Landry, et Beaulieu 2006) :

- ◆ Logistique tierce partie (3PL [*Third-party logistics*]) : est une forme très avancée d'externalisation qui consiste à sous-traiter une partie, ou toutes les activités logistiques. Elle s'établit en confiant à un prestataire de service la charge de gérer les

¹ Voir comment ils sont constitués respectivement dans la section 2.1.2.1 et section 2.1.2.2.

flux en matière d'entreposage, de conditionnement, de transport, de distribution, et même l'administration des informations. Une relation particulière basée sur l'entente à long terme constitue la principale caractéristique de cette coopération ;

- ◆ Le partenariat détaillants-fournisseurs : c'est justement sous cette forme de coopération que les pratiques de références ont été innovées telles que le QR, l'ECR, le CRP, le VMI (voir pour les quatre sect. 1.2.1.1), le POS et le CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment*¹). Le POS est un dispositif automatique qui se charge de transférer automatiquement les données de ventes du détaillant vers le fournisseur à partir des caisses enregistreuses. Il permet de la sorte d'ajuster l'offre et les activités (production, stockage) du fournisseur. Ce système facilite ainsi l'application de deux stratégies :

- ▶ la réactivité à travers une réponse rapide aux variations de la demande pour faire suite aux commandes passées par l'entreprise client,
- ▶ l'efficacité à travers un réapprovisionnement continu réalisé par le fournisseur pour maintenir un niveau de stock constant chez l'entreprise client.

Le CPFR pour sa part est un mécanisme collaboratif apparu au début des années 90 donnant suite à l'émergence de deux facteurs :

- ▶ les résultats non probants de certaines initiatives de partenariat en raison de l'égoïsme (Roy, Landry, et Beaulieu 2006),
- ▶ la propagation de l'internet avec l'amplification du débit et l'émergence du cybercommerce qui a été facilité par l'interopérabilité (Basu et Wright 2008).

Dans l'ensemble, CPFR est une méthodologie qui permet d'établir un chorus entre les maillons de la chaîne logistique dans la conduite de l'ensemble du système. Il traduit une collusion dans (Fliedner 2003; Basu et Wright 2008) :

- ▶ la planification : à travers la standardisation des activités de programmation, et la création d'une stratégie commune de partenariat ;
- ▶ la prévision : en définissant la méthode, l'horizon et la fréquence de prévision, en effectuant le partage électronique des estimations, en unifiant la technologie d'information utilisée, et en synchronisant les décisions ;
- ▶ le réapprovisionnement : par l'uniformisation des règles de passation et d'exécution de la commande ;

Le travail collaboratif issu du CPFR est supporté par des TIC puissantes, basées sur l'internet, et produisant des plans consensuels. Un ajustement mutuel des acteurs est entamé en matière de production, de stockage, et de distribution pour faire suite à la validation de ces plans. Somme toute, le CPFR reflète un pilotage commun de la chaîne logistique, grâce à une coordination mutuelle des maillons vers des objectifs partagés. Il s'assimile par conséquent, parfaitement à la notion du SCM ;

- ◆ L'intégration des distributeurs : cette forme d'intégration et particulière dans la mesure où elle rassemble les distributeurs sous une sorte de pool, dans lequel chaque membre a le privilège d'avoir une visibilité sur les stocks des autres. Cette concurrence oligopolistique d'un nouveau genre, peut se porter d'une part, sur la réduction des coûts du stock par le partage des ressources d'entreposage et le réseau de distribution, et de l'autre sur la qualité des services en redirigeant un besoin particulier d'un client vers un fournisseur jugé mieux adapté à sa demande.

D'un point de vue technologique, les ERP sont capables de supporter une intégration entre les entreprises, mais historiquement l'EDI a été le précurseur. L'EDI est un outil de communication qui permet de faire un échange de données entre plusieurs entreprises de manière électronique. Il supprime la communication par le support papier (commande, bon de livraison, etc.) avec des données informatisées structurées et transmises soit directement à l'intéressé, soit par l'intermédiaire d'un prestataire qui gère le réseau. Il constitue de surcroît

¹ Traduit en « planification, prévision et réapprovisionnement collaboratifs » (Roy, Landry, et Beaulieu 2006).

un moyen de productivité administrative important. Il permet en cela de réduire les coûts commerciaux jusqu'à 30 % (Samii 2004). Cependant, l'utilisation de l'EDI se justifie que lorsque les données sont fréquemment échangées, et lorsqu'elles peuvent être suffisamment codifiées (Charmot 2001).

L'EDI est conçu et organisé de façon à ce que les matériaux informatiques et de communications standards puissent se connecter. L'échange de données s'effectue selon des messages structurés et selon un formalisme rigoureux. Le plus souvent, le protocole EDIFACT¹ est employé afin d'assurer la sécurité des transferts et la justesse de l'information. Les avantages connus de l'EDI se résument à (Javel 2003; Vallin 1999) :

- ◆ L'acquisition d'une réactivité ;
- ◆ La minimisation du temps de transmission des données et fluidité des informations ;
- ◆ La consolidation du partenariat ;
- ◆ Sa compatibilité avec le mécanisme de gestion des flux Juste-à-temps (cf. sect. 2.2.1), si bien qu'il permet de minimiser les stocks ;
- ◆ La réduction du nombre de relectures des saisies redondantes et des recherches manuelles ;
- ◆ La compression des erreurs de ressaisie ;
- ◆ La réduction des coûts administratifs, notamment le coût de passation de commande (cf. sect. 2.3.1) ;
- ◆ L'instauration d'une traçabilité sur les produits.

Mais en raison de ses inconvénients, tels que le coût élevé de son implantation, sa lenteur, et en raison de l'existence de plusieurs standards qui freinent sa propagation, le CPFR utilisant la technologie de l'internet est souvent préféré (Fliedner 2003). Néanmoins, l'EDI peut être associé actuellement à des outils du Web (le Web EDI²), au serveur internet, et à une station EDI. Cette évolution lui a fourni un nouvel élan et a ouvert la porte aux entreprises à petit budget. Par ailleurs, il est aussi possible de greffer l'EDI à un ERP à travers un EAI (*Enterprise Application Integration*) (Charmot 2001; Brébion 2006).

1.3. Les politiques logistiques

L'importance de la logistique dans la stratégie de l'entreprise a été reconnue par Porter (1986) d'après son étude portée sur l'avantage concurrentiel des entreprises. En schématisant la chaîne de valeur typique des entreprises, Porter (1986) présente la logistique comme un élément de cette chaîne pouvant conduire à un avantage compétitif (Samii 2004 ; Dornier et Fender 2001) ;

Par ailleurs, Shapiro et Heskett (1985) démontrent l'impact d'une politique de réduction des coûts logistiques sur la stratégie de l'entreprise pour un niveau de service donné. L'adoption d'un plan de stratégie logistique réduisant considérablement le coût du transport, du stock, de la distribution et de la production, par l'optimisation des ressources, joue un rôle important dans la compétitivité de l'entreprise (Samii 2004). Ceci a pu être confirmé par l'étude du cabinet Kearney (1992) effectuée en Europe, et ayant pour sujet les performances logistiques réalisées en termes de coût (cf. fig. 1.7, p. suiv.). Cette étude a révélé qu'il était possible de réduire les coûts logistiques de façon remarquable. En ce sens, les entreprises s'engageant dans une approche logistique espèrent acquérir un avantage concurrentiel dans leur secteur.

D'autres recherches empiriques ont démontré que la satisfaction du client constitue un facteur stratégique sur lequel le SCM se focalise afin d'acquérir un avantage concurrentiel

¹ EDIFACT (*Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport*) est issue d'une normalisation effectuée par l'ONU (Javel 2003). Il se présente avec un vocabulaire, des règles de syntaxe, des règles sur l'organisation des échanges et une attribution d'un statut juridique au message (susceptible d'être modifié, peut être modifié de façon mineure, validée et définitive) (Javel 2003; Vallin 1999).

² Portail Web spécialisé dans l'EDI.

(Gunasekaran, Patel, et McGaughey 2004). Cet avantage est obtenu en adoptant essentiellement un comportement coopératif (Holmberg 2000).

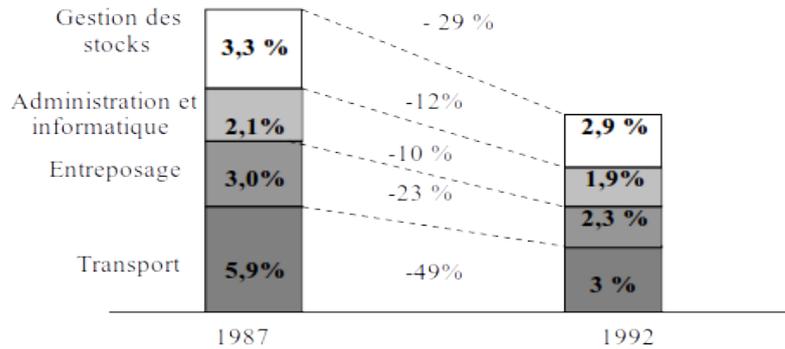


Figure 1.7. Réduction des coûts logistiques européens. Par Kearney 1992.

Certaines stratégies logistiques ont émergé comme des initiatives qui par la suite se sont transformées en pratiques (Anderson, Britt, et Favre 2007 ; Lummus et Vokurka 1999) alors que d'autres ont été d'abord théorisées puis mises en œuvre. Sur ce sujet, il existe une multitude de politiques. Certains auteurs ont tenté de les classer. En ce sens, nous avons favorisé deux taxonomies qui nous ont semblé complémentaires, dans la mesure où la première réalisée par Colin, Mathé, et Tixier (1998) est descriptive et l'autre, initiée par Christopher, Peck, et Towill (2006) est prescriptive.

1.3.1. Catégorisation de Colin, Mathé, et Tixier

Colin, Mathé, et Tixier (1998) ont élaboré une typologie intéressante sur les politiques logistiques en positionnant chaque type particulier entre trois axes stratégiques majeurs. Ces axes représentent des objectifs exprimés par :

- 1) La productivité : comme conséquence de la réduction du coût de revient qui lui-même peut être abaissé en fonction des charges de distribution, de production, d'approvisionnement et des services après-vente ;
- 2) La qualité de service : celle-ci renvoie à la régularité, la fiabilité et la rapidité de l'offre ainsi qu'à la satisfaction d'une demande diversifiée ;
- 3) La rentabilité du capital : elle se rapporte au retour des investissements et à l'optimisation des immobilisations en stock.

Selon une échelle de mesure allant d'une orientation forte à une orientation faible vers ces objectifs, les auteurs ont identifié 7 catégories de politiques logistiques (cf. fig. 1.8) :

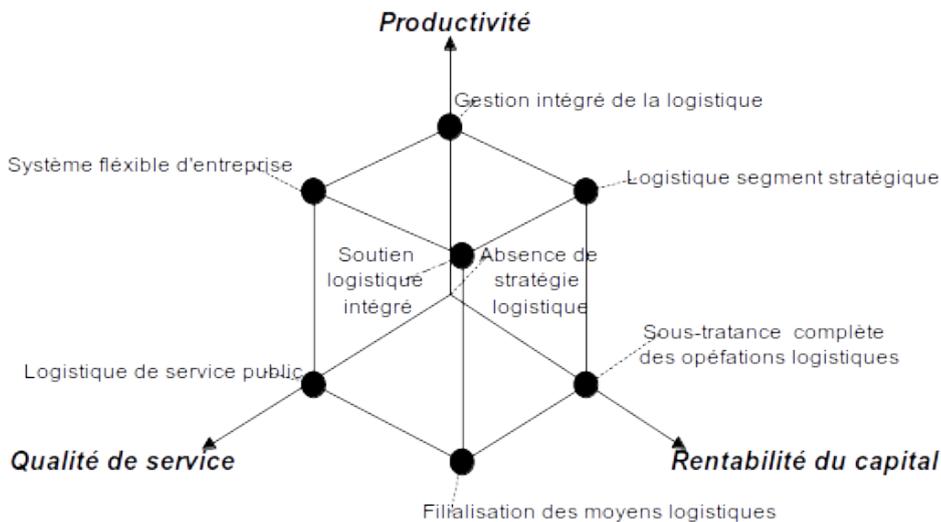


Figure 1.8. Typologie des politiques logistiques. Adaptée de Colin, Mathé, et Tixier 1998, 139.

- 1) Gestion intégrée du système logistique : focalisée sur la productivité, cette stratégie s'appuie sur l'automatisation des processus logistiques grâce à la planification et à la haute coordination. En ce sens, cette stratégie emploie un système intégré comprenant :
 - i) la prévision de la demande,
 - ii) l'ordonnancement de la distribution, l'approvisionnement et la production,
 - iii) la programmation des achats, et de la sous-traitance,
 La réalisation d'une telle stratégie repose sur l'adoption d'un système MRP (*Management Resource Planning*) consacré à la planification de l'approvisionnement et de la production. Le MRP (cf. sect. 2.1.2) peut être relié à un système de planification de la distribution comme le DRP (cf. sect. 2.1.3). Une solution informatique comme l'ERP comprenant plusieurs modules peut supporter cette stratégie en prenant en charge les activités citées précédemment ;
- 2) Système flexible d'entreprise : cette stratégie combine la productivité et la qualité de service pour mieux répondre aux exigences diversifiées de la demande. Elle est une démarche assez difficile, car elle implique des objectifs ayant une relation contradictoire en matière de coût. En effet, la diversification implique une hausse du coût, contrairement à la productivité obtenue par la standardisation. Dans ce contexte, l'entreprise doit trouver un certain compromis en instaurant une certaine souplesse. Cette dernière est obtenue en misant sur la flexibilité du système productif qui peut être réalisée par :
 - i) Le recours à l'organisation en ateliers flexibles FMS (*Flexible Manufacturing System*) : ceci consiste à faire un aménagement des machines en CNC (*Computer Numerical Control*). Ces machines sont contrôlées par un ordinateur qui permet de procéder automatiquement à un changement d'outil de façon très rapide, et permettant de réduire les temps de réglages. Ces machines pourraient être également soutenues par un système de manutention automatisé, le tout géré par un ordinateur centralisé pour plus d'efficacité et de flexibilité ;
 - ii) Le recours à l'organisation en cellules de fabrication (*cellular manufacturing*) : cette organisation est, principalement, réalisée par l'usage de la technologie de groupe qui permet de tirer profit de certains avantages de la production en ligne (*flow shop*) ;
 - iii) La conception modulaire : il s'agit de réaliser des composants standardisés qui pourraient être combinés de différentes façons pour obtenir des produits diversifiés. Par ailleurs, il est possible d'obtenir une flexibilité par l'instauration d'une distribution basée sur la constitution de stocks provisoires près des points de livraison, et des stocks d'anticipation pour les demandes conjoncturelles. Ceci par l'intermédiaire de prestataires diversifiés avec lesquels la fluidité communicationnelle doit être privilégiée ;
- 3) Le soutien logistique intégré (SLI) : le SLI apporte la meilleure compétitivité pour l'entreprise comme le démontre la figure 1.8. Il est apparu dans les années 60, dans la fabrication de matériels militaires (Pimor 1998). Il concerne de ce fait que les biens d'équipements complexes, avec lesquels il faut tenir compte non seulement le coût d'acquisition, mais aussi le coût du cycle de vie (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998 ; Pimor 1998). En effet, dans un bien d'équipement le coût d'acquisition n'est qu'une partie de son coût global qui introduit en plus les coûts liés à son exploitation, à son entretien, et à son arrêt (cf. formule (1.3.1)) (Pimor 1998).

$$\text{Coût global} = \text{coût d'acquisition} + \text{coût d'utilisation} + \text{coût de maintenance} + \text{coût de mise hors service} \quad (1.3.1)$$

Le SLI suppose que l'intégration des processus logistiques au sein d'une organisation a été réalisée de façon complète. Ainsi, une entreprise adoptant une stratégie SLI doit tenir compte des coûts du produit dès la phase de sa conception à travers (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998 ; Pimor 1998) :

- i) La définition des caractéristiques du produit (conditions d'utilisation, temps moyen de fonctionnement, organisation de la maintenance et du temps moyen de réparation) ;
 - ii) La définition de la formation nécessaire au personnel ;
 - iii) L'élaboration de toute la documentation technique nécessaire et liée à l'utilisation du produit et à sa maintenance ;
 - iv) La planification de l'approvisionnement, du transport et des stocks des pièces de rechange ;
 - v) La planification du retrait du produit ou de son remplacement ;
- Cette liste n'est pas exhaustive, elle est seulement représentative en présentant certains éléments essentiels. Le coût global décidé est obtenu par une analyse de simulation selon un modèle comportant des coûts cumulés ;
- 4) Logistique comme segment stratégique : cette politique concerne les entreprises qui se concentrent sur la performance de leurs moyens logistiques afin de les rentabiliser. Les entreprises parviennent à cette rentabilisation « soit par la diversification, ou par la politique d'alliance, permettant d'accroître la part du marché d'emploi, des moyens disponibles » (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998, 142). En outre, l'effort apporté dans cette politique permet à l'entreprise d'acquérir de l'expérience et ainsi de réaliser une certaine productivité ;
- 5) Sous-traitance complète des opérations : dans cette politique les organisations se concentrent sur leur activité principale, et concèdent les missions logistiques à des prestataires spécialisés. La sous-traitance logistique est généralement recouru par les entreprises lorsque leur système logistique est remis en cause en termes de qualité de service, ou lorsque le coût interne des activités est supérieur au prix du service logistique offert par les prestataires. L'externalisation complète des activités logistiques suppose la possession d'un stock réduit et l'intervention d'une, ou de plusieurs entreprises prestataires spécialisées dans :
- i) la logistique amont (l'approvisionnement des matières premières),
 - ii) le transport interne (manutention et déplacement des flux physiques dans le système productif),
 - iii) la logistique aval (traitement des commandes, facturation, entreposage, gestion des stocks, et la livraison des produits finis) ;
- Une politique logistique basée sur la sous-traitance exige une efficacité de communication entre l'entreprise et ses prestataires, ainsi que des règles strictes qui assurent le bon fonctionnement des opérations. Cette politique présente l'avantage de réaliser des investissements logistiques limités, mais implique par contre l'instauration d'une certaine dépendance vis-à-vis des entreprises prestataires ;
- 6) Filialisation des moyens logistiques : est une politique dans laquelle l'entreprise cherche à offrir une haute qualité de service, sans trop sentir le poids financier des investissements alloués à cet objectif. En cela, l'entreprise tente de gérer ses moyens logistiques de manière rationnelle, par l'édification d'une filiale logistique. Cette filiale lui permettrait de maîtriser les coûts logistiques pour un niveau donné de qualité de service ; notamment en mettant cette filiale en compétition avec les entreprises prestataires. L'entreprise mère pourrait aussi envisager de rentabiliser ses moyens logistiques en proposant les services de la filiale à des clients externes. Dans ce dernier cas, elle manifesterait son introduction dans un nouveau créneau, dans lequel elle chercherait à développer sa filiale ;
- 7) Logistique du service public : l'adoption d'une telle politique logistique ne signifie pas forcément qu'elle a été initiée par une organisation étatique, mais que des entreprises ont suivi une stratégie semblable. Quoi qu'il en soit, à travers elle on se soucie peu des coûts engendrés. Elle est employée dans la plupart des cas en « raisons de la situation du marché, ou plus simplement de vocation » (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998, 146). On

peut citer la logistique hospitalière comme pratique de cette politique.

1.3.2. Les stratégies génériques

La littérature à propos des stratégies logistiques est abondante avec des développements variés ce qui nous amène à conclure qu'il s'agit d'un spectre ou les possibilités sont presque infinies. La définition de stratégies de référence au même titre que l'avait fait Porter devient un besoin substantiel pour guider les gestionnaires.

Tout d'abord, il faut garder à l'esprit que le SCM est une extension du domaine de la gestion des opérations. Ce domaine a connu l'apparition de modèles de gestion des flux qui se sont avérés, par la suite, comme des approches stratégiques du SCM. Krajewski, Ritzman, et Malhotra (2013) avaient révélé deux grandes orientations stratégiques pour le SCM qui semble être antithétique :

- 1) La stratégie d'efficacité : il est question dans cette stratégie de rationaliser l'utilisation des ressources dans la mesure où :
 - i) la prévision sur la demande est assez précise (les erreurs de prévisions sont minimales),
 - ii) l'introduction de nouveau produit est peu fréquente et peu variée,
 - iii) l'entreprise cherche à minimiser les coûts, avoir une bonne qualité des produits et effectuer des livraisons sans retard.

Cette stratégie repose sur une bonne planification, ainsi il est possible d'utiliser la logique du flux poussé comme le MRP et de manière générale le modèle de la production sur stock BTS (*Build-to-stock*) ou le MTS (*Make-to-stock*) afin de minimiser le niveau du stock, et optimiser l'usage des moyens. En somme, la stratégie d'efficacité est adaptée dans un environnement constant, où il y a peu de risque de renversement du marché, mais en contrepartie, elle engendre peu de profit, car elle est liée à une stratégie de domination par le prix. La relation de l'entreprise avec les fournisseurs est basée donc sur le volume, pour garder les coûts bas, et sur des délais courts avec une rotation des stocks élevée, pour minimiser le coût du stockage ;

- 2) La stratégie réactive : la réactivité implique un grand niveau de flexibilité (Santos Bernardes et Hanna 2009) associée à une grande vitesse d'exécution, car elle doit s'exercer dans un environnement turbulent où les prévisions sur la consommation sont rarement assez juste, et où le renouvellement et la diversification des produits sont réguliers. Dans cette stratégie, on ambitionne d'obtenir un avantage compétitif sur la différenciation du produit en termes de qualité, de personnalisation, d'options, et sur la minimisation des délais. Dans ce cadre, les méthodes du flux tiré pour concrétiser ces stratégies sont préférées. Sur le plan opérationnel, cela consiste à adopter soit le système de l'assemblage à la commande (ATO [*Assemble-to-order*]), soit la production à la commande (MTO [*Make-to-order*]), ou la conception à la commande (DTO [*Design-to-order*]). Pour pouvoir affronter la demande, la gestion des stocks doit être rigoureuse et assez complexe, puisqu'il faut garder un stock suffisant pour pouvoir satisfaire une demande imprévue, et minimiser leur volume pour éviter l'obsolescence. Pour cela, les encours doivent être placés judicieusement dans la chaîne logistique tout en évitant de constituer un stock de produits finis. Concernant le choix des fournisseurs, celui-ci doit se faire en favorisant la capacité réactive du candidat en matière de délais et de qualité.

Christopher, Peck, et Towill (2006) de leur côté ont effectué un travail qui peut être considéré comme un raffinement des deux grandes orientations stratégiques évoquées ci-dessous. Ils ont rassemblé les politiques en vue de constituer une taxinomie qui a pu mettre en exergue quatre catégories en fonction du degré de prédictibilité de la demande (non prédictible, prédictible), et en fonction du temps d'exécution des processus logistiques pour le réapprovisionnement

(délais courts, délais longs). La variation de la demande dépend du type de produit. Si le produit est classique (produit standard avec cycle de demande long), il est possible de prédire sa consommation, par contre, si le produit est non conventionnel (produit particulier, ou innovant, avec un cycle de demande court), sa demande sera fluctuante et difficile à établir.

Par ailleurs, le développement d'une stratégie SCM implique — selon les principes que nous avons vus — l'adoption d'une vue holistique dans laquelle tous les maillons sont bénéficiaires. Dans cet esprit, les politiques présentées dans la table 1.2 sont adaptées pour choisir une stratégie logistique à un type particulier de produits avec une approche favorisant la segmentation du marché¹. Ces politiques mettent en avant des solutions dans lesquelles le sourcing joue un rôle majeur dans la recherche d'une réactivité, c'est-à-dire raccourcir les délais pour répondre au besoin du marché dont la demande peut être stable ou instable. Ainsi, elles constituent des politiques génériques entre lesquelles une entreprise peut choisir une stratégie particulière.

Table 1.2. Les stratégies génériques de la chaîne logistique

		Caractéristiques de la demande	
		Prédictible	Non prédictible
Caractéristiques de l'offre	Délai long	Lean Planifier et exécuter	Leagile Différenciation retardée
	Délai court	Lean Recomplètement continu	Agile Réponse rapide

Source : Adaptée de Christopher, Peck, et Towill 2006, fig. 1.

- 1) La stratégie Lean : issue de la Lean production qui a été développée par Toyota. Cette politique s'attache à combattre ce qu'elle considère comme les 7 gaspillages pour instaurer une utilisation rationnelle des ressources de l'organisation. Cette politique est particulièrement adaptée lorsque la demande est prévisible et peu variée. Cependant, la stratégie Lean peut être déclinée en deux types :
 - i) La politique Lean planifiée : dans laquelle le délai des processus logistiques est long pour assurer la disponibilité des produits (quelques mois) ;
 - ii) La politique Lean avec remplètement continu : dans laquelle les temps liés au rassortiment sont supposés suffisamment courts (quelques jours). La pratique du VMI, CPFR, et antérieurement du CRP, s'inscrivent pleinement dans cette logique en utilisant le POS ;
- 2) La politique Agile : lorsque la demande est instable et requiert une réponse rapide et adaptée, cette politique reste la meilleure solution. Elle est également appropriée dans un secteur où il existe une forte incertitude envers le comportement des fournisseurs. L'agilité repose sur le maintien d'une grande flexibilité des processus logistiques, en particulier, sur le système productif. Santos Bernardes et Hanna (2009) la considèrent comme un paradigme qui agit sur tout le système. Ce dernier est reconfiguré et ajusté aux changements de l'environnement. Par ailleurs, en se référant aux deux orientations stratégiques énoncées par Krajewski, Ritzman, et Malhotra (2013) cette politique correspond à celle qui favorise la réactivité au marché. L'agilité suppose donc la capacité de transformer structurellement les processus logistiques dans l'intention d'acclimater le système aux bouleversements qui surgissent dans son milieu. Lee (2004) suggère d'associer cette politique avec deux autres qualités pour constituer une version évoluée. Il la désigne par la stratégie triple—A (Agilité, Adaptabilité et Alignement) :

¹ Notamment en suivant le principe n°1 d'Anderson, Britt, et Favre (2007) (cf. sect. 1.2.2).

- i) L'adaptabilité : est le mécanisme par lequel il est prétendument possible de s'accommoder avec les changements du marché. Elle est développée suivant le suivi des tendances économiques, l'alliance avec des intermédiaires capables d'employer des vendeurs fiables dans des marchés incertains, et l'implémentation d'une flexibilité basée sur la modularité ;
 - ii) L'alignement : est au sens de l'auteur un régime qui permet de stimuler la coordination et la convergence des efforts de chaque partenaire pour améliorer la performance de toute la chaîne logistique. Ce type d'alignement est promu par un dispositif d'incitation qui fait profiter tous les membres de la chaîne logistique. En cela, la méthode consiste à effectuer un partage étendu des données, à définir le rôle de chacun, à préciser les modalités de distribution des risques, des coûts, des bénéfices, et à faire en sorte que la contribution de chacun dans l'atteinte des objectifs du système soit également individuellement lucrative ;
- 3) La politique Leagle : en essayant de tirer avantages des principes du Lean et de l'approche Agile, la politique Leagle comme stratégie mixte peut être employée lorsque l'entreprise détient des produits ayant une demande plus ou moins stable, ou des produits ayant une certaine différenciation avec une demande instable. Cette politique peut être réalisée en développant dans le processus logistique le raisonnement de la différenciation retardée pour un produit innovant et la DRP pour un produit standard.

Aussi bien Lee (2004), Christopher, Peck, et Towill (2006), Krajewski, Ritzman, et Malhotra (2013) insistent sur le fait qu'il faut développer, si c'est nécessaire, une politique SCM pour chaque ligne de produit. Christopher, Peck, et Towill (2006) imaginent, en ce sens, le circuit logistique d'un produit particulier comme un pipeline qui a ses propres caractéristiques stratégiques. Enfin, vu le développement qui a été réalisé, il est possible d'entrevoir dans les travaux réalisés une approche ascendante (*bottom-up*) dans la conception d'une stratégie SCM, alors que la description de Colin, Mathé, et Tixier (1998) pourrait être perçue comme une approche descendante (*top-down*).

2. L'optimisation de la chaîne logistique

Dans la section précédente, nous avons vu que la logistique a pour objectif de gérer les flux (de matière et d'information) de la façon la plus efficace possible à travers des stratégies qui permettent d'optimiser la chaîne logistique d'un point de vue global. Cela étant, les politiques citées dépendent de quelques mesures d'optimisation qui se font au niveau local. Nous avons utilisé le terme « local », car ces outils ne concernent en général qu'un maillon du système logistique. En fait dans chaque processus, par lequel traversent les flux, s'est développé un ensemble de méthodes et de techniques qui permettent de les améliorer. Par exemple, la politique Lean dépend en grande partie du système JAT qui se réalise sur les entreprises. Le JAT lui-même dépend du mécanisme Kanban appliqué dans la logistique interne (système productif). Ces outils représentent des moyens d'amélioration de la chaîne logistique.

En ce sens, nous reprenons le point de vue de Colin (1996, 19) qui considère la logistique « comme la technologie de la maîtrise de la circulation des flux d'information et de marchandise que l'entreprise expédie vers ses clients, transfert entre ses établissements et reçoit de ses fournisseurs... ». Colin ajoute que la technologie laquelle il fait référence est au sens de Galbraith (1968), signifiant ainsi l'emploi de la science à des fins pratiques.

Il s'agit donc dans cette section de présenter les méthodes et logiques d'optimisation les plus importantes et les plus connues dans le domaine. Notre intention n'est pas d'approfondir le contenu de ces techniques, mais d'exposer leurs principes et intérêts.

Deux raisonnements règnent sur la gestion des systèmes et l'amélioration des processus logistique, le premier est celui du flux poussé, et le deuxième opposé est celui du flux tendu

ou tiré. Le premier fonctionne suivant le modèle de la production sur stock (BTS ou MTS), c'est-à-dire selon la réflexion — je planifie puis j'exécute — alors que le deuxième suit le système de la production à la commande (ATO ou MTO) dans lequel la fabrication est conditionnée par l'aval (le client) (cf. fig. 1.9). De manière générale, le flux poussé consiste à organiser la chaîne logistique en fonction des prévisions. Les approvisionnements sont programmés d'avance, la production est planifiée par anticipation et les stocks sont ajustés par projection pour affronter la consommation ou la demande attendue. Par contre, dans le flux tiré toutes les opérations (production, stockage et approvisionnement) sont théoriquement déclenchées qu'à la suite des consommations constatées ou des commandes passées (Pimor et Fender 2008). Nous parlerons avec plus de détail sur ces deux logiques de gestion des opérations, en plus des techniques générales qui se rapportent à l'optimisation des flux traversant les maillons de la chaîne logistique.

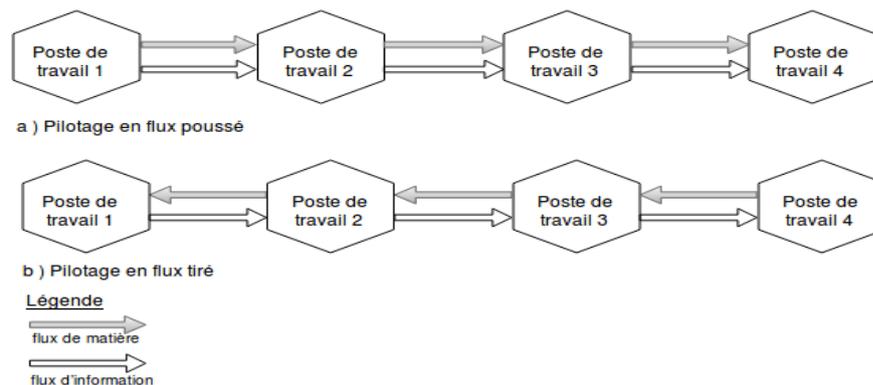


Figure 1.9. Flux poussé versus flux tiré. Par Javel 2003, 74.

2.1. Gestion en flux poussé

La conduite des flux d'après la perception du flux poussé témoigne d'un raisonnement proactif dans la mesure où l'organisation anticipe les changements de l'environnement et s'organise en conséquence pour s'adapter (Enns et Suwanruji 2000). Trois méthodes phares, liées les unes aux autres, incarnent l'approche du pilotage des flux physiques par préfiguration de leur état. Elles essaient de l'optimiser tantôt par prédiction et tantôt par simulation. Ces méthodes qui ont la particularité de contribuer à une conduite centralisée des flux sont la prévision de la demande, le MRP et le DRP.

2.1.1. La prévision de la demande

La prévision est le point de départ de l'amélioration des flux en termes de quantité. Celle-ci essaye de déterminer quelles sont les consommations futures des produits finis, à partir desquels la production et la distribution vont s'organiser. Pour effectuer une prévision, il est nécessaire d'abord de (Pimor 1998) :

- ◆ Déterminer les articles concernés : lorsqu'une entreprise dispose d'un nombre important d'articles ou de modèles, la prévision est en général faite par famille de produits, c'est-à-dire par groupe d'articles homogènes. La détermination de la prévision pour chaque article se fera dans un deuxième temps par la répartition de la prévision globale. De manière générale, il est possible de faire des prévisions pour un groupe d'articles, selon plusieurs critères : par segment de marché, par zone de vente, etc. ;
- ◆ Déterminer l'unité du produit : c'est la définition de l'unité de prévision qui peut être l'unité d'achat, l'unité de livraison, l'unité de gestion, l'unité comptable ou autres ;
- ◆ Déterminer l'unité de temps : en fonction du niveau d'analyse des consommations dans le passé, l'unité de temps pour la prévision peut être l'heure, le jour, la semaine, etc. ;

- ◆ Déterminer l'horizon de prévision : ceci revient à définir la période de prévision. La précision de l'horizon de la prévision est importante, car la justesse des anticipations est en fonction de celle-ci — plus l'horizon est loin, plus l'incertitude augmente.

Après la définition de ces paramètres, les quantités qui vont être consommées peuvent être estimées en utilisant une méthode particulière de prévision. Cependant, dans le processus de prévision, il faut tenir compte de l'éventuelle rupture du stock lié en partie à la qualité de la prévision. Ainsi, la qualité de prévision est jugée en comparant les valeurs réelles aux valeurs estimées de la consommation. La rupture de stock, de son côté, est un évènement qui n'est pas totalement contrôlable. Le risque de son émergence peut être tout de même réduit. Pour cette raison, un taux de service est choisi afin d'estimer un stock de sécurité servant à se prémunir d'une rupture de stock¹ (Pimor 1998).

Concernant les méthodes de prévision, il en existe plusieurs. Ces méthodes sont présentées selon deux catégories (Pimor 1998) : les prévisions factorielles, et les prévisions par l'analyse statistique :

- 1) Les prévisions factorielles : une prévision factorielle est une anticipation explicative utilisant un modèle causal. Autrement dit, les prévisions factorielles consistent à établir un modèle avec lequel on essaye de mettre en évidence des corrélations entre la consommation du produit et d'autres données, appelées variables exogènes. La corrélation entre la consommation et les variables exogènes est calculée à partir de l'historique. Cependant, la corrélation doit être expliquée. Sans cette explication, le modèle n'a pas de valeur significative, d'où la difficulté de ces méthodes en termes de choix des variables exogènes qui doivent expliquer la consommation. En outre, une autre difficulté des méthodes de prévision factorielle a rapport avec l'autocorrélation des variables exogènes. Ce problème et bien d'autres sont traités par l'économétrie qui propose des techniques permettant de raffiner et de valider ce type de modèle. Toutefois, l'économétrie présente l'inconvénient de fournir des résultats peu convaincants, sauf avec les produits de grande consommation (Pimor 1998) ;
- 2) Les prévisions par les méthodes statistiques : ces prévisions consistent à exploiter l'historique des ventes pour effectuer une extrapolation sur le futur (Blondel 2003). Plusieurs modèles sous le nom de série chronologique sont établis par les méthodes statistiques et sont exposés ci-dessous :
 - i) La méthode de la moyenne mobile : dans cette méthode, on obtient une estimation de la vente sur une période future en calculant la moyenne arithmétique des ventes des périodes passées. La démarche se poursuit à chaque fois que l'on obtient la réalisation de la vente dans la période où elle a été prévue, et ce, pour établir la prévision de la période future suivante (Laurentie et al. 2000). Par exemple, si on se situe à la période n et que nous avons un historique de vente : $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$, la prévision de la vente pour la période future $n+1$ sera calculée selon la formule (2.1.1) (Blondel 2003) ;

$$a_{n+1} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n} \quad (2.1.1)$$

On constate par la suite la vente effective de la période $n+1$. En supposant que cette vente effective est égale à v , on peut ainsi, établir la prévision de la période suivante $n+2$ de la manière suivante (cf. formule (2.1.2)) ;

$$a_{n+2} = \frac{a_2 + a_3 + \dots + a_n + v}{n} \quad (2.1.2)$$

¹ Voir comment estimer le stock de sécurité dans la section 2.3.1.3.

ii) La méthode du lissage exponentiel simple : cette méthode, contrairement à la première, prend en compte dans le calcul de la prévision, une partie de l'écart constaté entre la réalisation et la prévision d'une période. Le principe de la méthode consiste à donner un poids à des prévisions réutilisées dans le calcul de la période qui suit. Ce poids qui diffère selon l'âge des prévisions réutilisées est appelé coefficient de lissage. L'équation de calcul de la prévision se présente de la manière suivante (Laurentie et al. 2000 ; Fender et Baron 2012) :

$$M_n = M_{n-1} + A(C_{n-1} - M_{n-1}) = AC_{n-1} + (1-A)M_{n-1} \quad (2.1.3)$$

M_n : est la prévision de la période n ;

M_{n-1} : est la valeur de la prévision sur la période $n-1$;

C_{n-1} : est la valeur de réalisation de la vente constatée sur la période $n-1$;

A : est le coefficient de lissage. Il est parfois déterminé selon l'équation suivante :

$$A = \frac{2}{N+1}$$

N : représente le nombre de périodes de l'historique.

En déterminant l'équation de M_{n-1} selon la formule (2.1.3) puis en remplaçant celle-ci sur cette même formule on obtient une autre plus générale présentée dans la formule (2.1.4) (Laurentie et al. 2000) ;

$$M_n = AC_n + A(1-A)C_{n-1} + A(1-A)^2 C_{n-2} + \dots \quad (2.1.4)$$

Dans cette expression les coefficients de lissage, représentés par : $A, A(1-A), A(1-A)^2 \dots$, décroissent de manière exponentielle. Plus le coefficient « A » est grand, plus on donne de l'importance aux réalisations récentes. Par ailleurs, il faut savoir que la méthode de la moyenne mobile et la méthode de lissage exponentiel simple sont des modèles constants, c'est-à-dire qu'ils ne reflètent ni une tendance ni les fluctuations saisonnières (Pimor 1998).

iii) La méthode du lissage exponentiel avec tendance : la tendance est l'orientation prise par l'évolution des ventes. Cette orientation se dirige soit vers la hausse, soit vers la baisse. La tendance est représentée par une moyenne calculée selon la formule (2.1.5) (Laurentie et al. 2000) ;

$$B_n = \lambda(M_n - M_{n-1}) + (1-\lambda)B_{n-1} \quad (2.1.5)$$

Avec

$$M_n = AC_{n-1} + (1-A)M_{n-1}$$

B_n : est la tendance moyenne lissée sur la période n ;

B_{n-1} : est la tendance moyenne lissée sur la période $n-1$;

M_n : est la prévision de la période n ;

C_{n-1} : est la valeur de réalisation de la vente constatée sur la période $n-1$;

M_{n-1} : est la valeur de la prévision sur la période $n-1$;

A et λ : sont des coefficients de lissage.

Pour avoir une prévision d'une période future quelconque, par exemple pour la période $n+j$, on utilise la formule (2.1.6) ;

$$M_{n+j} = M_n + \left(\frac{A}{(1-A)} + j \right) B_n \quad (2.1.6)$$

B_n : est la tendance moyenne lissée sur la période n ;

B_{n-1} : est la tendance moyenne lissée sur la période $n-1$;

M_{n+j} : est la prévision de la période $n+j$;

M_n : est la valeur de la prévision sur la période n ;

A : est le coefficient de lissage.

- iv) La méthode de la régression linéaire : la méthode de la régression linéaire consiste à calculer la droite de la tendance D par la méthode des moindres carrés. À partir d'un historique de vente, la droite de la tendance ou de régression est déterminée de la manière suivante :

$$D = \alpha T + \beta \quad (2.1.7)$$

Sachant que

$$\alpha = \frac{n \sum T D_T - \sum T \sum D_T}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} ; \quad \beta = \frac{\sum D_T - \alpha \sum T}{n}$$

D_T : est la vente constatée sur la période T ;

$T = 1, 2, 3 \dots n$ est la période ;

α et β : sont les coefficients de la droite de tendance.

Selon l'équation de la droite de régression des formules (2.1.7), il est possible de constituer une prévision de n'importe quelle période future. Par exemple, on pourrait avoir la prévision de la période $T+j$ (cf. l'équation (2.1.8)) (Laurentie et al. 2000) :

$$\hat{D} = \alpha(T+j) + \beta \quad (2.1.8)$$

\hat{D} : est la vente prévue pour la période $T+j$.

- v) Prévisions avec tendance et saisonnalité : il pourrait y avoir des périodes dans l'année ou les ventes sont irrégulières de manière fréquente. Ces irrégularités indiquent des variations saisonnières. Pour pouvoir faire la prévision des ventes dans ce contexte, il faut tout d'abord désaisonnaliser ces ventes. Ainsi, en adjoignant à ces variations des valeurs dites coefficients saisonniers on pourra désaisonnaliser les ventes, puis utiliser l'une des méthodes de prévision précédentes, à savoir le lissage exponentiel à tendance ou la régression linéaire. Si on prend par exemple 3 années comme historique de vente. On déterminera les coefficients saisonniers en suivant les étapes ci-dessous (Laurentie et al. 2000) :

- Calcul de la moyenne des ventes pour chaque année de l'historique : on aura de cette opération la moyenne de la première année \bar{x}_1 , de la deuxième année \bar{x}_2 , et de la troisième année \bar{x}_3 ;
- Calcul du coefficient saisonnier pour chaque mois de chaque année. Par exemple, pour le mois de janvier on aura :

$$Coef_{janv}^1 = \frac{\text{Ventes du mois de janvier de l'année 1}}{\bar{x}_1}$$

$$Coef_{janv}^2 = \frac{\text{Ventes du mois de janvier de l'année 2}}{\bar{x}_2}$$

$$Coef_{janv}^3 = \frac{\text{Ventes du mois de janvier de l'année 3}}{\bar{x}_3}$$

- Détermination du coefficient saisonnier général de chaque mois, par le calcul de la moyenne des coefficients obtenus de chaque année. Ainsi, pour le mois de janvier le calcul est réalisé par l'équation suivante :

$$Coef_{janv} = \frac{Coef_{janv}^1 + Coef_{janv}^2 + Coef_{janv}^3}{3}$$

Les coefficients saisonniers généraux servent, par la suite, à désaisonnaliser les ventes et à effectuer les prévisions selon la procédure des méthodes citées auparavant. Les prévisions obtenues peuvent être remises dans leur contexte réel en les multipliant par les coefficients saisonniers.

Parmi toutes les méthodes citées, celle du lissage exponentiel est considérée comme la plus adaptée pour la prévision des ventes. La raison à cela vient du fait que son mécanisme permet à la fois de récapituler les ventes passées, de favoriser l'historique proche, et de réajuster adéquatement l'estimation de la période (Fender et Baron 2012).

2.1.2. La planification de la production avec le MRP

Le MRP a été développé par J. Orlicky en 1965 pour réguler les flux de matières et les produits finis. Le MRP est une approche systématique de planification de la production qui permet de rationaliser l'utilisation des ressources. Le principe de la méthode consiste à définir un plan de production et à calculer ses besoins en composants selon différentes étapes, à partir de la prévision des ventes. Le MRP a connu des évolutions suite auxquelles trois versions se sont succédé (Blondel 2003) :

- ◆ MRP (*Material Requirement Planning*) est la version d'origine. Celle-ci calcule les besoins nets en composants et permet d'élaborer un plan d'approvisionnement ;
- ◆ MRP1 (*Manufacturing Requirement Planning*) cette version, en plus de la première, calcule la charge de production et la réajuste selon la capacité du système ;
- ◆ MRP2 (*Manufacturing Resource Planning*) introduit à MRP1 des considérations financières en évaluant le coût de chaque étape du processus de fabrication et de réapprovisionnement.

Quelle qu'elle soit la version le MRP joue un rôle important dans l'ajustement des flux selon les besoins et conditions de la production. Cette méthode permet :

- ◆ De déterminer de façon rationnelle les ressources nécessaires à la production ;
- ◆ D'ajuster la charge de travail en considérant la capacité de production ;
- ◆ D'agencer la production de manière à ne pas avoir des périodes de sous-emploi des ressources.

Le principe de MRP repose sur la distinction entre deux types d'articles. Selon Orlicky, ils existent (Blondel 2003) :

- ◆ Des articles indépendants : ce sont des articles qui peuvent être seulement estimés. Ils sont dans ce cas pilotés par la gestion des stocks ;
- ◆ Des articles dépendants : ce sont les composants, sous-ensembles ou matières premières qui entrent dans la composition d'une référence (article fabriqué ou produit fini). Les articles dépendants procurent la possibilité de calculer leur quantité requise dans la fabrication avec une certaine certitude selon le plan de production établi.

C'est sur le deuxième type d'articles que le MRP se focalise et articule son mécanisme de gestion en flux poussé. Il détermine en particulier les besoins nets en articles dépendants suivant une nomenclature de fabrication. Cette dernière indique les références prévues dans la production et leurs liens selon une structure hiérarchisée de décomposition.

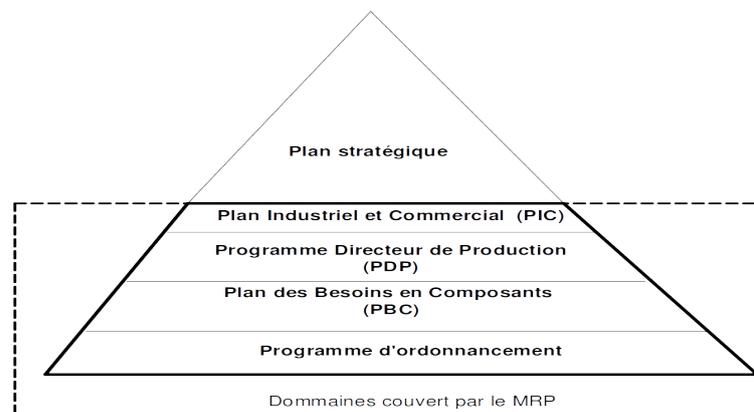


Figure 1.10. Hiérarchie de la planification d'après MRP. Adaptée de Laurentie et al. 2000, 118.

Une logique d'éclatement s'étend sur plusieurs niveaux de planification de la production avec le MRP, comme le montre la figure 1.10. Le plan stratégique au sommet de la pyramide de la planification impose un consensus entre le marketing, la production et la finance. De là, le plan stratégique doit contenir :

- ◆ Les objectifs marketing ;
- ◆ Le portefeuille de produits à réaliser ;
- ◆ Le système de fabrication choisi pour chaque produit à réaliser (production en ligne [*flow shop*], en ateliers spécialisés [*job shop*] ou en séries moyennes [*batch flow*]) ;
- ◆ Le niveau de la capacité à établir ;
- ◆ Le plan d'investissement.

Suivant la figure 1.10, le processus de régulation des flux moyennant la méthode MRP, s'effectue par les phases ci-dessous :

- 1) Élaboration du Plan Industriel et Commercial (PIC) ;
- 2) Élaboration du Plan Directeur de Production (PDP) ;
- 3) Élaboration du Plan des Besoins en Composants (PBC) ;
- 4) L'ordonnancement.

Les étapes de chacune de ces phases seront développées dans les titres suivants sachant que l'ordonnancement n'est pas propre à la méthode MRP, mais constitue une démarche générale de gestion des opérations à très court terme.

2.1.2.1. Le Plan Industriel et commercial

Le PIC est un plan du moyen terme qui comporte des prévisions de ventes agrégées par familles de produits. En raison de l'incertitude, le PIC ignore les détails afférant aux caractéristiques des produits comme la couleur, le style, et toute sorte de modèles (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002b).

Le principal intérêt du PIC réside dans l'organisation des ressources ainsi que de leurs niveaux de stock dans chaque sous-période de l'horizon prévisionnel. Les périodes sont annuelles et les sous-périodes sont mensuelles ou trimestrielles. Dans l'ensemble, la configuration de ce plan se présente sous la forme de la table 1.3.

Table 1.3. Exemple d'un PIC

Périodes	1994	1995				1996		
Sous-périodes	Cumul	Jan.	Févr.	.....	Déc.	Jan.	.....	Déc.
Prévisions	12 000	1000	1750	.....	1250	4500	.....	6500
Production	13 000	1250	1750	.....	1250	3750	.....	6500
Stock	1000	1250	1250	.....	1000	250	.....	250

Source : Adaptée de Baglin et al. 2001, 206.

Le PIC permet d'évaluer la charge de production sur les sous-périodes et détecter les débordements par rapport à la capacité disponible. La charge de production est calculée en macrogrammes. Ces dernières sont des documents sur lesquels on trouve les temps opératoires moyens pour chaque famille de produits (cf. table 1.4).

Table 1.4. Exemple d'un macrogramme

Famille de produit : F001		Atelier : A	
Ressource		Temps alloués	
Machines		14 heures	
Main-d'œuvre directe		207	

Source : Adaptée de Baglin et al. 2001, 206.

La charge est généralement représentée par un graphe pour l'ensemble des ateliers, ou pour chaque atelier de fabrication (cf. fig. 1.11, p. suiv.). Ceci permet de visualiser l'évolution des niveaux et les écarts entre la capacité et la charge de production à travers les sous-périodes.

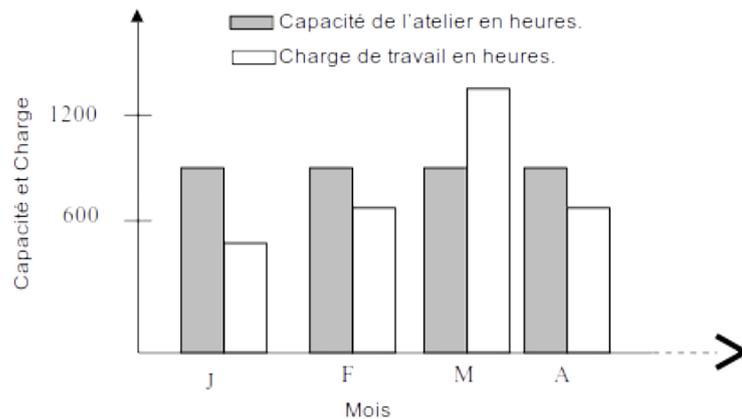


Figure 1.11. Charge et capacité d'un atelier de fabrication. Adaptée de Baglin et al. 2001, 207.

L'ajustement de la capacité devient, par conséquent, nécessaire. Il est effectué selon différents moyens. L'attention est portée sur les ressources critiques, autrement dit sur celles qui sont délicates en matière de (Laurentie et al. 2000 ; Baglin et al. 2001) :

- ◆ Capacité de production, comme les machines goulet ;
- ◆ Quantité, comme la main-d'œuvre ;
- ◆ Valeur (moyens financiers requis) pour l'acquisition des autres ressources.

Afin de réduire les écarts entre la charge et la capacité, certaines mesures d'équilibrage peuvent être entreprises. Ces mesures se résument par (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002b) :

- ◆ L'embauche de nouveaux ouvriers (temporaires ou permanents) en cas de sous-charge, ou le licenciement de personnel en cas de surcharge ;
- ◆ La programmation d'heures supplémentaires de travail pour le personnel ;
- ◆ Le recours à la sous-traitance ;
- ◆ L'augmentation des investissements (achat de nouvelles machines) ;
- ◆ La location d'équipements.

Un autre moyen d'optimisation du PIC consiste à lisser la charge de production sur l'ensemble des sous-périodes du plan. Cette opération présume le déplacement du surplus de charges vers les sous-périodes qui révèle un sous-emploi de la capacité. Le PIC résultant de cette mesure sera qualifié de plan de charge à capacité finie. Elle implique toutefois la constitution de stocks (Baglin et al. 2001). Par exemple, en observant la figure 1.11 on pourrait transférer la surcharge présentée dans le mois de mars sur le mois de janvier et de février. Ainsi, un stock sera constitué au cours de ces deux mois et sera écoulé au mois de mars.

2.1.2.2. Le Programme Directeur de Production

Le PDP est un plan qui découle directement du PIC en désagrégant les familles de produits en références finales (produits finis). Il révèle les demandes sur ces références avec plus de précision, suite aux informations complémentaires obtenues par les prévisions établies sur le court terme. Ainsi, l'horizon temporel du PDP peut aller vers un an au maximum (Laurentie et al. 2000). L'agencement du PDP se présente selon la table 1.5 (cf. p. suiv.).

La partie qui correspond à l'horizon ferme dans le PDP indique les périodes sur lesquelles il n'est pas autorisé de modifier le programme, afin de lui assurer une certaine stabilité. La ligne qui révèle les prévisions de vente contient des valeurs obtenues au prorata des quantités de famille de produits estimées antérieurement par le PIC optimisé. La ligne des commandes fermes représente les commandes validées et devant être satisfaites au moment de leur exigence (Baglin et al. 2001).

Table 1.5. Exemple d'un PDP pour urne référence finale

Référence : produit fini 003 Délai de fabrication (DF) : 2 semaines. Taille du lot de fabrication (TL) : 40 pièces. Stock disponible : 41 pièces Stock de sécurité : 0								
Périodes (t)	Horizon ferme					Horizon prévisionnel		
	sem.1	sem.2	sem.3	sem.4	sem.5	sem.6	sem.7	sem.8
Prévisions de vente (PV)	18	21	21	17	15	12	23	21
Commandes fermes (CF)	19	20	22	17	5	10	8	9
Stock prévisionnel (SP) (en fin de semaine)	22	1	19	2	27	15	32	11
Disponible à la vente (DV)	1	—	1	—	25	—	23	—
PDP (fin)	—	—	40	—	40	—	40	—
PDP (début)	40	—	40	—	40	—	—	—

Source : Adaptée de Laurentie et al. 2000 ; Baglin et al. 2001, 220.

Les autres lignes sont calculées par un ensemble d'opérations comme suit (Laurentie et al. 2000) :

- ◆ Pour le stock prévisionnel : sachant qu'il est considéré en fin de semaine il est calculé selon la formule (2.1.9) ;

$$SP_t = ST_{t-1} - Max(PV_t, CF_t) + PDP_{t-DF} \tag{2.1.9}$$

$t = 1, 2, \dots, n$: représente la période.

- ◆ Pour le PDP : celui-ci représente les ordres de production qui sont lancés en début de semaine, en prenant compte le temps de cycle de fabrication (DF). Ainsi le calcul du PDP avec un stock de sécurité est réalisé selon l'algorithme suivant (cf. fig. 1.12) ;

```

CALCUL DU PDP
VARIABLES
PDP : Vecteur # Ordre de fabrication # ;
BB : Vecteur # Besoin Brut# ;
BN : Vecteur # Besoin NET # ;
OF : vecteur # Ordre de fabrication ou de réapprovisionnement # ;
SD : vecteur # Stock disponible dans la période #
SS : réel # Stock de sécurité #
TL : réel # Taille du lot #
SD0 : réel # Stock disponible en amont de la prévision #
DF : entier # Délai de fabrication # ;
t : entier # Période de prévision représentant la semaine # ;
n : entier # horizon de la prévision # ;
i : entier ;

DEBUT
LIRE TL ;
LIRE SS ; LIRE SD0 ;
LIRE DF ;
LIRE n ;

POUR t ALLANT DE 1 A n
  DEBUT_POUR
  LIRE BB[t]
  FIN_POUR ;
SD [1] ← BB [1] - SD0 ;

POUR i ALLANT DE 2 A n
  DEBUT_POUR
  SD [i] ← BB [i] - SD [(i-1)]
  FIN_POUR ;
BN [1] ← SD0 - BB [1] ;

POUR t ALLANT DE DF+1 A n
  DEBUT_POUR
  BN [t] ← SD [t-1] - BB [t]
  FIN_POUR ;

POUR t ALLANT DE DF+1 A n

```

```

DEBUT_POUR
SI (BN [t] > 0) ALORS
  DEBUT_SI
  PDP [t-DF] ← roundup ((SS + abs (BN [t]))/TL) * TL
  FIN_SI
SINON
  DEBUT_SINON
  SI (ABS (BN [t]) < SS) ALORS
    DEBUT_SI
    PDP [t-DF] ← roundup ((SS - abs (BN[t]))/TL) * TL
    FIN_SI
  SINON
    DEBUT_SINON
    PDP [t-DF] ← 0
    FIN_SINON
  FIN_SINON
SD [t] ← BB [t] - SD [t-1] + OF [t-DF] ;
FIN_POUR ;

POUR t ALLANT DE 1 A n
  DEBUT_POUR
  AFFICHER PDP [t]
  FIN_POUR ;
FIN

```

Figure 1.12. Algorithme du PDP. La fonction *roundup* arrondit une valeur vers le plus proche entier supérieur.

- ◆ Pour le disponible à la vente : tout d'abord, cette variable représente la quantité qui peut satisfaire une commande instantanée (non prévue). Le disponible à la vente est calculé en retirant du PDP (fin) l'ensemble des commandes fermes reçues avant le prochain PDP (fin), autrement dit selon la formule (2.1.10) (Baglin et al. 2001) ;

$$DV_i = PDP_i - \sum_{t=i}^{k-1} CF_t \quad (2.1.10)$$

k : est la période du prochain PDP (fin).

Il est possible de constituer autant de programmes de production que de produits finis, comme il est possible de déterminer la charge de production sur chaque sous-période au même titre que le PIC. Le PDP est par la suite optimisé selon la technique du *rough cut capacity planning*, c'est-à-dire par l'ajustement de la charge de production en fonction des ressources critiques (Laurentie et al. 2000).

2.1.2.3. Le Plan des Besoins en Composants

Le PBC constitue la suite du PDP portée sur les articles dépendants d'une référence finale. On détermine sur lui les quantités exigées des sous-ensembles, composants, matières premières, ou tout intrant physique formant la composition du produit fini. Cependant, pour pouvoir construire un PBC, il faut disposer d'une nomenclature de fabrication. Cette dernière détermine la structure du produit par ses éléments ainsi que la quantité standard de chacun d'eux pour la fabrication. L'aspect de la nomenclature peut prendre la forme d'un arbre comme il est illustré dans la figure 1.13.

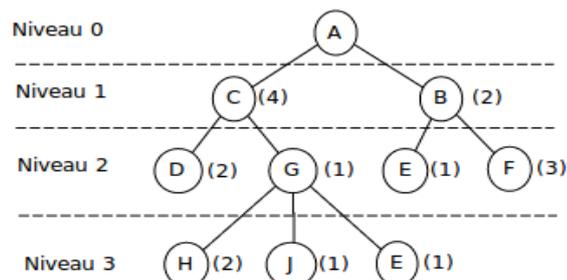


Figure 1.13. Nomenclature de fabrication arborescente. Adaptée d'Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002b, 69; Pimor 1998; Blondel 2003.

Une nomenclature arborescente indique plusieurs niveaux de liaison entre les articles. Le niveau 0 de la figure 1.13 présente le produit fini. Les autres niveaux : 1, 2, et 3 illustrent par des cercles les sous-ensembles ou composants constituant l'article du niveau supérieur. Les chiffres exposés entre parenthèses sont des coefficients de lien. Ils renseignent sur la quantité consommée lors de la production d'une seule unité de l'article se situant dans le niveau supérieur de la nomenclature (Blondel 2003).

Selon qu'il soit acheté ou fabriqué, le PBC de l'article exprime un programme de production ou d'approvisionnement. Par conséquent, il est nécessaire d'avoir des données relatives au délai de fabrication et au délai d'approvisionnement de chaque référence. Le délai de fabrication est déterminé par la gamme opératoire. Cette dernière est un document qui précise l'ordre et le temps de chaque opération effectuée sur un article. La gamme opératoire indique, aussi, le temps de la file d'attente, le temps de transport et les temps de préparation comme le temps du nettoyage, du changement d'outillage et du réglage. Notons aussi que le délai de fabrication est pris en valeur standard. Il permet en outre de calculer la charge de production (Laurentie et al. 2000). Le délai d'approvisionnement pour sa part, doit comprendre le délai du transport à partir du fournisseur, le délai du traitement administratif chez l'entreprise et chez le fournisseur (Javel 2003). À partir de ces données, il est possible d'établir un PBC, comme celui de l'exemple suivant (cf. table 1.6), et ce, d'après la nomenclature présentée dans la figure 1.14, et sachant également que les composants D et C sont des articles achetés.

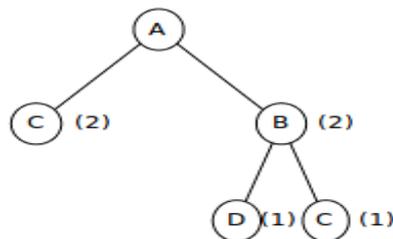


Figure 1.14. Nomenclature du produit présenté dans l'exemple d'un PBC.

Table 1.6. Exemple d'un PBC

	Périodes	Sem.1	Sem.2	Sem.3	Sem.4	Sem.5
Produit fini A Délai de fabrication : 1 sem. Taille de lot : 30. Stock disponible : 25. Stock de sécurité : 0.	Besoins bruts	-	-	-	-	50
	Réception attendue	20	-	-	-	-
	Stock disponible	45	45	45	45	25
	Besoins nets	-	-	-	-	5
	Ordre de Fabrication (fin)	-	-	-	-	30
	Ordre de fabrication (début)	-	-	-	30	-
Article B Coefficient de lien : 2. Délai de fabrication : 1 sem. Taille de lot : 20. Stock disponible : 10. Stock de sécurité : 0.	Besoins bruts	-	-	-	60	-
	Réceptions attendues	-	-	-	-	-
	Stock disponible	10	10	10	10	-
	Besoins nets	-	-	-	50	-
	Ordre de fabrication (fin)	-	-	-	60	-
	Ordre de fabrication (début)	-	-	60	-	-
Article C Coefficient de lien : 1. Délai d'approvisionnement : 1 sem. Taille de lot : 50. Stock disponible : 20. Stock de sécurité : 0.	Besoins bruts	-	-	60	60	-
	Réceptions attendues	-	-	-	-	-
	Stock disponible	20	20	10	0	-
	Besoins nets	-	-	40	50	-
	Ordre de réapprovisionnement (fin)	-	-	50	50	-
	Ordre de réapprovisionnement (début)	-	50	50	-	-
Article D Coefficient de lien : 1. Délai d'approvisionnement : 1 sem. Taille de lot : 40. Stock disponible : 20. Stock de sécurité : 0.	Besoins bruts	-	-	60	-	-
	Réceptions attendues	-	-	-	-	-
	Stock disponible	20	20	0	-	-
	Besoins nets	-	-	40	-	-
	Ordre de réapprovisionnement (fin)	-	-	40	-	-
	Ordre de réapprovisionnement (début)	-	40	-	-	-

Source : Adaptée d'Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002, 42.

À l'aperçu de la table 1.6, nous pouvons voir que certains éléments méritent plus de précision :

- ◆ Les besoins bruts du produit fini proviennent directement du PDP optimisé, alors que les besoins bruts des intrants sont calculés selon la formule (2.1.11) ;

$$BB_t = OF_t^i \times CL^i \quad (2.1.11)$$

$t = 1, 2 \dots n$: représente la période ;
 BB_t : est le besoin brut de la période t ;
 $i = 1, 2 \dots m$: est l'article du niveau supérieur selon la nomenclature ;
 OF_t^i : est l'ordre de fabrication en début de période t , et en relation avec l'article i ;
 CL^i : est le coefficient de lien vis-à-vis de l'article i .

- ◆ Le besoin net sert à déterminer la quantité requise d'après la formule (2.1.12) ;

$$BN_t = BB_t - SD_{t-1} - RA_t \quad (2.1.12)$$

$t = 1, 2 \dots n$: représente la période ;
 BN_t : est le besoin net de la période t ;
 OF_t : est l'ordre de fabrication en début de période t ;
 SD : est le stock disponible ;
 RA_t : est la réception attendue dans la période t .

- ◆ La ligne de la réception attendue correspond à une quantité lancée avant l'horizon de ce plan. Cette réception est programmée sur ce calendrier (Laurentie et al. 2000) ;
- ◆ L'ordre de fabrication ou de réapprovisionnement constitue le lancement d'une décision de production ou d'assortiment à un moment donné. Il est comparable au PDP et par conséquent, il suit le même raisonnement. Sous l'hypothèse d'un certain stock de sécurité, d'une taille de lot fixe (TL), et d'un délai de fabrication ou de réapprovisionnement (DF), l'OF est calculé selon l'algorithme présenté dans la figure 1.15 ;

Le lancement des ordres de fabrication marque le début d'une autre étape dans la hiérarchie de la planification. Cette étape consiste à faire le pilotage des ateliers, autrement dit l'ordonnancement.

```

CALCUL DE L'ORDRE DE FABRICATION (OF)
VARIABLES
PDP : Vecteur # Plan directeur de production du produit fini # ;
BB : Vecteur # Besoin Brut# ;
BN : Vecteur # Besoin NET # ;
OF : vecteur # Ordre de fabrication ou de réapprovisionnement # ;
SD : vecteur # Stock disponible dans la période #
CL : réel # Coefficient de lien # ;
SS : réel # Stock de sécurité #
TL : réel # Taille du lot #
SD0 : réel # Stock disponible en amont de la prévision #
DF : entier # Délai de fabrication ou de réapprovisionnement # ;
t : entier # Période de prévision représentant la semaine # ;
n : entier # horizon de la prévision # ;
i : entier ;

DEBUT
LIRE CL ;
LIRE TL ;
LIRE SS ;
LIRE SD0 ;
LIRE DF ;
LIRE n ;

POUR t ALLANT_DE 1 A n
  DEBUT_POUR
  LIRE PDP[t]
  BB [t] ← PDP [t] * CL
  FIN_POUR ;

```

```

SD [1] ← BB [1] - SD0 ;

POUR i ALLANT_DE 2 A n
  DEBUT_POUR
  SD [i] ← BB [i] - SD [(i-1)]
  FIN_POUR ;
BN [1] ← SD0 - BB [1] ;

POUR t ALLANT_DE DF+1 A n
  DEBUT_POUR
  BN [t] ← SD [t-1] - BB [t]
  FIN_POUR ;

POUR t ALLANT_DE DF+1 A n
  DEBUT_POUR
  SI (BN [t] > 0) ALORS
    DEBUT_SI
    OF [t-DF] ← roundup ((SS + abs (BN [t]))/TL) * TL
    FIN_SI
  SINON
    DEBUT_SINON
    SI (ABS (BN [t]) < SS) ALORS
      DEBUT_SI
      OF [t-DF] ← roundup ((SS - abs (BN [t]))/TL) * TL
      FIN_SI
    SINON
      DEBUT_SINON
      OF [t-DF] ← 0
      FIN_SINON
    SD [t] ← BB [t] - SD [t-1] + OF [t-DF]
  FIN_POUR ;

POUR t ALLANT_DE 1 A n
  DEBUT_POUR
  AFFICHER OF [t]
  FIN_POUR ;

FIN

```

Figure 1.15. Algorithme des OF dans le PBC. La fonction *roundup* arrondit une valeur vers le plus proche entier supérieur.

2.1.2.4. L'ordonnement

L'ordonnement de la production consiste à planifier les opérations à très courts termes. Ses objectifs se résument à minimiser le stock des encours tout en respectant le PDP et le PCB en matière de quantités et de délais (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a).

Avant de faire l'ordonnement, il est toujours nécessaire de calculer la capacité de production d'un atelier en fonction des ressources (main d'œuvre, équipements, machines), de leur productivité, et du plan de maintenance. Par la suite, un diagramme de charge permettrait de déterminer les excès de production sur le très court terme, et de réguler cette charge sur la capacité disponible. Il est important dans ce déroulement d'identifier les ressources critiques, c'est-à-dire celles qui entraînent un goulet d'étranglement. Afin d'éliminer ces altérations de flux, la réduction du temps de réglage et du temps de changement de l'outillage peut être réalisée par la méthode SMED¹ (*Single Minute Exchange of Die*). Si cela est insuffisant, d'autres ressources devront appuyer celles qui sont considérées comme un maillon faible. Dans ce cadre, l'application des principes du management par les contraintes s'avère d'une grande utilité. La théorie des contraintes a en général pour but de résoudre les problèmes qui accompagnent le MRP (Pimor et Fender 2008).

En outre, dans la pratique, il y a deux façons de faire dans l'ordonnement : le séquençement des OF, et le contrôle des entrées et sorties (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a).

¹Développé par Shingeo Shingo.

2.1.2.4.1. Le séquençement des OF

Le séquençement des ordres de fabrication consiste d'abord, à choisir une logique générale d'enchaînement, puis de déterminer précisément qu'elle est l'ordre de chaque OF dans une hiérarchie. Il s'agit en d'autres termes de choisir une méthode d'ordonnancement, puis de sélectionner une règle de priorisation des OF.

2.1.2.4.1.A. Les méthodes d'ordonnancement

La visualisation du déroulement des OF et de leur état d'avancement est un élément essentiel dans l'ordonnancement. Cela s'effectue par le diagramme de Gantt qui présente les ressources (postes de travail, machine ou autres) en ordonnée et le temps d'exécution en abscisse. Les différentes techniques d'ordonnancement sont présentées ici avec ce diagramme, et sont au nombre de quatre :

- 1) La technique du jalonnement aval : dans cette méthode, chaque OF possède une date de début et une date de fin. Le jalonnement aval consiste à ordonner les OF sur une ressource par leur date de début : le premier OF est placé à la date du jour et les autres OF sont alternés à la fin du précédent (cf. fig. 1.16). En somme, cela consiste à séquencer les OF le plus tôt possible ;

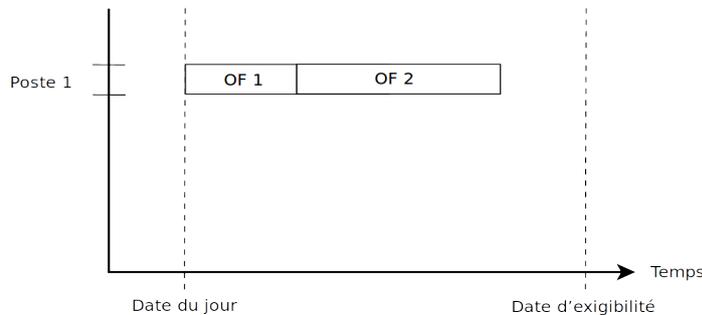


Figure 1.16. L'ordonnancement par le jalonnement aval. Adaptée d'Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a, 23.

- 2) La technique du jalonnement amont : contrairement au jalonnement aval, celle-ci consiste à caler de manière récursive l'ensemble des OF à partir de leur date d'exigibilité (cf. fig. 1.17). Autrement dit, cette technique effectue l'agencement des OF selon la logique dite au plus tard ;

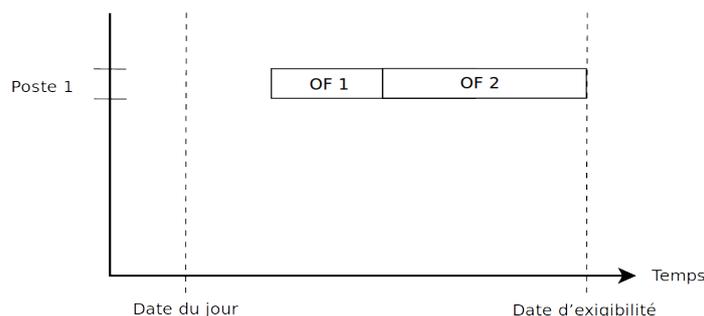


Figure 1.17. L'ordonnancement par le jalonnement amont. Adaptée d'Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a, 23.

- 3) La technique du chevauchement : cette méthode est d'un grand intérêt, car elle permet de réduire les délais de réalisation. Elle consiste à ne pas attendre la fin d'exécution d'un OF pour déclencher les autres opérations prévues. En d'autres termes, dès qu'une partie d'un OF a été opérée (une certaine quantité de pièces d'un lot de fabrication par exemple) on transfère ses éléments vers une autre ressource selon la suite des travaux programmés (cf. fig. 1.18) ;

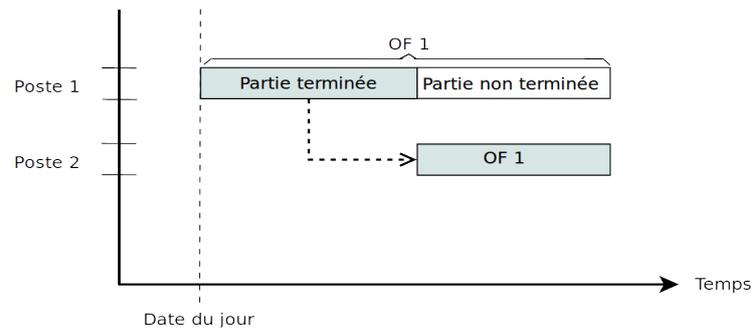


Figure 1.18. L'ordonnancement par le chevauchement. Adaptée d'Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a, 23.

- 4) La technique du fractionnement du lot : selon cette technique, un OF est départagé sur plusieurs ressources dans la mesure où ces dernières peuvent effectuer les mêmes opérations (cf. fig. 1.19). L'efficacité de cette technique est tributaire du temps de préparation, lequel doit être proportionnellement faible par rapport au temps opératoire.

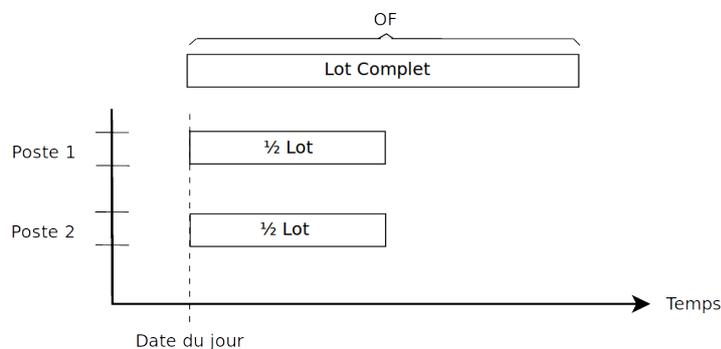


Figure 1.19. L'ordonnancement par le fractionnement du lot. Adaptée d'Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a, 23.

2.1.2.4.1.B. Les règles de priorisation

Dans l'ordonnancement, il est nécessaire d'établir un principe de sélection des OF devant être lancé en premier dans le processus d'exécution. Les règles de priorité sont pour cette intention fixées d'avance selon différents objectifs possibles et en rapport à la stratégie de l'organisation. Ces objectifs peuvent se porter sur la réduction des encours, le respect des délais, ou la réalisation d'une quantité maximale d'OF (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a).

Toutefois, le choix des règles de priorité pour de l'ordonnancement est au centre de la problématique de l'optimisation des flux. Les techniques mathématiques sont incapables de fournir des règles satisfaisantes sur tous les aspects. Il en reste néanmoins qu'il est d'usage de recourir aux règles suivantes (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002b ; Javel 2003 ; Fender et Baron 2012) :

- ◆ Règle FIFO (*First In First Out*) : la priorité est fournie à l'OF qui arrive en premier sur le poste de travail ;
- ◆ Règle LIFO (*Last In First Out*) : inversement à FIFO cette convention fournit la priorité à l'OF qui arrive en dernier sur le poste de travail ;
- ◆ Règle de la date d'exigibilité au plus tôt : l'OF passe en premier selon cette mesure s'il est réclamé à la date la plus proche du jour de sa réception ;
- ◆ Règle du temps d'exécution le plus court : la priorité est concédée à l'OF qui présente le délai de réalisation le plus court. Le délai de réalisation est la somme de tous les temps opératoires prévus pour son exécution ;
- ◆ Règle de la date d'exigibilité de l'opération au plus tôt : cette règle donne la priorité à

l'OF qui a le temps le plus court, s'agissant la première opération de sa réalisation, et ce, en tenant compte du temps de changement d'outillage et de réglage ;

- ◆ Règle de la marge restante croissante : la marge restante d'un OF est le temps qui sépare la date de son exigibilité de la date de sa réception. Ainsi, la priorité est donnée à l'OF qui présente la marge la plus courte ;
- ◆ Règle du ratio critique : le ratio critique est le rapport de la marge restante à la somme des temps des opérations restantes (cf. formule (2.1.13)). La priorité est fournie aux OF qui ont le ratio critique le plus élevé. Ceci implique qu'ils sont triés par ordre décroissant ;

$$\text{Ratio Critique} = \frac{\text{Durée de fabrication}}{\text{Date livraison} - \text{Date du jour}} \quad (2.1.13)$$

- ◆ Règle de la marge moyenne croissante par opération : cette mesure consiste à donner la priorité à l'OF qui indique une marge restante minimale. La marge moyenne restante est obtenue par le rapport de la marge restante au nombre des opérations restant à effectuer dans l'OF. Ceci en considérant sa date de réception (cf. formule (2.1.14)).

$$\text{Ratio Critique} = \frac{\text{Date promise} - \text{Date du jour} - \text{Somme des temps opératoires restant à exécuter}}{\text{Nombre d'opérations restant à effectuer dans l'OF}} \quad (2.1.14)$$

2.1.2.4.2. La gestion des entrées et sorties

La gestion des entrées et sorties permet de maîtriser le flux des OF sur les postes de travail. Le but est de réduire simultanément les encours, les délais et les retards de réalisation (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a). L'analyse des écarts entre les OF prévus et réalisés en entrée et en sortie dans chaque poste de travail permet de contrôler le flux, et d'identifier la baisse de productivité (voir un exemple dans la table 1.7) (Laurentie et al. 2000).

Table 1.7. Exemple d'un contrôle des OF dans un poste de travail

Période	1	2	3
OF planifié en entrée du poste de travail	18	12	15
OF réellement engagé dans la machine	14	10	17
Écart cumulé entre les OF planifiés et réalisés en entrée	4	6	4
OF planifié en sortie du poste de travail	20	12	12
OF réellement réalisé en sortie du poste de travail	16	13	15
Écart cumulé entre les OF planifiées et réalisées en sortie	4	3	0
Encours prévisionnel	8	8	11
Encours réel	8	5	7

Source : Adaptée d'Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a, 27.

^a Écart cumulé = Écart cumulé de la période t + OF planifiés sur la période $t+1$ - OF réalisé dans la période $t-1$.

L'action de régulation d'un flux consiste à diminuer provisoirement la quantité des OF planifiés en entrée, ce qui engendrerait une réduction des encours et des délais. Cette procédure doit tenir compte de la constance de la quantité réalisée des OF (Laurentie et al. 2000).

2.1.3. La planification de la distribution avec le DRP

La gestion de la distribution dans un réseau complexe est une activité qui tient à assurer la disponibilité des produits dans tous les emplacements qui expriment une demande (les points de vente, les entrepôts, les magasins et les plateformes logistiques). Cette gestion peut intervenir sur plusieurs échelons de stockage entre le client final et l'usine. Dans ce cadre, la planification apporte une grande aide dans la répartition des flux et dans la mobilisation des ressources nécessaires pour acheminer les produits vers leur destination. Le DRP (*Distribution Resource Planning*) est en ce sens l'outil adapté pour optimiser la distribution en termes de

délais, de quantité, et de coût, dans un contexte où il existe une forte dynamique de la demande à très court terme. Il lui est valu en cette manière d'être (Pimor et Fender 2008 ; Enns et Suwanruji 2000) :

- ◆ Une méthode qui améliore la qualité de service et la réduction du niveau du stock ;
- ◆ Une technique de simulation pour l'optimisation du flux et l'évaluation de l'impact de certaines stratégies ;
- ◆ Un instrument d'analyse pour la reconfiguration de la chaîne logistique.

L'utilisation du DRP, qui a commencé dans les entreprises industrielles, s'est répandue par la suite sur le secteur de la distribution (Martin 1995). La méthode s'inscrit dans une logique de flux poussé. Elle est par conséquent reliée et greffée au MRP. Elle lui apporte un peu de souplesse dans la mesure où elle permet d'interagir rapidement avec les variations de la demande. En effet, le DRP effectue des mises à jours intensifiées dans le planning, allant jusqu'à une fréquence journalière. Cet aspect fait de lui une approche de réapprovisionnement plus avantageuse que celle de la politique du point de commande¹ (Fender et Baron 2012). À vrai dire, il est plus adapté dans le contexte où la demande subit des grandes fluctuations, et lorsque celle-ci est dotée d'une grande part d'incertitude (Enns et Suwanruji 2000).

Le DRP est à notre avis une autre évolution du MRP, une nouvelle génération de celui-ci qui élargit la portée de son application à toute la chaîne logistique. D'ailleurs, le DRP est le noyau de la démarche ECR², et le modèle de base des premiers logiciels adoptant la logique du SCM (Pimor et Fender 2008).

Bien plus qu'une méthode, le DRP est un processus qui s'intercale entre le PIC et le PDP. Il utilise en entrée les informations venant de la demande, et en sortie il produit un ensemble de données sous forme de plan et de programmes relatifs aux besoins de transport, d'entreposage et de réapprovisionnement (Fender et Baron 2012) (cf. fig. 1.20).

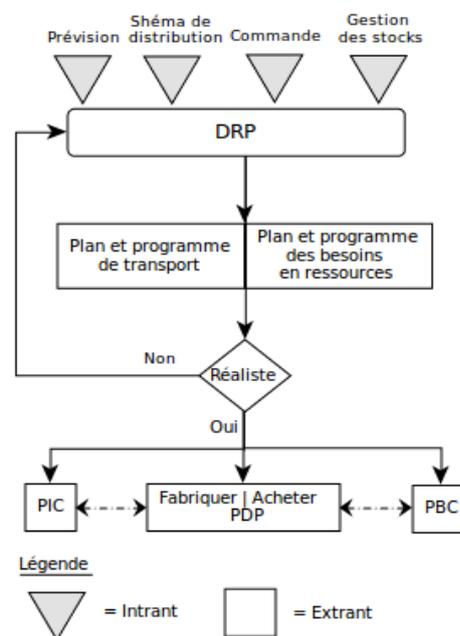


Figure 1.20. Processus du DRP. Adaptée de Martin 1995, fig. 3-1.

Parmi les plus importants intrants du DRP est le schéma de distribution (*Bill of distribution*). Celui-ci est un document qui fournit un aperçu du réseau de distribution. Il a la particularité de faire apparaître le lien entre les fournisseurs et les clients du réseau constitué d'entrepôts locaux, régionaux, nationaux, de centres de consolidations, et des points de stockages, de

¹ Traditionnellement utilisée dans la gestion des stocks (cf. sect. 2.3.2.4).

² L'ECR peut être interprété comme un DRP collaboratif.

livraison, et d'approvisionnement. Il peut être complété par des informations relatives aux moyens de transport prévus, la fréquence des transports, et la taille du lot de transport (voir l'exemple de la fig. 1.21). Il est par ressemblance l'équivalent de la nomenclature arborescente, sauf qu'il s'agit de montrer les liens existant entre les points de stockage qui sont géographiquement dispersés.

Sommairement, le processus du DRP rassemble les prévisions de vente des produits finis et les besoins en stock dans les entrepôts sur plusieurs échelons du réseau de distribution (entrepôts régionaux, locaux, nationaux) pour permettre à ces points intermédiaires de faire face à la demande. Puis il transforme ces données en besoins de production, lesquelles seront exploitées dans l'élaboration du PDP.

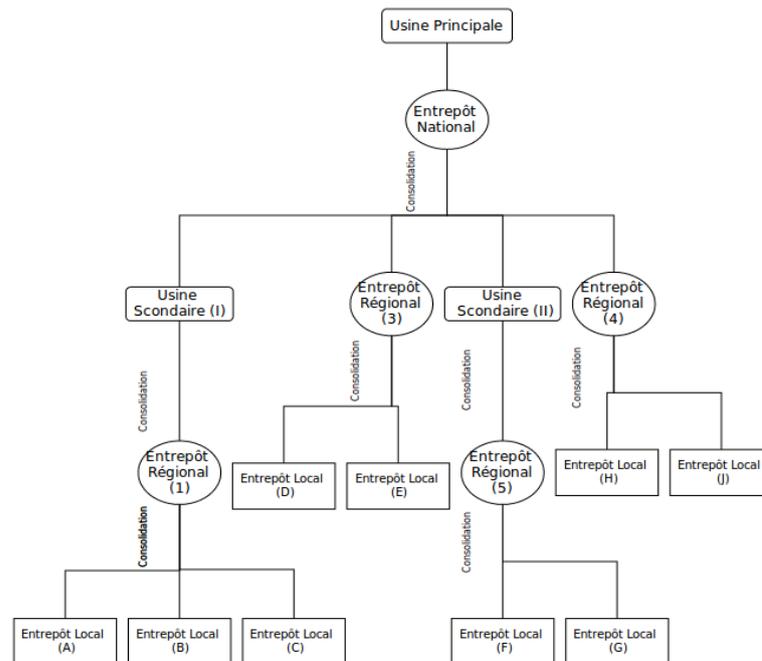


Figure 1.21. Schéma de distribution. Adaptée de Martin 1995, fig. 3-12.

Les informations générées par le DRP fournissent principalement des prédictions sur les ruptures de stock — en particulier dans une première élaboration du plan — et suite auxquelles les gestionnaires devront entreprendre des solutions pour y remédier (Martin 1995). Il fournit également des indications sur la situation future de la distribution, ce qui devrait permettre au gestionnaire de prévoir des mesures permettant d'augmenter la capacité de transport et d'entreposage, ou de la réduire en fonction des périodes. Dans le détail, la démarche consiste à suivre les étapes suivantes (Pimor et Fender 2008) :

- Étape 1. Au niveau des entrepôts locaux : collecter sur le court terme les commandes fermes et sur le moyen terme (allant de quelques jours à quelques semaines) les prévisions de vente ;
- Étape 2. Déterminer la valeur des paramètres initiaux qui vont servir au calcul des besoins nets : les paramètres concernent le niveau du stock, le stock de sécurité selon un taux de service choisi, les réceptions attendues, et les commandes en cours d'exécution.
- Étape 3. Consolider les besoins nets des entrepôts locaux et les introduire comme besoins bruts régionaux. Les besoins nets régionaux sont également déterminés et consolidés en besoins nationaux. Enfin, ces derniers sont agrégés pour obtenir par la même procédure des besoins nets de fabrication. Le DRP génère à travers cela des plans de réapprovisionnement détaillés qui contiennent :
 - 1) les consommations prévues dans chaque entrepôt local, régional et national,
 - 2) les besoins de transports,
 - 3) les besoins de magasinage,

- 4) le coût lié au stockage, les retards et les ruptures éventuelles du stock ;
 Ces plans seront simulés selon plusieurs scénarios (solutions, stratégies, hypothèses) pour produire à la fin une seule version ;
 Étape 4. Les besoins de fabrication estimés auparavant sont utilisés comme des données d'entrées dans le système MRP pour constituer le PDP et le PBC.

La table 1.8 présente une illustration abrégée de l'application du DRP. Pour simplifier, l'exemple est associé au segment droit du schéma de distribution correspondant à la figure 1.21. Plus exactement à l'endroit où l'usine secondaire (I) est le fournisseur de l'entrepôt régional (1), et où cette dernière alimente les entrepôts locaux (A), (B) et (C).

Table 1.8. Exemple d'un DRP

Référence du produit : PF005	Périodes	Passé	Sem.1	Sem.2	Sem.3	Sem.4	Sem.5	Sem.6	Sem.7	Sem.8
Entrepôt local (A)	Prévisions	—	47	47	47	47	47	47	47	47
Délai de réapprovisionnement : 2 Sem	En transit	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Taille du lot : 200 Pièces	Stock disponible	330	283	236	189	142	95	48	201	154
Stock disponible : 330 Pièces	Commande Réception		0	0	0	0	0	0	200	0
Stock de sécurité : 47 Pièces	Commande Lancement		0	0	0	0	200	0	—	—
Entrepôt local (B)	Prévisions	—	125	125	125	125	125	125	125	125
Délai de réapprovisionnement : 2 Sem	En transit	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Taille du lot : 500 Pièces	Stock disponible	880	755	630	505	380	255	130	505	380
Stock disponible : 880 Pièces	Commande Réception	—	0	0	0	0	0	0	500	0
Stock de sécurité : 125 Pièces	Commande Lancement		0	0	0	0	500	0	—	—
Entrepôt local (C)	Prévisions	—	115	115	115	115	115	115	—	—
Délai de réapprovisionnement : 2 Sem	En transit	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Taille du lot : 500 Pièces	Stock disponible	225	110	495	380	265	150	535	420	305
Stock disponible : 225 Pièces	Commande Réception	—	0	500	0	0	0	500	0	0
Stock de sécurité : 115 Pièces	Commande Lancement	500	0	0	0	500	0	0	—	—
Entrepôt Régional	Prévisions	500	0	0	0	500	700	0	0	0
Délai de réapprovisionnement : 3 Sem	En transit	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Taille du lot : 2200 Pièces	Stock disponible	1100	1100	1100	1100	600	2100	2100	2100	2100
Stock disponible : 1100 Pièces	Commande Réception	—	0	0	0	0	2200	0	0	0
Stock de sécurité : 287 Pièces	Commande Lancement	—	0	2200	0	0	0	—	—	—

Source : Adaptée de Martin 1995, fig. 3-22B.

Nous pouvons apercevoir que le plan présenté à travers la table 1.8 ressemble étroitement au PBC. Sachant que la ligne désignée « en transit » équivaut aux réceptions attendues, les commandes lancées sont évaluées avec le même algorithme utilisé pour calculer les OF. Les prévisions de l'entrepôt régional quant à eux, proviennent de la sommation des commandes lancées par les entrepôts locaux dans chaque période. Au final, les commandes effectuées par l'entrepôt régional seront transmises à l'entrepôt national. Ce dernier par la même procédure, développera des commandes utilisées comme des informations de départ au système MRP.

Pour terminer la présentation du DRP, nous évoquerons quelques points qui révèlent ses difficultés et limites (Enns et Suwanruji 2000 ; Pimor et Fender 2008) :

- ◆ La disponibilité et la diffusion très rapide de l'information dans tout le réseau de distribution ou sur toute la chaîne logistique sont une nécessité sans laquelle il n'est pas possible d'établir efficacement le système ;
- ◆ Comparativement à la politique de gestion des stocks basée sur le point de commande ou le Kanban (cf. sect. 1.23), la mise en place de son mécanisme est plus complexe ;
- ◆ Le premier point précédemment évoqué est une contrainte, alors que le deuxième point est un fait qui ensemble exigent une technologie d'information sophistiquée, donc, une implémentation coûteuse ;
- ◆ Étant centralisé, le pilotage des flux rend difficile, voire parfois presque impossible, l'obtention de toutes les données nécessaires venant de tous les maillons indépendants de la même chaîne logistique. Le DRP exige, en réalité, une forte collaboration entre les entités organisationnelles ;
- ◆ La réactivité du système aux fluctuations de la demande provoque paradoxalement un climat d'incertitude selon certains auteurs ;

- ◆ Pour que le système fonctionne correctement, il faudrait se conformer constamment aux temps standards des opérations ce qui est une condition pas facile à tenir.

2.2. Gestion en flux tendu

Issu de l'industrie nippone, plus précisément de l'école de Toyota dans les années 80, la gestion en flux tendus est une approche qui repose sur un ensemble d'outils : JAT, Kanban, SMED, TPM (*Total Productive Maintenance*), etc. (Pimor et Fender 2008). Elle s'est transformée par la suite en une véritable philosophie désignée par le *Lean Manufacturing*. Dans l'ensemble, le pilotage en flux tendu, par opposition au flux poussé, révèle un comportement réactif qui façonne d'ailleurs l'orientation stratégique réactive du SCM (cf. sect. 1.3.2).

Le cœur l'approche est construit sur le JAT ; le Kanban n'est qu'un outil qui permet de le concrétiser (Javel 2003). Bien que SMED et TPM permettent de raffiner la gestion en flux tendu — puisqu'elles permettent de réduire les délais du système productif —, elles sont suffisamment générales pour être appliquées dans d'autres modèles comme le MRP. Pour ces raisons, nous nous limiterons par détailler la description du JAT et du Kanban.

2.2.1. Le Juste à temps

Le JAT ou le Juste à temps est souvent assimilé à une philosophie industrielle et logistique (Vallin 1999). Il est complètement opposé au système MRP sans pour autant exclure la possibilité de constituer à travers sa logique des plans. Les programmes dans le cadre du JAT s'inscrivent dans ce que l'on prévoit de vendre exactement, et non pas ce qu'on va probablement vendre. Ainsi, la méthode tend à apporter les produits justes au moment nécessaire avec la qualité voulue, et surtout avec la quantité requise (Javel 2003). Ce simple principe, qui avait été appliqué au début comme un programme de réduction du coût a permis à Toyota d'échapper de la faillite, et devenir l'un des leaders industriels (Thomopoulos 2016). La justesse des prévisions dans le JAT joue un alors un rôle déterminant à sa réussite.

Mais le JAT va plus loin que cela. Il cherche, afin de promouvoir l'entreprise vers l'excellence, à éliminer tous les gaspillages des processus logistiques, et à instaurer une approche d'amélioration continue appuyée par des systèmes de gestion de la qualité. Les employés dans ce système doivent avoir une perception particulière du fonctionnement de l'organisation. Ils doivent en particulier considérer les relations entre les différentes fonctions et processus de l'entreprise comme semblables à celles qui lient le client à son fournisseur. L'adoption du JAT implique pour l'entreprise la recherche de (Laurentie et al. 2000) :

- ◆ La flexibilité ;
- ◆ La diminution des encours ;
- ◆ L'amélioration de la qualité ;
- ◆ La réduction de matières ;
- ◆ L'accroissement de la productivité ;
- ◆ L'utilisation réduite des espaces.

En somme, le JAT tient à accroître la performance de l'entreprise en dirigeant l'organisation vers l'atteinte des objectifs d'amélioration désignés le plus souvent par l'élimination des 7 gaspillages. Il s'appuie en cela sur des préceptes clairs et rigoureux. Ainsi, nous présenterons l'approche JAT en termes de ces objectifs et des principes qui leur sont féconds.

L'approche du JAT est souvent associée à une culture, à un état d'esprit qui consiste à faire en premier lieu la chasse aux tâches qui ne génèrent pas de valeur ajoutée. Cette quête, au centre des préoccupations de sa philosophie, a conduit vers la définition de ce qui est perçu comme un gaspillage (Laurentie et al. 2000 ; Javel 2003) :

- 1) Le gaspillage de la surproduction : un surplus de production provoque une surutilisation des ressources, un surstockage et par conséquent, des coûts excessifs. La

surproduction peut être issue d'un effectif excédentaire, d'une surcapacité inutile (machines non indispensables), ou d'une fabrication non demandée. Pour éliminer la surproduction, JAT se réfère à la méthode du Kanban (cf. sect. 2.2.2) et à la différenciation retardée ;

- 2) Le gaspillage des temps d'attentes : pour illustrer cette idée, il faut savoir que le délai de fabrication d'une référence est composé de cinq parties. Celles-ci sont exposées dans la figure 1.22 ;

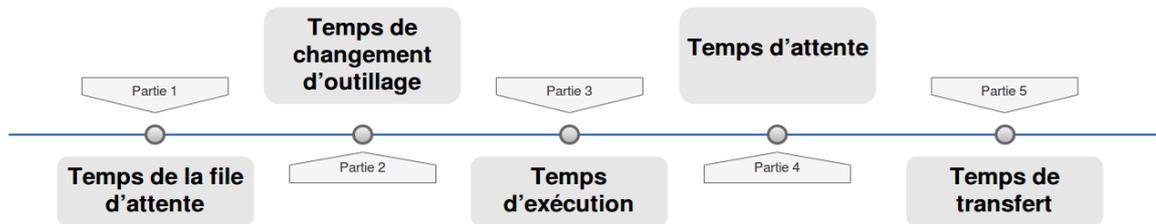


Figure 1.22. Le cycle de fabrication. Adaptée de Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002b, 21.

Le temps de la file d'attente est défini comme la période d'attente d'une pièce dans une queue, avant de subir une opération de transformation. Le temps d'attente est la durée dans laquelle la pièce opérée reste immobile en attendant son déplacement vers un autre poste de travail. Le temps de transfert représente la durée de ce déplacement (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a). Le temps d'exécution, ou le temps opératoire proprement dit, ne représente que 5 à 20 % du cycle de fabrication (Laurentie et al. 2000 ; Javel 2003 ; Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a). Ainsi, les temps inter-opérateurs (les autres temps de la figure 1.22) constituent la majorité du temps de cycle de fabrication. De là, la réduction des délais de fabrication doit se porter sur ces temps intermédiaires considérés par le JAT comme des gaspillages. Les techniques les plus employées dans la réduction du cycle de fabrication peuvent être résumées par les points suivants (Javel 2003) :

- i) la réduction de la taille des OF,
- ii) le recours à la technique du chevauchement des OF dans l'ordonnancement,
- iii) le fractionnement du lot des OF dans la procédure d'ordonnancement,
- iv) l'utilisation de la méthode SMED : celle-ci consiste à diminuer au strict minimum le temps de changement de l'outillage (lié au changement de série). SMED propose, en bref, de réaliser toutes les opérations qui causent l'arrêt d'une machine au moment de son fonctionnement (transformation des opérations internes en opérations externes) ;

Par ailleurs, la réduction du gaspillage lié au temps d'attentes peut être initiée par (Javel 2003) :

- i) la suppression des ruptures de stock,
- ii) l'amélioration de la fluidité des informations,
- iii) la réduction des pannes des machines : utilisation de la maintenance préventive, ou au mieux la méthode TPM. Cette dernière vise à lier la maintenance à la production en rendant les opérateurs capables d'effectuer la maintenance des machines qu'ils utilisent ;

- 3) Le gaspillage des transports : certains déplacements, ou transferts de produits, constituent des tâches qui n'apportent pas de valeur ajoutée. Ils sont causés le plus souvent par :

- i) une mauvaise implantation de l'usine ou des entrepôts de stockage,
- ii) un emplacement inadapté d'un ou de plusieurs ateliers,
- iii) une taille démesurée du lot, ou la présence d'un stock excessif (Javel 2003) ;

Les entreprises ayant adopté le JAT s'approvisionnement, pour réduire le temps du transport, à partir de fournisseurs proches de leur localité, et de ceux qui se révèlent capables de livrer rapidement (Thomopoulos 2016) ;

4) Le gaspillage de la fabrication : en se posant les bonnes questions sur le processus de fabrication et sur sa complexité, on peut aboutir à l'identification des opérations qui doivent être remises en cause, ou celles qui peuvent être simplifiées (Laurentie et al. 2000). Dans ce cadre, les techniques du TQM et dans un cas extrême du BPR sont d'une grande utilité pour éliminer les activités et les facteurs entravant une production plus fluide, plus efficace, et plus efficiente ;

5) Le gaspillage du stockage : le stockage selon JAT est l'élément central sur lequel beaucoup d'efforts doivent être déployés, car le stock est considéré comme un problème d'ensemble. Pour pouvoir l'optimiser, il faut intervenir sur ses origines. Le JAT estime à ce propos qu'il provient de :

- i) la non-fiabilité de la planification,
- ii) l'usage même du stock de sécurité,
- iii) la réalisation d'une surproduction ;

La réduction des stocks constitue un objectif primordial dans l'approche. La simplification est le raisonnement principal qui guide une démarche qui prend en considération les aspects suivants (Javel 2003) :

- i) la technologie du processus de fabrication,
- ii) la maîtrise de la qualité,
- iii) la structure des produits,
- iv) la structure des ressources,
- v) la structure de la demande ;

Par ailleurs, afin de réduire les coûts de stockage, il n'est pas rare de voir chez les entreprises ayant adopté le JAT des ententes qui consiste à garder chez leur fournisseur une partie ou la totalité du stock.

6) Le gaspillage émanant des mouvements inutiles : ce type de gaspillage concerne tous les mouvements considérés comme improductifs, comme le déballage de certaines pièces réceptionnées (Javel 2003) ;

7) Le gaspillage de la mauvaise qualité : en toute évidence, il est le gaspillage le plus apparent. Il peut avoir une multitude de causes possibles telles que « l'absence de mode opératoire ; mode opératoire non respecté ; contrôle a posteriori ; feed-back lent » (Javel 2003, 83). Hormis les déséconomies qui peuvent être évitées, la maîtrise de la qualité permet de respecter les délais. La qualité en général est considérée selon JAT comme une culture qui concerne tout le personnel de l'entreprise : du directeur général au petit opérateur. Tous les employés doivent être sensibilisés, et travailler dans un cercle de qualité afin de trouver des solutions conjointes aux problèmes qu'ils rencontrent. Par ailleurs, en vue d'améliorer la qualité, chaque individu doit être en mesure de faire un autocontrôle, et tenu de remettre à la hiérarchie ses propres mesures des activités (Laurentie et al. 2000). Le personnel doit être aussi à même de développer les compétences relatives à (Laurentie et al. 2000 ; Javel 2003) :

- i) l'aptitude de travailler en groupe ou en équipe,
- ii) la polyvalence pour assurer la flexibilité et la qualité de service,
- iii) l'engagement dans l'amélioration continue des processus.

On peut voir que le JAT dans l'ensemble est fondé sur une idéologie qui incite les employées à avoir un état d'esprit supérieur à ce qui est commun dans la plupart des cultures organisationnelles. Ceci rend l'approche difficile à appliquer. Néanmoins, elle est promue à travers une gestion du personnel basée sur la formation, la reconnaissance, et sur des démarches instaurant la cohésion et l'adhésion des employés au projet JAT.

2.2.2. Le Kanban

La méthode du Kanban est une politique de pilotage des flux développée en 1958 par Ohno, dans le cadre de la gestion des ateliers de fabrication. Le but de celle-ci est double : éviter les ruptures de stock et empêcher en même temps la formation d'un niveau élevé des encours. Pour arriver à réaliser cela, la solution avancée consiste à adopter un système de réapprovisionnement qui permet de reconstituer le stock à chaque fois qu'une consommation a été effectuée par le poste en aval (atelier, activité, processus) (Fender et Baron 2012). Le déploiement de ce principe sur toute la chaîne logistique (interne ou externe) permet de réagir à une demande effective (Fender et Baron 2012) et non artificielle (prévue), ce qui provoque l'étirement du flux (pas de stock superflu provoqué par une surproduction). Néanmoins, cela ne signifie l'absence d'une planification. Au contraire, le Kanban s'intègre convenablement à un programme de production ou de fabrication des composants comme le PDP ou PCB (Fender et Baron 2012). À vrai dire, il est utilisé, dans le court et très court terme, comme une approche d'ordonnancement qui permet d'accélérer les flux (Belt 2008). La technique a l'avantage d'être d'un emploi facile n'exigeant pas l'assistance d'un outil informatique. Elle responsabilise en outre les employés et les motive, car elle procure un pilotage décentralisé (Javel 2003 ; Fender et Baron 2012).

2.2.2.1. Fonctionnement du mécanisme

Le terme Kanban signifie en japonais étiquette, et résume bien la mécanique du système, car celui-ci est un support d'information simple, mais qui évoque beaucoup de choses en tant que signal entre les intervenants (Fender et Baron 2012). Donc, il faut déjà être deux au minimum pour que le système fonctionne : l'un jouant le rôle du fournisseur et l'autre celui du client (Javel 2003). Il implique aussi l'instauration d'une coopération entre les deux acteurs. Techniquement parlant le mécanisme consiste à transmettre un message aux fournisseurs dès qu'une quantité fixe de produits (intrants, ou produit fini) a été consommée par le processus en aval. Le message ne prend pas nécessairement la forme d'un support papier ; il peut être sous forme d'une alerte visuelle ou sonore (Fender et Baron 2012). De la sorte, le Kanban communiqué en guise de signal indique à la fois :

- ◆ un ordre de fabrication ou une commande,
- ◆ un bon de livraison,
- ◆ un seul type de produit,
- ◆ un conteneur (container, palette, panier, chariot, etc.),
- ◆ une quantité fixe de pièces (Javel 2003),
- ◆ le moment du besoin pour recouvrir le stock et le réinitialiser à son niveau de départ.

Ce niveau reflète le maximum et reste constant.

Le dispositif ressemble à la politique de reconstituer (Fender et Baron 2012) et à la politique du point de commande (Javel 2003), les deux sont employées comme mécanisme de réapprovisionnement (cf. sect. 2.3.2), mais il leur est légèrement différent.

Le contenu du Kanban sous une forme physique (étiquette, fiche, carte, panneau ou enseigne) ou électronique (fichier électronique, RFID¹) peut comprendre l'intitulé du produit, l'identification du fournisseur, l'identification du client, la quantité des pièces dans le container, et la date de fabrication (Fender et Baron 2012 ; Javel 2003). Les deux dernières informations révèlent que le Kanban circule dans une sorte de boucle (cf. fig. 1.23, p. suiv.). Il est émis dans un premier temps par le client au moment même où le conteneur de pièce est inauguré dans la consommation, puis il lui est retourné de la part du fournisseur dans un deuxième temps avec de nouveaux produits. Le cycle par la suite se répète .

L'une des questions importantes liées à ce système se porte sur le nombre de Kanban à mettre en circulation. Celui-ci est en fait déterminé en fonction de deux paramètres liés au client, en

¹ Radio Frequency IDentification.

l'occurrence la taille du container, qui doit correspondre à une quantité économique (cf. sect. 2.3.1.2), et le niveau de l'encours.

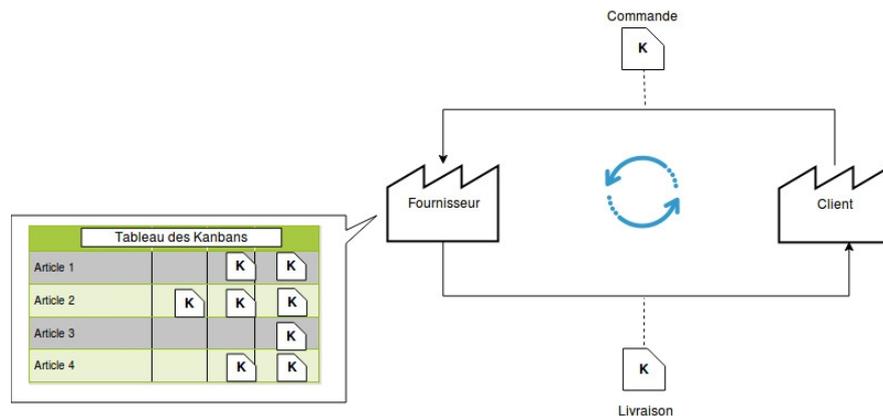


Figure 1.23. Mécanisme du Kanban.

L'équation (2.2.1) présente la formule qui permet de déterminer la quantité des Kanbans (Fender et Baron 2012). Cependant, au début de l'instauration et fonctionnement du dispositif le nombre doit être suffisamment grand, puis il devra être réduit au fur et à mesure que le système atteint un équilibre (absence de rupture, niveau de stock minimal) (Fender et Baron 2012). Il est aussi préférable de tenir compte de certaines contraintes, comme le poids, le volume, la capacité, la disposition des moyens de manutention, et la taille du lot de fabrication (Javel 2003).

$$N = \frac{C \times DK (1 + X)}{TK} \quad (2.2.1)$$

C : est la consommation moyenne journalière du poste aval ;

TK : est la taille du Kanban (conteneur) ;

DK : est le délai de réalisation d'un seul Kanban ;

X : est un taux de sécurité pour pallier aux effets des imprévus.

L'idée de la méthode est assez générale et simple, au point d'être possiblement appliquée à différentes interfaces identifiées, de telle sorte que parfois deux boucles sont mises en place : la première boucle est établie avec le fournisseur (kanban de production), la deuxième est réalisée en interne, pour le déplacement des produits d'une localité à une autre (kanban de manutention) (Javel 2003 ; Fender et Baron 2012).

Comme tout système, le Kanban repose sur la présence de certaines hypothèses, qui d'ailleurs sont difficiles à établir, mais restent nécessaires sans quoi son efficacité est remise en cause. Les suppositions se rapportent sur les aspects mentionnés dans la table 1.9.

Table 1.9. Conditions d'application du Kanban

Aspects	Condition
Type du produit	Standard peu diversifié. Adapté à une production flexible.
Nature de la demande	Stable non fluctuante.
Capacité du fournisseur	Flexibilité vis-à-vis des quantités demandées. Fiabilité (pas de perturbation dans l'approvisionnement).
Réapprovisionnement	Un nombre assez important d'itérations.
Style de production	Réactif : délai court dans le réglage des équipements et le changement de la référence produite. Organisation en ligne et non pas en atelier technologique. Production en flux continu. Abandonner le prérequis stipulant de ne pas arrêter la production à tout prix.

Source : Adaptée de Fender et Baron 2012, 114 ; Javel 2003, 225–226.

2.2.2.2. Tableau d'ordonnement des Kanbans

Comme nous l'avons expliqué précédemment la gestion des Kanbans se fait en boucle. La particularité de la méthode se situe dans le maintien du cycle qui s'effectue chez le

fournisseur ou le poste qui se trouve en amont de manière générale. À cet endroit, un tableau d'ordonnement, servant de carnet de commandes, est dressé pour piloter le flux des Kanbans (Javel 2003).

Le tableau peut prendre la forme du diagramme de Gantt comme nous l'avons présenté dans la section 2.1.2.4, avec une légère nuance, qui consiste à mettre en abscisses les articles gérés, et en ordonnée les Kanbans reçus du client (voir le tableau des kanbans sur la fig. 1.23, p. 65). Il peut prendre l'aspect de la table 1.10 désignée par la fiche en T (Javel 2003).

Table 1.10. Fiche en « T » du tableau des Kanbans

Article 1	Article 2	Article 3	Article 4	Article 5
En cours	☒	☒		K
K		☒	En cours	K
K	K		K	K
K	K	K	K	K

Source : Adaptée de Javel 2003, fig. 7.31; Fender et Baron 2012, 115.

Notons que les cases vides révèlent que les Kanbans pleins sont chez le client, alors que les cases avec le signe ☒ indiquent l'inexistence d'un Kanban. Ces derniers révèlent dès lors le maximum d'étiquettes utilisées pour l'article en vedette (Javel 2003). Lorsque les Kanbans viennent du client, elles sont placées dans la colonne correspondante au type de produit à partir du bas de la fiche en T. Ceci facilite le décompte de leur nombre et permet de les ordonner selon leur date d'arrivée. Le nombre de Kanban pour chaque article est par la suite systématiquement comparé à deux niveaux (Fender et Baron 2012; 2012) :

- 1) Le seuil d'alerte : il indique le risque d'une rupture de stock chez le client et devrait provoquer des mesures d'urgence et réaliser le plus tôt possible les Kanbans arrivés. Il est signalé dans le tableau des Kanbans par une balise (flèche, index, etc.) rouge. Quant au seuil, il est calculé par la formule (2.2.2). Si toutes les cases d'un article sont remplies à un moment donné, cela indique forcément une rupture de stock ;

$$\text{Seuil d'alerte} = \frac{C \times DK}{TK} \quad (2.2.2)$$

C : est la consommation moyennejournalière du poste aval ;

TK : est la taille du Kanban (conteneur) ;

DK : est le délai de réalisation d'un seul Kanban.

- 2) Le seuil de reproduction (cf. formule (2.2.3)) : dans un atelier de fabrication il marque un besoin en pièce qui a atteint la taille du lot de fabrication. Il déclenche par conséquent la réalisation d'un Kanban dès que l'occupation actuelle du poste concerné serait finie. Il est signalé dans le tableau des Kanbans par une balise verte.

$$\text{Seuil de reproduction} = \frac{C \times DL}{TK} \quad (2.2.3)$$

C : est la consommation moyennejournalière du poste aval ;

TK : est la taille du Kanban (conteneur) ;

DL : est le délai de réalisation d'un lot du Kanban.

Hormis la situation d'alerte et de reproduction, le fournisseur choisit le Kanban à prioriser en recourant, en général, à la règle FIFO. Il indique sur la position de sa case, dans le tableau

d'ordonnement, qu'il est en cours de réalisation¹. Par la suite, le Kanban terminé est retiré du tableau, puis accroché au conteneur expédié au client² (Javel 2003). Le déroulement normal du flux est révélé par le tableau des Kanbans lorsque toutes les cases ne sont pas vides ou pleines. Ces deux dernières situations sont en fait un signe qui révèle l'existence d'une anomalie, d'un dysfonctionnement, ou tout au moins d'un antflux (Javel 2003).

2.3. Gestion des stocks

La gestion des stocks est une activité qui a pour objet d'assurer la disponibilité des produits en quantités demandées aux moments voulus (Javel 2003). La constitution des stocks dans l'entreprise n'est pas seulement considérée comme un moyen pour satisfaire la demande, mais aussi comme une réponse aux constatations suivantes, généralement faites dans les entreprises :

- ◆ Le cycle de production (*cycle time*) est supérieur au délai de mise à disposition du produit fini au client (Vallin 1999; Javel 2003) ;
- ◆ Le délai d'approvisionnement d'une matière première ou d'un article entrant dans la fabrication d'un produit peut être supérieur au cycle de fabrication ;
- ◆ Les aléas du marché incitent à établir une quantité minimale de sécurité, qui permet d'affronter une demande excédentaire inattendue, ou à se prémunir d'une défaillance éventuelle d'un fournisseur (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a) ;
- ◆ Le rassemblement des lots de fabrication permet d'avoir une productivité issue de la production de masse, et issue de la réduction des temps de changement d'outils (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a) ;
- ◆ La possibilité de bénéficier des remises ou des rabais de la part des fournisseurs, à la suite d'un achat doté d'une quantité importante (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a).

Toutes ces considérations sont pour le gestionnaire des contraintes et des opportunités qui l'incite à constituer le stock et à l'optimiser. Mais que veut dire optimiser le stock ? À cette question une seule réponse toute simple, mais à plusieurs portées, c'est-à-dire déterminer le niveau de stock qui permet de :

- 1) Satisfaire les besoins de consommation en matière ou la demande des clients (internes ou externes) ;
- 2) Éviter les interruptions du flux (principe de continuité) ;
- 3) Minimiser le coût du stock.

Contrairement à ce qui a été présenté dans les techniques du flux poussé et du flux tiré, dont l'une est basée sur la prévision et l'autre sur les consommations et demandes effectives, la gestion des stocks est fondée sur leur comportement stochastique. Par conséquent, les décisions prises sont sous la forme de politiques d'approvisionnement qui prennent en compte cet aspect directement ou indirectement, pour dûment satisfaire les besoins et empêcher les pénuries, en déterminant un niveau optimal de stock. En outre, le troisième point évoqué tend à la minimisation de l'impact financier engendré par le pilotage du stock. Ce pilotage s'exerce par la passation de la commande. Toutefois, sachant que la passation a des effets sur le coût de possession du stock, un modèle particulier a été développé pour déterminer une quantité idéale d'approvisionnement, qui d'ailleurs peut s'insérer dans certaines politiques de gestion des stocks. Ainsi, pour préserver l'ordre des idées nous présenterons d'abord de ce qui a trait aux préoccupations financières, avant d'exposer les différentes politiques d'approvisionnement.

¹ Par exemple, si le Kanban est une carte, celui-ci est retourné au verso pour afficher la mention « En cours ».

² Évidemment, dans le cas où l'étiquette serait sous forme physique.

2.3.1. Gestion liée au coût du stock

Les stocks ont des conséquences financières lourdes sur l'entreprise. Ils engendrent des coûts assez élevés et constituent un argent immobilisé. Or, l'entreprise ne peut pas éliminer les stocks, elle essaye tout au moins de les réduire et de compresser leur coût du mieux qu'elle peut. Par ailleurs, la multitude et la diversité des stocks existants dans une entreprise l'incitent à se focaliser sur les plus importants ou les plus coûteux (Javel 2003). L'entreprise effectue en ce sens, une classification des références selon un critère particulier, dans le but d'instaurer des priorités de gestion. La méthode de Pareto dédiée à cela et sa version améliorée « ABC » seront présentées. Cependant, la classification ne suffit pas pour maîtriser le coût du stock, et il faudrait s'intéresser de plus près à sa composition.

Selon Vermorel (2013), le coût du stock est calculé dans la plupart du temps par un taux annuel fixe sur la base de la valeur du stock. Cette approximation est due aux difficultés liées à l'estimation de sa vraie valeur. Cela étant, pour pouvoir optimiser le coût du stock il faudrait le décortiquer et analyser ses constituants. N'empêche, que sa définition n'est pas un exercice simple, et les spécialistes dans le domaine apportent des définitions qui sont plus ou moins disparates, comme le montre la table 1.11. Il faut en outre le différencier avec le coût du stockage. Ce dernier, qui paraît être un synonyme, lui est en réalité une de ses composantes, comme nous allons le voir plus tard.

Table 1.11. Définitions proposées pour le coût du stock

Définitions	Référence
Coût d'achat + Coût de passation + Coût de possession	(Wilson 1934)
Coût de stockage + Coût de pénurie	(Azoulay et Dassonville 1976)
Coût d'opportunité + Coût de service + Coût de risque	(Gunasekaran, Patel, et McGaughey 2004)
Coût de stockage + Coût de finance + Coût du risque	(Basu et Wright 2008)
Coût de gestion + Coût de stockage + Coût d'opérations administratives + Coût d'administration générale	(Speh 2009)
Coût d'entrepôt + Coût administratif + Coût du système d'information	(Vallin 2010)

Dans l'ensemble, nous rejoignons l'avis de Vermorel (2013) qui s'est penché sur cette question et qui selon elle le coût du stock comprend le coût de la commande, le coût de stockage et le coût de rupture. Cette définition nous semble adaptée d'autant plus qu'elle intègre la plupart des éléments cités par les autres définitions. Plus précisément :

- ◆ Le coût de la commande : inclus le coût du processus de préparation et de lancement de la commande et les coûts de la logistique amont (transport et réception) (Vermorel 2013). Il correspond au coût de passation Wilson (1934) et aux coûts administratifs (Vallin 2010 ; Speh 2009) ;
- ◆ Le coût du stockage : ce coût renferme :
 - ▶ Le coût du capital : investissement, intérêt, coût d'opportunité. Il correspond à une partie du coût de finance selon Basu et Wright (2008) ;
 - ▶ Coûts de l'espace de stockage : coût d'achat, coût de la dépréciation, coût du loyer et du bail, charges d'entretien des locaux et des installations et de la manutention, coût d'amortissement du matériel et des bâtiments, coût de détérioration du matériel, les taxes foncières et les frais de personnel. Il correspond hormis le coût d'achat au coût de possession (Wilson 1934) ou de l'entrepôt (Vallin 2010) ;
 - ▶ Coûts des services sur le stock : assurances, matériel informatique et logiciels. Il correspond en partie au coût du système d'information (Vallin 2010) ;
 - ▶ Coûts des risques : coût des manquants ou de la démarque (*shrinkage*), et le coût de l'obsolescence ;
- ◆ Coût de rupture : il correspond au coût de pénurie (Azoulay et Dassonville 1976).

Parmi ces constituants, le coût de commande et le coût de stockage ont été analysés conjointement par le modèle EOQ (*Economic Order Quantity*). Celui-ci a procuré aux gestionnaires du stock et au logisticien, un levier d'action leur permettant de réduire considérablement le coût du stock. Ce modèle est présenté en deuxième partie. Nous passerons par la suite à l'étude du coût de rupture en troisième partie. En essence, cette dernière partie révèle comment constituer le stock de sécurité, pour optimiser le coût engendré par d'éventuelles pénuries.

2.3.1.1. Classification du stock selon le principe de Pareto

La classification selon le principe de Pareto consiste à faire une hiérarchisation des références gérées en appliquant une dichotomie. Elle est aussi connue sous le nom de la loi 20-80, ce qui signifie que 20 % des références gérées provoquent 80 % de la valeur du motif pris en considération. La méthode établit, en bref, un modèle de représentation du stock selon un critère déterminé. En fonction de ce critère, le stock est segmenté en (Pimor et Fender 2008) :

- ◆ Catégorie « A » qui représente les références les plus importantes ;
- ◆ Catégorie « B » qui concerne les références ayant une importance moyenne.

Cette méthode a été plus tard raffinée par General Electric en ajoutant une troisième classe désignée par la catégorie « C ». Elle a donné suite à cela le nom d'analyse « ABC ». La nouvelle classe concerne les références les moins importantes.

Pour obtenir les catégories susmentionnées, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes (Javel 2003 ; Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a) :

Étape 1. Choix du critère de classification. : selon l'objectif de la classification le critère de distinction peut être la valeur du stock, la consommation annuelle, l'espace de stockage utilisé, les heures de manutention exigées, la marge sur coût variable, la durée de vie des produits, etc. ;

Étape 2. Établissement d'un tri décroissant des références selon leurs valeurs, puis calcul du cumul de ces valeurs selon l'ordre du tri (voir la table correspondant à la fig. 1.24) ;

Étape 3. Détermination du pourcentage de chaque valeur cumulée concernant chaque référence, et ce, sur la base du total des valeurs. Par la suite, une courbe est tracée en disposant les pourcentages en ordonnée et les références en abscisse (cf. schéma de la fig. 1.24) ;

Étape 4. Une interprétation préalable est effectuée, puis « on fixe la limite de fin de la classe "A" entre 70 % et 80 % et la limite de fin de la classe B entre 90 % et 95 % » (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a, 50).

Références	Valeur selon le critère	Cumul	%
X3	20 000	20 000	29
X1	15 000	35 000	51
X4	10 000	45 000	66
X5	8 000	53 000	78
X10	5000	58 000	85
X2	4000	62 000	91
X7	3000	65 000	96
X6	1500	66 500	98
X9	1000	67 500	99
X8	500	68 000	100
Total	68 000		

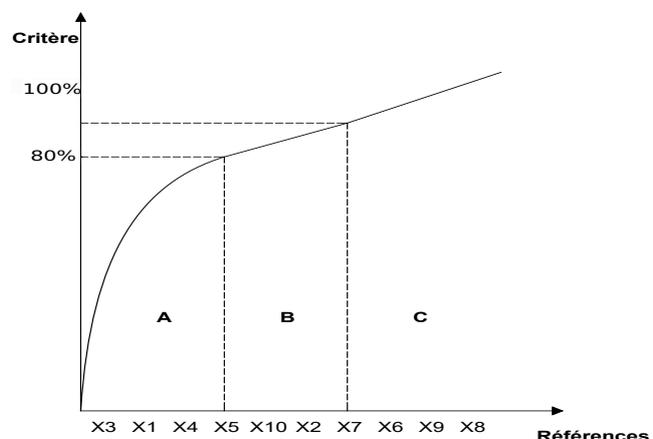


Figure 1.24. Exemple d'une classification ABC. Par Javel 2003, 489.

Dans le cadre de l'optimisation des stocks, la catégorie « A » mérite une attention particulière et un suivi permanent, ainsi que des mesures de gestion adéquates, telles que le recours à

certaines politiques d'approvisionnement spécifiques et adaptées (cf. sect. 2.3.2). L'impact limité de la catégorie « C » sur le critère d'analyse choisi ne devrait pas tout de même engendrer sa négligence, car le nombre de références en lui-même pose parfois un problème. Ainsi, il est raisonnable de tenir des efforts tentant de les réduire (Fender et Baron 2012). En outre, du fait que la méthode développe un examen unicritère il n'est pas possible de connaître l'origine du phénomène. Il devient nécessaire par conséquent de réaliser plusieurs analyses du même genre, pour en découdre. Par exemple, si le stock a été analysé par rapport à sa valeur, il sera difficile de savoir si la constitution de la classe « A » provient du fait que le prix des références est élevé, ou bien que ces références ont été supérieurement consommées ou demandées (Pimor et Fender 2008).

Enfin, bien qu'elle soit utilisée dans la gestion des stocks, le principe de Pareto est une méthode statistique générale, ce qui veut dire que son utilisation peut être attribuée à d'autres intentions, par exemple, la représentation de certains phénomènes et l'amélioration de la qualité (Pimor et Fender 2008). Elle constitue en outre un outil de gestion substantiel dans le TQM. Elle permet en cela d'identifier la cause des problèmes de qualité les plus critiques (Kanji et Asher 1996).

2.3.1.2. Estimation de la quantité économique

La réduction du coût du stock est une question qui a été interprétée comme un problème mathématique dès le début du siècle¹. Elle a été de ce fait explicitée sous l'aspect d'une fonction arithmétique formulée dans l'équation (2.3.1) (Azoulay et Dassonville 1976).

$$TIC = f_p(Q) \times CD + CC \times \frac{CD}{Q} + TCP \times \frac{Q}{2} \times f_p(Q) \quad (2.3.1)$$

$f_p(Q)$: est le prix unitaire de la référence en fonction de la quantité achetée ;

CD : est la consommation ou la demande annuelle de la référence ;

CC : est le coût de passation d'une seule commande ;

Q : est la quantité commandée ;

TCP : est le taux du coût annuel de possession du stock ;

Cette expression définit le coût total de gestion des stocks — en abrégé le TIC (*Total Inventory Cost*). Elle évoque trois parties (Javel 2003 ; Azoulay et Dassonville 1976 ; Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a) :

- 1) Le coût annuel d'achat représenté par le segment $CD \times f_p(Q)$;
- 2) Le coût de passation qui correspond au coût de lancement d'une commande. Ce coût est obtenu « en divisant le coût total de fonctionnement du service achat par le nombre de commandes passées annuellement » (Javel 2003, 492). Par conséquent, il est exprimé sur la période d'une année dans la fonction du TIC par la partie $CC \times \frac{CD}{Q}$;
- 3) Le coût de possession du stock, ou le coût de stockage², qui se porte sur les charges liées à la détention des références emmagasinées. Vu les difficultés liées à son évaluation, le coût de possession est établi généralement en proportionnel de la valeur du stock. Ce taux est calculé plus précisément d'après les équations (2.3.2). Ainsi, le coût annuel de possession du stock est développé par l'expression $TCP \times \frac{Q}{2} \times f_p(Q)$.

$$TCP = \frac{\sum \text{Charges de gestion du stock}}{\text{Stock moyen en valeur}} \quad (2.3.2)$$

$$\text{Stock moyen en valeur} = \frac{\text{Stock au bilan de l'année } n-1 + \text{Stock au bilan de l'année } n}{2}$$

¹ Ceci par déduction du fait que E. F. Harris de la société Westinghouse serait celui qui avait développé en 1915 le modèle repris par Wilson et publié en 1934 (Pimor et Fender 2008).

² Conformément la définition du coût du stock que nous avons adoptée au début de la section 2.3.1.

Pour optimiser le coût du stock, il est nécessaire de déterminer un volume idéal pour la commande (Q^*), qui permet de réduire d'un côté le coût de passation et de l'autre le coût de possession. C'est ce principe même qui fonde l'approche EOQ (*Economic Order Quantity*). Elle présume que le volume doit être une quantité économique, en vertu du fait qu'il doit établir un compromis entre les deux types de coûts évoqués, et qui sont de nature conflictuelle (Pimor et Fender 2008). Toutefois, il y a deux variantes à cette approche (Azoulay et Dassonville 1976) :

- 1) Le modèle standard de Wilson : cette version propose de calculer une quantité optimale de réapprovisionnement, selon les contraintes de la demande et des coûts de la référence en posant les hypothèses suivantes :
 - i) le prix unitaire de la référence est constant, autrement dit il ne change pas en conséquence des quantités commandées,
 - ii) l'inexistence de contraintes vis-à-vis des conditions de stockage et de manutention,
 - iii) l'indépendance du coût marginal de passation et de possession à l'égard du volume commandé,
 - iv) la régularité des commandes, ce qui veut dire qu'elles sont honorées intégralement sans manquement des quantités ;

La formule (2.3.2) se transforme sous ces suppositions en formule (2.3.3), sachant que le prix unitaire est fixe. La minimisation du TIC consiste donc à minimiser la fonction Γ qui n'est autre — à l'exclusion du coût d'achat¹ — qu'un coût cumulé. Pour obtenir enfin la quantité économique selon le modèle de Wilson, il faut effectuer la dérivée du Γ par rapport à Q , ce qui débouchera sur la formule (2.3.4). La quantité économique comme l'exhibe la figure 1.25 maintient le coût du stock dans son niveau le plus bas.

$$TIC = P \times CD + CC \times \frac{CD}{Q} + TCP \times \frac{Q}{2} \times P \quad (2.3.3)$$

$$\Gamma = CC \times \frac{CD}{Q} + TCP \times \frac{Q}{2}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times CC \times CD}{TCP \times P}} \quad (2.3.4)$$

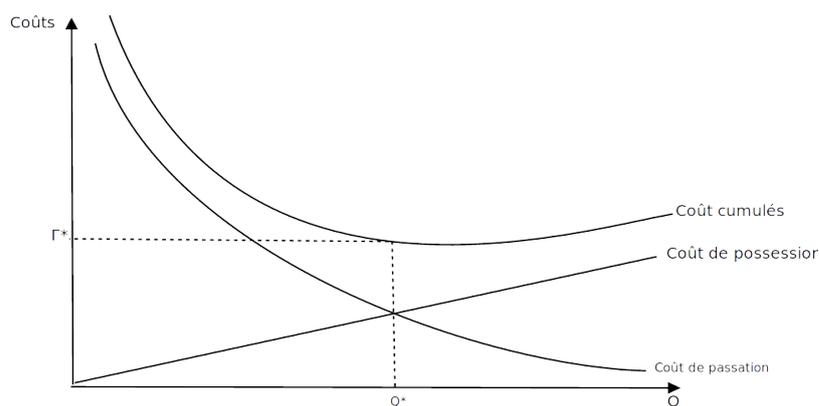


Figure 1.25. Détermination de la quantité économique. Adaptée de Javel 2003, fig. 2.25.

- 2) Modèle du prix variable : dans la mesure où le prix unitaire de la référence est dépendant de la quantité achetée, on cherchera à déterminer le volume optimal qui permet de bénéficier d'une ristourne, et en même temps, de réduire le coût du stock. En considérant ce volume comme un multiple de la quantité économique, il sera idéal si la condition de la formule (2.3.5) se réalise.

¹ Il a été retiré, car il est constant conformément à la première hypothèse du modèle.

$$R > \frac{(m-1)^2}{2} \sqrt{\frac{CD \times TCP \times CC}{2}} ; m = \frac{V}{Q^*} \quad (2.3.5)$$

R : est le total des ristournes annuelles ;
 V : est le volume commandé.

Notons que le modèle EOQ selon la variante de Wilson est utilisé dans la production pour calculer la taille du lot optimal, et dans la distribution pour optimiser les quantités livrées. Pour chacune de ces utilisations, il faut prendre en considération certaines charges supplémentaires qui leur sont spécifiques, comme celui du transport en ce qui concerne la distribution (Laurentie et al. 2000 ; Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a). La formule de Wilson produit deux corollaires qu'on peut utiliser comme paramètre dans des politiques d'approvisionnement. Il s'agit de déduire :

- 1) La période idéale pour la révision des stocks, notée ω . Sachant que ce délai dépend de la consommation ou de la demande par unité de temps, il peut être arrêté après l'avoir calculé par la formule (2.3.6) (Azoulay et Dassonville 1976) ;

$$\omega = \frac{Q}{CD} \quad (2.3.6)$$

- 2) Le nombre idéal de commandes d'après la formule (2.3.7).

$$N^* = \frac{CD}{Q^*} \quad (2.3.7)$$

Toutefois, la formule de Wilson est critiquée en raison du nombre idéal de commandes qui n'est pas réaliste aux contraintes du terrain. D'autant plus que si l'entreprise cherche à réduire le coût de passation, elle n'y parvient pas. À cette question, Welch avait proposé un palliatif. Il consiste à calculer le paramètre k moyen¹ entre toutes les références gérées (cf. formule 2.3.8), et de déduire de celui-ci le nombre idéal de commandes, pour chacune des références (cf. formule 2.3.9) (Pimor et Fender 2008).

$$\bar{k} = \frac{\sum_{j=1}^n \sqrt{CD_j}}{\sum_{j=1}^n N_j^*} \quad (2.3.8)$$

$j=1,2,..n$: est l'identificateur d'une référence de matière ou de produit ;

$$N_j^* = \frac{\sqrt{CD_j}}{\bar{k}} \quad (2.3.9)$$

2.3.1.3. Constitution du stock de sécurité

La pénurie de matière est un phénomène commun entre les entreprises et bien difficile à maîtriser, car il obéit dans certains cas à des facteurs externes incontrôlables. Son coût dépend de la fréquence des ruptures, de l'ampleur de ces ruptures mesurée en quantité, et de la persistance des ruptures mesurée en durée (Azoulay et Dassonville 1976). Toutefois, il ne se résume pas naïvement à cela. D'autres coûts moins apparents s'ajoutent, comme ceux engendrés par des mesures de correction (livraisons urgentes, changement de fournisseurs), ou ceux engendrés par une perte d'opportunité, tels que la dégradation de l'image de marque et la destruction de la loyauté du client (Vermorel 2013). En somme, son estimation n'est pas aisée, et on se résout à le fixer suivant une moyenne d'un historique annuel, ou à l'approximer en

¹ Sachant qu'à l'origine $k = \sqrt{\frac{2 \times CC}{TCP}}$ et que $Q^* = k \times \sqrt{\frac{CD}{P}}$ (Pimor et Fender 2008).

prorata des quantités manquantes, ou en proportionnel du nombre de ruptures (Azoulay et Dassonville 1976).

Quoi qu'il en soit, l'optimisation du coût de pénurie s'effectue par un paramètre fondamental présent dans les politiques d'approvisionnement (que nous verrons dans la sect. 2.3.2) et se rapporte au stock de sécurité. Ce dernier joue le rôle de tampon en vertu de quoi il permet de se protéger et de réagir contre les aléas de l'environnement (externe ou interne) de l'entreprise (défaillance du fournisseur, demande excédentaire des clients, surconsommation de l'entreprise), et d'éviter une rupture de stock. Son niveau est déterminé par un procédé qui commence par supposer que les quantités consommées (des matières), ou demandées (des produits finis), à travers les périodes suivent une loi statistique de distribution. Le plus souvent, cette loi est identique à la loi normale, ou à la loi log-normale (Azoulay et Dassonville 1976). Puis, le stock de sécurité est estimé selon la formule (2.3.10) (Vallin 1999).

$$SS = \mu_{CD} + \sigma \times \Phi^{-1}(\alpha) \quad (2.3.10)$$

μ_{CD} : est la consommation ou la demande moyenne ;

$\Phi^{-1}(\alpha)$: est le quantile du taux de service α obtenu par la table de répartition de la loi normale ;

α : est la probabilité de l'absence de pénurie.

Précisons que la probabilité α est valorisée selon un raisonnement déterministe par une loi de probabilité, ou alors décidée par la direction dans un esprit proactif comme un taux de service cible. En outre, le stock de sécurité peut être également estimé en fonction des retards de livraison d'après la formule (2.3.11) (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a).

$$SS = \mu_{CD} \times DL \times \theta \quad (2.3.11)$$

μ_{CD} : est la consommation ou la demande moyenne ;

DL : est le délai moyen de livraison ;

θ : est le pourcentage du rallongement du délai de livraison.

Cependant, Azoulay et Dassonville (1976) présentent un modèle plus général et mieux fondé qui repose sur une hypothèse principale : le délai d'approvisionnement et les quantités consommées, ou demandées, subissent des variations. Ces variables sont considérées comme aléatoires pouvant suivre une loi de distribution log-normale ou de Gauss (normale). Le stock de sécurité est alors estimé suivant l'hypothèse de la loi normale d'après la formule (2.3.12)¹.

$$SS = \Phi^{-1}(\beta) \times \sqrt{\mu_{CD}^2 \times \sigma_{DL}^2 + \sigma_{CD}^2 \times \mu_{DL}} \quad (2.3.12)$$

μ_Q : est la moyenne de la consommation ou de la demande par unité de temps (jour, mois, année) ;

σ_Q : est l'écart type de la consommation ou de la demande par unité de temps ;

μ_{DL} : est la moyenne du délai de livraison par unité de temps ;

σ_{DL} : est l'écart type du délai de livraison par unité de temps ;

$\Phi^{-1}(\beta)$: est le quantile de la fonction de répartition de la loi normale selon le risque de rupture β .

Notons que le taux de rupture de stock β est considéré comme une probabilité. Il peut être estimé selon deux approches pendant une période (une année par exemple) (Azoulay et Dassonville 1976) :

1) En fonction de la quantité selon l'expression (2.3.13) ;

$$\beta = \frac{\text{Quantité manquante}}{\text{Quantité demandée}} \quad (2.3.13)$$

¹ Expression déduite de la démonstration d'Azoulay et Dassonville (1976).

2) En fonction de la livraison d'après l'expression (2.3.14) ;

$$\beta = \frac{\text{Nb de commandes non satisfaites ou en retard}}{\text{Nb total de livraisons effectuées}} \quad (2.3.14)$$

Il est en même temps le complément du taux de service selon la formule (2.3.15). Comme le taux α , il peut être constaté ou fixé comme un objectif.

$$\beta = 1 - \alpha \quad (2.3.15)$$

Dans une autre approche, le stock de sécurité est désigné en fonction d'un coût constant de pénurie. Ce coût constant peut être connu ou décidé pour toute unité manquante. À ce moment-là, on estimera en premier le β selon la formule (2.3.16) puis le stock de sécurité selon la formule précédente (2.3.12), et ce, en supposant toujours la normalité de la distribution des délais et des sorties du stock (Azoulay et Dassonville 1976).

$$\beta = \frac{P \times CP}{n \times CRU} \quad (2.3.16)$$

P : est le prix unitaire de la référence ;
 CP : est le coût annuel de possession du stock ;
 n : est le nombre annuel de livraison ;
 CRU : est le coût de rupture pour une seule unité manquante.

Il est également possible de déterminer le stock de sécurité d'après un montant fixe du coût de pénurie au lieu d'un coût unitaire proportionnel. Pour cela, on déterminera avec la formule (2.3.17) la densité du score z , d'après la loi normale, et le stock de sécurité d'après la formule (2.3.18) (Azoulay et Dassonville 1976).

$$\varphi(z) = \frac{P \times CP}{n \times CR} \times \sqrt{\mu_{CD}^2 \times \sigma_{DL}^2 + \sigma_{CD}^2 \times \mu_{DL}} \quad (2.3.17)$$

CR : est le montant fixe du coût de rupture.
 $\varphi(z)$: est la valeur de l'application de la fonction de densité de la loi normale sur le score z .

$$SS = \varphi^{-1}(z) \times \sqrt{\mu_{CD}^2 \times \sigma_{DL}^2 + \sigma_{CD}^2 \times \mu_{DL}} \quad (2.3.18)$$

$\varphi^{-1}(z)$: est le quantile de la fonction de densité de la loi de la normale correspondant au score z .

2.3.2. Les politiques d'approvisionnement

Les politiques d'approvisionnement sont des règles de gestion des stocks utilisées pour réapprovisionner l'entreprise avec les matières ou pour rapprovisionner les entrepôts de distribution avec les produits finis¹. L'approvisionnement est une activité cyclique qui s'appuie sur périodicité et une quantité définie pour la conduire. Ces deux paramètres sont en réalité les variables de gestion, fixées par le gestionnaire dans le cadre de l'optimisation du stock. Sachant que la périodicité et la quantité peuvent être fixes ou variables, leur combinaison apporte quatre politiques génériques d'approvisionnement (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a ; Javel 2003), dans lesquelles plusieurs variantes ont été développées (cf. table 1.12, p. suiv.). Certains auteurs (Azoulay et Dassonville 1976 ; Pimor et Fender 2008) préfèrent les évoquer en deux superclasses : l'approvisionnement périodique, et l'approvisionnement par quantité constante.

¹Nous avons délibérément distingué le terme réapprovisionnement pour indiquer un ravitaillement qui s'effectue en amont (pour les matières), et le terme approvisionnement pour le situer en aval (pour les produits finis). L'approvisionnement est employé comme un terme générique qui désigne les deux.

Table 1.12. Les quatre politiques d'approvisionnement

		Quantité	
		Fixe	Variable
Périodicité	Fixe	Fixe périodique.	Recomplètement. Pseudo-périodique.
	Variable	Point de commande. En noria.	À la demande.

Pour la présentation des règles d'approvisionnement dans ce qui suit les paramètres suivants vont être pris en comptes :

- ◆ L'instant du lancement de la commande noté t_L ;
- ◆ L'instant de la réception de la commande noté t_R ;
- ◆ La période de révision du stock qui correspond à la durée de temps entre deux lancements de commande noté ω ;
- ◆ Le délai moyen de réapprovisionnement ou de livraison noté μ_{DL} ;
- ◆ La consommation (pour les matières) ou la demande moyenne (pour les produits finis) par unité de temps (jour, mois, année) notée μ_{CD} ;
- ◆ La quantité commandée notée Q ;
- ◆ L'ordre chronologique des commandes noté i ;
- ◆ Le niveau maximal de réapprovisionnement noté N_{max} ;
- ◆ Le niveau minimal du stock noté N_{min} ;
- ◆ Le niveau du stock disponible au moment t_L noté SD ;

Les quantités commandées (Q_i) doivent parfois se conformer à une taille standard, ou à un multiple de celui-ci. Ce standard correspond à la taille du lot noté TL , et en fonction duquel les quantités réclamées sont ajustées suivant la formule (2.3.19).

$$Q_i = \text{Roundup} \left(\frac{Q_i}{TL} \right) \times TL \quad (2.3.19)$$

2.3.2.1. Politique d'approvisionnement fixe périodique

La politique d'approvisionnement fixe périodique se caractérise par une quantité et une périodicité de commande fixe. En d'autres termes, les commandes sont lancées dans des dates distancées par une période constante, pour minimiser le coût du stock (cf. fig. 1.26) (Azoulay et Dassonville 1976).

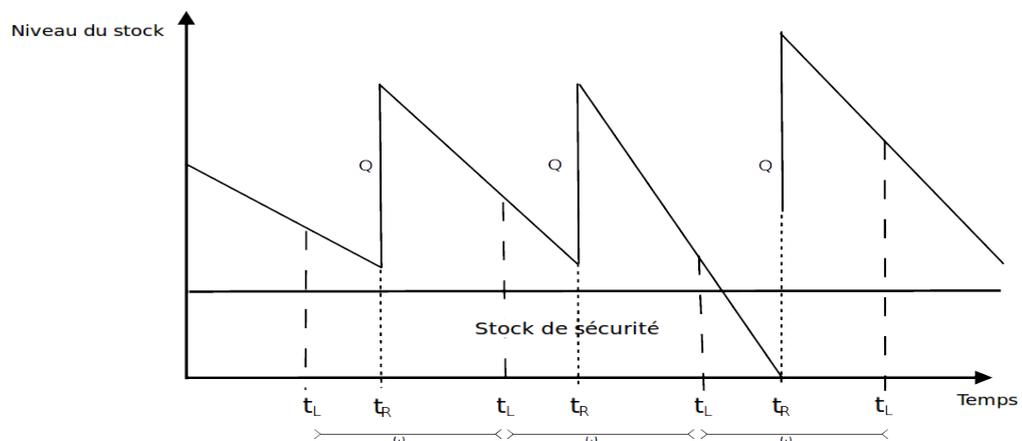


Figure 1.26. Politique d'approvisionnement fixe périodique. Adaptée de Javel 2003, fig. 2.21.

La quantité choisie pour le réapprovisionnement peut être une quantité économique, ou une autre quantité qui se rapproche d'elle (Javel 2003). Cette politique convient à la gestion

(Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a) :

- ◆ Des références caractérisées par une consommation ou une demande stable ;
- ◆ Des références appartenant à la classe « C » selon la catégorisation « ABC ».

La politique d’approvisionnement fixe jouit d’une grande simplicité qui facilite l’organisation de la réception des produits, et permet d’éviter la surcharge des ressources (espace de stockage, personnel, manutention) (Azoulay et Dassonville 1976), mais en revers, elle est susceptible de provoquer un surstockage — si la demande n’est pas régulière — ou au contraire engendrer des ruptures de stock (Javel 2003).

2.3.2.2. Politique de reapprovisionnement

La politique de reapprovisionnement est aussi une règle de gestion périodique. Son objectif est de rétablir le stock à un niveau constant par des quantités variables, et à des dates fixes (Azoulay et Dassonville 1976 ; Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a) (cf. fig. 1.27). La quantité est calculée à chaque commande par la formule (2.3.20) (Azoulay et Dassonville 1976).

$$Q_i = N - D_i \quad (2.3.20)$$

Le principe consiste donc à remettre le stock sur son niveau maximal, mais malheureusement il n’est jamais atteint, car au moment du délai de l’approvisionnement, des sorties du stock se produisent (Pimor et Fender 2008). Toutefois, le niveau maximal peut être gagné si ce délai est nul, ou si la consommation ou la demande s’arrête (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a ; Javel 2003). Le maximum autorisé (le niveau de reapprovisionnement) doit être déterminé judicieusement, et pour cause : il engendre un coût de stock important, s’il est surestimé, ou d’éventuelles ruptures de stock dans le cas contraire (Azoulay et Dassonville 1976). Il peut être déterminé théoriquement par la formule (2.3.21) (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a), ou empiriquement par la simulation (Azoulay et Dassonville 1976).

$$NR = \mu_{CD} \times (\omega) + \mu_{DL} + SS \quad (2.3.21)$$

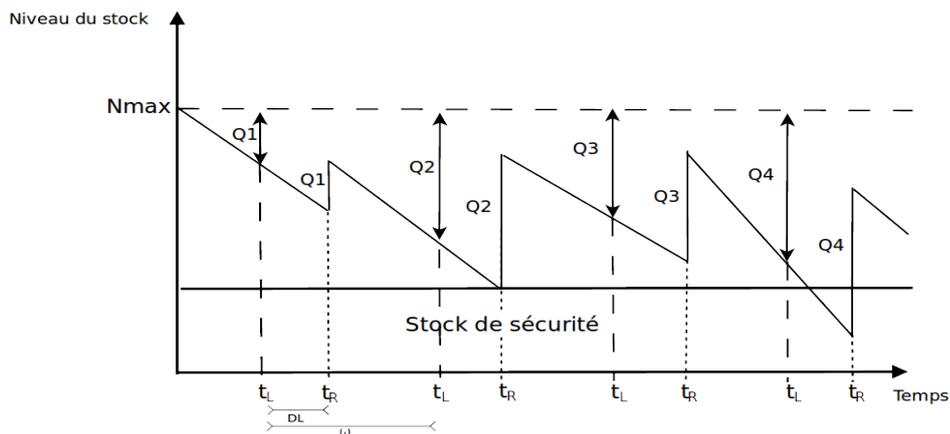


Figure 1.27. Politique de reapprovisionnement. Adaptée d’Azoulay et Dassonville 1976, 134.

La politique de reapprovisionnement est adéquate pour des références qui sont périssables, coûteuses, ou ayant une demande régulière (Javel 2003). D’autant plus, elle est utilisée pour gérer les produits pharmaceutiques (Azoulay et Dassonville 1976). Néanmoins, elle provoque l’accroissement du stock moyen dans les situations où (Azoulay et Dassonville 1976) :

- ◆ Il y a une décadence de la consommation ou de la demande,
- ◆ Le coût de passation est élevé, si la quantité engagée dans la commande est faible .

2.3.2.3. Politique d'approvisionnement pseudo-périodique

Ce mode d'approvisionnement est une amélioration de la politique du reapprovisionnement, en apportant une solution au problème des quantités commandées trop faibles (en dessous de la quantité économique par exemple). En plus du niveau de reapprovisionnement, un niveau minimal est défini au-dessus duquel aucune commande n'est lancée. Au moment de la première révision du stock, comme cela est exposé dans la figure 1.28, la quantité disponible est supérieure au seuil. En conséquence, la commande n'est pas lancée, contrairement aux révisions qui ont suivi.

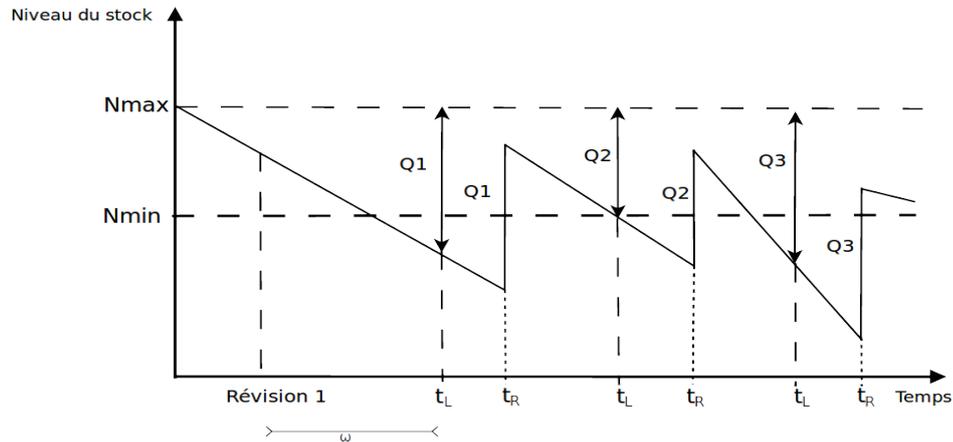


Figure 1.28. Politique pseudo-périodique. Adaptée d'Azoulay et Dassonville 1976, 135.

2.3.2.4. Politique d'approvisionnement en point de commande

Appelée aussi politique de seuil de commande, elle s'exerce selon une quantité fixe et des dates variables (Javel 2003). Le déclenchement de l'approvisionnement s'effectue au moment où le stock atteint un seuil d'alerte désigné par le point de commande (cf. fig. 1.29). Ce dernier est prédéterminé d'après la formule (2.3.22) (Laurentie et al. 2000 ; Javel 2003).

$$PC = \mu_{CD} \times \mu_{DL} + SS \quad (2.3.22)$$

La quantité constante des commandes correspond, dans la plupart des pratiques de cette politique, à la quantité économique afin de réduire le coût du stock à un niveau optimal (Azoulay et Dassonville 1976).

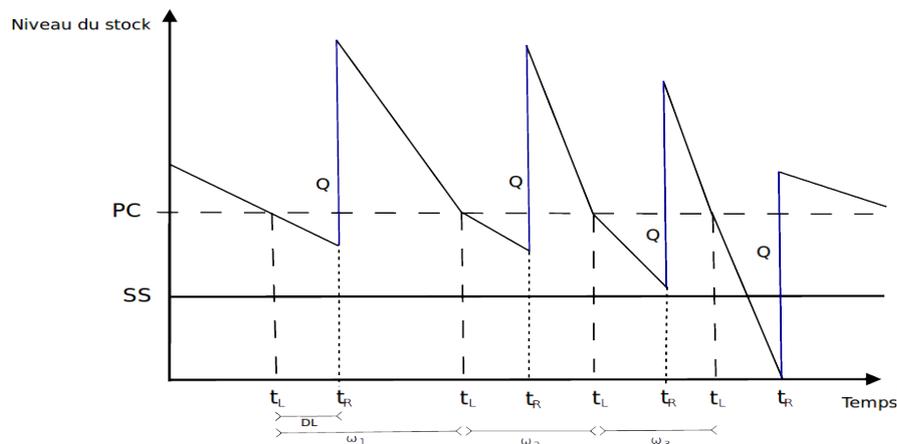


Figure 1.29. Politique d'approvisionnement en point de commande. Adaptée d'Azoulay et Dassonville 1976, 137.

L'approvisionnement en point de commande est en fonction de ce qui a été uniquement consommé. Par conséquent, il s'associe pleinement avec les principes du JAT. La règle convient particulièrement aux références de la classe « A » (références les plus coûteuses) (Laurentie et al. 2000 ; Javel 2003), mais ne permet pas de faire une planification adéquate

des livraisons. De surcroît, cette politique requiert la connaissance, à tous moments, le statut du stock. Elle exige également un enregistrement rapide des opérations d'entrée et de sortie, pour obtenir une mise à jour en temps réel (Azoulay et Dassonville 1976). Enfin, pour que la méthode soit efficace, la consommation ou la demande sur les produits doit être régulière, ne subissant pas une grande fluctuation, sans quoi le DRP est préférable (Enns et Suwanruji 2000).

2.3.2.5. Politique d'approvisionnement en noria

Toutes les politiques précédemment évoquées présentent l'exécution des commandes selon un mécanisme séquentiel dans lequel il n'est pas possible de les superposer pendant la livraison. L'approche de l'approvisionnement en noria est justement une exception à cette règle. Elle s'applique selon une quantité de commandes économique. Elle est également particulièrement adaptée lorsque le délai d'approvisionnement est trop long (Pimor et Fender 2008). Les quantités ramenées permettent de couvrir les sorties du stock pendant la période de livraison, sans engendrer pour autant des commandes trop élevées (Javel 2003). Le principe de la noria consiste donc à lancer à chaque fois une commande lorsque le stock atteint un point de commande particulier défini par la formule (2.3.23)¹ (Javel 2003). Par conséquent, plusieurs réceptions se réalisent pendant le délai d'approvisionnement (cf. fig. 1.30).

$$PC = \mu_{CD} \times (DL - E\left(\frac{DL}{DC}\right) \times DC) + SS \quad (2.3.23)$$

$$DC = \frac{Q^*}{\mu_{CD}}$$

Q^* : est la quantité économique.

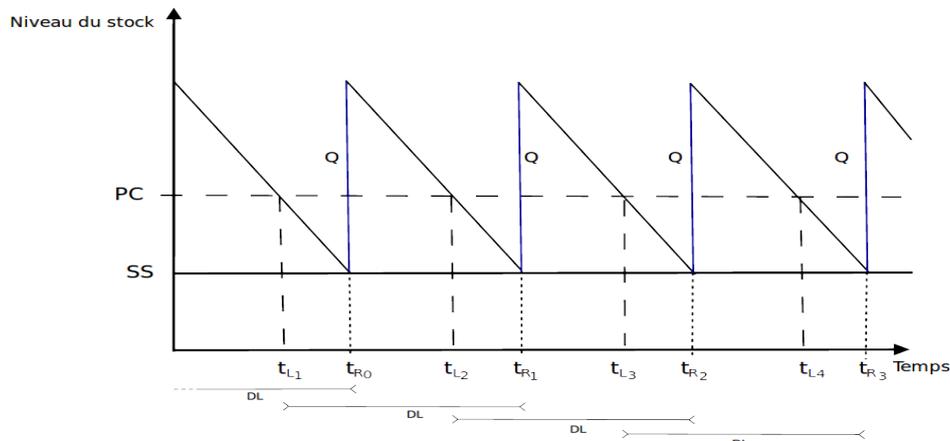


Figure 1.30. Politique d'approvisionnement en noria. Adaptée de Pimor et Fender 2008, fig. 4.7.

Le mécanisme de la noria reste tout de même sensible aux variations de la consommation et de la demande. Il se maintient sans complication seulement si les sorties du stock restent parfaitement régulières (Javel 2003).

2.3.2.6. Politique d'approvisionnement à la demande

Cette politique, qui est réalisée dans des dates aléatoires et avec des quantités irrégulières (cf. fig. 1.31, p. suiv.), ne se soucie pas du coût du stock et ne concerne qu'un petit nombre de références, parmi elles (Arnould, Renaud, et Association française de normalisation 2002a ; Javel 2003) :

- ◆ Les références de la classe « A » ayant une consommation incertaine ou subissant des variations de prix très fortes ;
- ◆ Les références entrantes dans la composition des produits réalisés uniquement à la commande ;

¹ La formule a été adaptée par l'ajout du stock de sécurité.

- ◆ Les références avec une disponibilité rare ;
- ◆ Les références qui subissent une variation de prix importante.

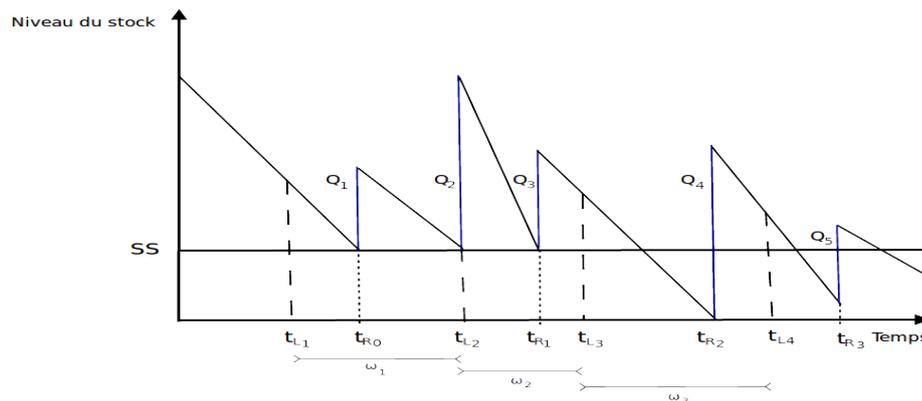


Figure 1.31. Politique d'approvisionnement en période et quantité variable.

3. Théorie du contrôle

Bien qu'il soit une notion avec des limites pas claires, le contrôle occupe une place primordiale dans la gestion moderne des entreprises. Il a été long temps étudié dans les théories des organisations et employé dans le domaine de la finance. Il se rapporte au cadre conceptuel qui renferme ce qui est connu par le contrôle organisationnel (*Organizational Controls*) (Bouquin 2001). Le contrôle organisationnel est défini par Flamholtz (1996, 597) comme « un processus de contrôle ou d'influence du comportement des personnes comme membres d'une organisation formelle pour augmenter leur probabilité de parvenir à atteindre les objectifs organisationnels ». Par ailleurs, il est légèrement différencié au système de contrôle de gestion (*Management Control System*) par le fait que ce dernier se rapporte essentiellement sur le système comptable (Chenhall 2003).

Avant même d'étendre l'objet du contrôle dans cette section, il convient d'évoquer les nuances de ce vocable dans la langue anglaise et française. *The Control*, ou le Contrôle en français, signifie selon le dictionnaire de Cambridge (s. v. « Control verb » [consulté le 2013-11-03, http://dictionary.cambridge.org/dictionary/british/control_1?q=+control]) commander, diriger gouverner et limiter une action ou un comportement. Le dictionnaire d'Oxford (s. v. « Control » [consulté le 2013-11-03, <http://oald8.oxfordlearnersdictionaries.com/dictionary/control>]) ajoute à cette définition le fait que le contrôle est un acte de gestion ou une méthode d'action. On retiendra que les auteurs anglo-saxons en management l'utilisent pour exprimer de façon sommaire la maîtrise, la gouvernance d'une entité ou d'une action (Bouquin 2001 ; Institut français de l'audit et du contrôle interne et Lemant 1991 ; Barbier 1989). Cependant, cette notion peut renvoyer dans la langue française soit au même sens anglais, soit à la notion de vérification comme le sous-entend Fayol (Hatch 2000). On peut conclure qu'en dépit des différences du sens, le terme contrôle recouvre en réalité aussi bien la maîtrise que la vérification, puisque la première ne pourrait être atteinte que par l'accomplissement de la seconde. Collier (2005, 321) de son côté, met l'accent sur les synonymes du terme *control* en retenant les suivants : « Commander, dominer, diriger, piloter, influencer, règles, exercer le pouvoir ou l'autorité, gouverner, manager, conduire, faire la loi, guider, superviser, vérifier, retenir, freiner, réprimer, contenir. ». Sous tous les égards sémantiques du terme, les théories développées sur sa substance recouvrent la régulation du comportement individuel par l'influence, la vérification et la correction, et à plus grande échelle par la gouvernance. En ce sens, on admet une distinction entre (Collier 2005) :

- ◆ Le contrôle personnel : mesure qui consiste à converger les objectifs individuels des acteurs à celles de l'organisation ;
- ◆ Le contrôle de l'action : consistant à influencer les efforts des acteurs de l'organisation, en décrivant les mesures à prendre ;

- ◆ Le contrôle des résultats : qui permet d'influencer le comportement des acteurs en mesurant l'effet de leur action sur l'organisation.

La complexité du système de contrôle au sein d'une organisation est en fonction de sa taille, plus l'organisation est grande, plus elle nécessitera un mécanisme de contrôle diversifié et optimal pour éviter l'atonie bureaucratique. L'entreprise atteignant une certaine taille devra utiliser une panoplie de techniques de contrôle dont la combinaison constituera le système de contrôle (Flamholtz 1996). Ce système est composé de quatre sous-systèmes organisés de façon à atteindre les objectifs de l'organisation (Birnberg et Snodgrass 1988) :

- 1) Le système de plan ;
- 2) Le système de surveillance ;
- 3) Le système d'évaluation ;
- 4) Le système de récompense.

Selon Flamholtz (1996), le contrôle organisationnel doit remplir quatre fonctions primaires :

- 1) Motiver les individus à adopter des comportements focalisés sur l'atteinte du but et des objectifs de l'organisation ;
- 2) Assurer l'intégration des efforts des individus à travers la coordination ;
- 3) Permettre une certaine autonomie dans l'exécution des opérations, en informant les individus sur leurs propres opérations en termes de résultats et de performance, ce qui servira à évaluer leurs actions et à les améliorer ;
- 4) Faciliter l'implémentation de la stratégie et le suivi de la mise en œuvre des plans.

Le contrôle peut être exercé à des moments discrets où le comportement apparaît sous forme d'action. Il peut être aussi appliqué en amont, ou après l'action. Cette distinction temporelle révèle les modes de contrôle exercés, et les approches afférentes. Suivant cette perspective, on y trouve deux types de contrôle prêtés à Flamholtz (1996):

- 1) Le contrôle ex-ante : est le mécanisme qui encourage et motive l'atteinte de l'efficacité de l'action ou la performance des opérations. Il se place avant l'apparition du comportement, autrement dit il précède l'exécution des actions ;
- 2) Le contrôle ex-post : ce type de contrôle est exercé au moment de l'apparition des résultats, après l'exécution de l'action. Il constitue le mécanisme qui récompense le comportement selon ses conséquences. Ainsi, en comparant les résultats à une référence, il détermine l'efficacité atteinte et contribuera à renforcer ou à corriger le comportement exécuté.

Le contrôle du comportement vis-à-vis d'une référence (procédure, pratique, règle métier, contrainte) se rapporte à l'audit qui peut être interne ou externe. « l'audit interne est une activité indépendante et objective qui donne à une organisation une assurance sur le degré de maîtrise de ses opérations, lui apporte ses conseils pour les améliorer, et contribue à créer de la valeur ajoutée » (Renard et Institut de l'audit interne 2003, 30). L'audit interne est de surcroît une fonction d'aide au management qui apporte son concours à l'ensemble des fonctions et activités de l'entreprise. Quelle que soit la nature de cette activité : technique, financière, comptable, administrative, etc., l'audit interne contribue à son efficacité, en assistant les responsables à sa maîtrise par un ensemble de diagnostics, d'évaluations, d'alertes et de suggestions mises à leur disposition. Dans ce cadre, l'audit se situe au deuxième niveau du contrôle : il veille à ce que toutes les activités soient sous maîtrise en s'assurant de l'existence et de l'efficacité du contrôle interne (Institut français de l'audit et du contrôle interne et Lemant 1991).

Le contrôle interne pour sa part se présente par « l'ensemble des dispositions incluses dans les organisations et dans les procédures, dispositions dont l'objet est d'assurer la qualité de l'information, la protection du patrimoine, le respect des lois comme des plans et politiques de la direction générale ainsi que l'efficacité du fonctionnement de l'entreprise » (Barbier 1989, 19). Il est remis en cause de façon perpétuelle, dès lors que les changements sur les aspects

techniques et managériaux et socioculturels induits par l'évolution organisationnelle et de son environnement, bouleversent les mécanismes de sécurité mis en place. Il peut tout aussi constituer un frein au progrès dans le cas où son coût, sa contenance, ou ses enjeux, ne seraient plus pertinents à la nouvelle conjoncture. La réadaptation du contrôle interne apparaît alors comme une nécessité d'adéquation au contexte vécu par l'organisation, justifiant ainsi l'intervention de l'audit interne (Barbier 1989).

L'audit interne se prête à une méthode plutôt qu'un processus de création de la valeur. Il est un simple un garde-fou mis en place afin d'améliorer l'efficacité des activités en évaluant les risques de dérives et de dysfonctionnements, et de la sorte, mettre les dispositifs permettant de les empêcher ou de les corriger. De cette façon, l'audit participe à créer de la valeur en empêchant les circonstances de sa perte (Renard et Institut de l'audit interne 2003). Ces circonstances sont écartées par le rôle que joue l'audit interne en maintenant la qualité et la fiabilité de l'information primordiale à toute bonne décision, et en vérifiant la pertinence des opérations aux objectifs poursuivis (Barbier 1989).

La prédominance d'un type d'audit sur l'autre s'empreint de la forme et du mode managérial spécifique à l'organisation. Une organisation centralisée et très directive, s'appuyant sur la standardisation des procédés de travail, aura tendance à favoriser un audit de conformité, afin de vérifier la régularité des procédures et des actions menées. Par contre, une organisation décentralisée munie d'une assez large délégation et favorisant l'ajustement mutuel s'appuiera sur l'audit d'efficacité, afin d'assurer une cohérence, et une bonne coordination des différentes activités (Barbier 1989).

Ce qui distingue l'audit du contrôle de gestion, mis à part leur différence sur leur rôle et leur portée, c'est la contenance. Le contrôle de gestion s'appuie sur des outils plus ou moins adaptés aux différentes formes et contextes de l'organisation : comme la comptabilité de gestion, la gestion budgétaire, le tableau de bord, alors que l'audit présente une démarche universelle qu'on pourrait qualifier de méthodologie. D'ailleurs, il est fort de constater que ses outils d'investigation comme le questionnaire, l'interview, le sondage, et l'observation physique appartiennent au domaine de la recherche scientifique.

La démarche de l'audit est classique. Elle est de nature cartésienne, elle se base donc sur la méthode analytique de Descartes : découper le sujet en plus petites parcelles possibles pour pouvoir l'analyser. Le parcellement dans cette discipline revêt plusieurs niveaux, en fonction de l'intensité des risques organisationnels encourus. Il y aura tendance à établir une analyse plus fine face à des grands risques, et vice versa, l'analyse sera sommaire devant des risques inférieurs (Renard et Institut de l'audit interne 2003).

3.1. Les approches du contrôle

La question du contrôle est abordée dans les paragraphes suivants selon les modèles mentaux développés par la théorie des organisations. Les fondements tirés de l'image perçue sur les organisations (Morgan, 1999) influent sur le mode du contrôle mené.

Nous avons choisi de développer les approches du contrôle en nous référant sur l'étude de Morgan (1999). L'analyse constructiviste de l'auteur nous offre plusieurs perspectives du contrôle organisationnel. Ce cadre théorique est censé nous aider à comprendre le contexte dans lequel a évolué le contenu et l'idée du contrôle.

3.1.1. L'approche classique du contrôle

Les théories classiques de l'organisation perçoivent l'organisation comme une entité rationnelle, où l'individu doit s'adapter dans un environnement considéré comme stable. Selon une vision simpliste et cartésienne, dans la mesure où l'organisation peut être décomposée en pièces élémentaires telle une machine, la maîtrise de l'organisation est

purement technique. La conduite de l'organisation se résume à l'usage d'une panoplie d'instruments managériaux (la gestion budgétaire, la planification, la gestion par objectifs, etc.) et de procédures pour maîtriser les comportements et le fonctionnement de l'organisation (Lorino 1995).

Cette approche traditionnelle qualifiée de mécaniste, réputée par le taylorisme, le fordisme et le weberisme est fondée sur la prédictibilité, c'est-à-dire sur la prévision de toutes les situations futures à partir de l'analyse du passé de l'organisation et suivant l'OST (l'organisation scientifique du travail) Morgan (1999). Les éventualités sont traitées de manière systématique d'après des normes et des règles de gestion prédéfinies. Les mécanismes organisationnels sont de ce fait bien huilés, pour assurer un fonctionnement quasi automatique.

Le contrôle conformément à cette perception se réduit, premièrement, à l'élaboration des normes qui guident le comportement des intervenants, et à la préparation des mesures de corrections conformes à chaque déviation éventuelle. Puis dans un deuxième temps, l'observation des écarts, à travers des pratiques de rapprochement avec les normes préconçues. Le travail d'analyse qui s'ensuit ne sera pas complexe, étant donné que chaque écart est expliqué préalablement selon la première phase du contrôle, sauf pour les situations inopinées. Les mesures correctives sont déclenchées par conséquent de manière machinale, et préprogrammée à chaque cas qui se présente (Lorino 1995).

3.1.1.1. Les attributs du modèle classique du contrôle

La logique classique du contrôle de l'organisation s'appuie sur les principes suivants, et sur lesquels sont élaborées les règles et les méthodes d'exécution du contrôle (Lorino 1995) :

- ◆ La focalisation sur les ressources : l'organisation ainsi que ses parties sont considérées comme des boîtes noires. Le contrôle s'intéresse uniquement sur les flux, autrement dit, mener une comparaison de la valeur des ressources générées (flux sortants) par rapport à la valeur des ressources consommées (flux intrants), sans se soucier de leur qualité. Le contrôle ne prend en compte que les aspects qui peuvent être financièrement valorisés, en dehors de ce qui se passe au centre d'une activité ;
- ◆ La responsabilisation individuelle : chaque partie de l'organisation lui est confiée un dirigeant dont la principale prérogative est de gérer au mieux les ressources mises à sa disposition. Le dirigeant est seul responsable sur la manière avec laquelle sont utilisées ces ressources, et sur lesquelles il doit rendre compte à ses supérieurs ;
- ◆ La discontinuité du contrôle : le contrôle s'effectue à des moments opportuns, après l'exécution en général, ou à la suite des événements exceptionnels. Le contrôle n'est donc pas régulier au sens temporel. Il associe un clivage entre le temps de décision (pour la préparation, la planification ou la conception), le temps d'accomplissement (moment où se manifeste le résultat), et le temps de correction. La discrétion du temps dans le processus du contrôle est vraisemblablement bien illustrée avec les quatre phases de l'amélioration continue selon la fameuse roue de Deming : *Plan, Do, Check, Act* (PDCA).

3.1.1.2. La décadence du modèle

Les fondements et les principes de l'approche classique, bien même qu'ils sont toujours en vigueur aujourd'hui, sont ébranlés par la conjoncture actuelle. Tous d'abord, l'environnement des entreprises exacerbé par les aléas de tous genres : économiques, technologiques, socioculturels, etc., est de moins en moins certain, et donc très peu prévisible. La turbulence du milieu dans lequel agissent les entreprises met en difficulté l'élaboration des stratégies, ce qui les pousse à réduire l'horizon de leurs plans : par exemple, l'élaboration des plans de 5 ans au lieu de 7 ans. On qualifie l'environnement, que ce soit au niveau interne de l'entreprise

ou externe, d'incertain (Lawrence et al. 1973) et donc, d'instable. L'instabilité interne provient du comportement dynamique des acteurs à la suite de leur acquisition de nouvelles connaissances. C'est l'idée de l'organisation apprenante (Argyris et Schön 1978). Au niveau externe, l'entreprise subit des contraintes d'ordre politique, juridique, concurrentiel et autres, auxquelles elle n'a guère d'influence. Elle est résignée seulement à s'adapter (Lawrence et al. 1973). En conséquence de tous ces facteurs, l'hypothèse de prédictibilité est affaiblie (Lorino 1995). Il n'est plus possible de conjecturer tous les états possibles (Mintzberg 1990), comme il n'est pas possible d'avoir des prédictions fiables sur le long terme. Sous ces circonstances, le principe de responsabilisation individuelle devient difficile à tenir, car dans la plupart des cas, il est basé sur des objectifs préétablis supposés invariables, et sur lesquelles le gestionnaire va être évalué. De même, ces circonstances remettent en cause l'aspect discret du contrôle, car des bouleversements peuvent apparaître de façon fortuite à des moments décalés de l'intervention du contrôle : moment où il possède une efficacité directe sur les dérives (Herbert Alexander Simon 1982).

L'autre aspect de l'environnement (interne et externe) auquel les entreprises sont confrontées est celui de la profusion et la prolifération des composantes qui affichent des interdépendances accrues. La taille de l'entreprise, sa structure, les différentes cultures englobées, la concentration de la concurrence et bien d'autres variables sont des éléments qui expriment l'étendue de la complexité de l'environnement. L'inintelligence humaine ne suffit plus à appréhender toute l'ampleur des phénomènes, elle est toujours devant une rationalité limitée. Ce constat va en encounter avec le principe de focalisation sur les ressources, qui voudrait simplifier la gestion par omission des variables et aspects qui font l'objet même de la complexité, et qui méritent d'être contrôlées dans la mesure où la complexité incite à faire des analyses multicritères.

Le mode classique du contrôle prévaut les considérations financières sur les autres égards potentiellement producteurs de valeur (au sens de Porter (1998)). Et pour cause, la monnaie selon la théorie classique de la valeur est un moyen de mesure pratique¹ et plus intéressant, car d'une part, elle permet de donner une valorisation uniforme des ressources hétérogènes consommées et produites. D'autre part, elle répond directement à la finalité supposée des entreprises : la maximisation du profit. La monnaie est donc un indicateur simplificateur synthétisant la complexité. À titre d'exemple, le coût de revient est une valeur financière obtenue par l'agrégation des différents coûts des parties complexes de l'entreprise (le coût de revient est la somme du coût d'achat, coût de production et du coût de distribution). Inversement, il est plus facile de décomposer une valeur globale obtenue sur les parties de l'entreprise (Lorino 1995). Cependant, l'aspect financier cache en revers d'autres égards valorisants et apportant un avantage concurrentiel selon Porter (1998), comme la qualité².

En ce sens, l'évaluation des résultats apportés par les responsables basés uniquement sur ce qui est comptabilisable, pour assurer le contrôle de l'entreprise à travers des systèmes comptables (budgétaire et analytique), pourrait compromettre le principe élémentaire de Fayol : celui de justice. Un des corollaires de ce type de contrôle serait possiblement une démotivation provoquée par le sentiment d'iniquité, et ce, à la suite d'une évaluation comptables défavorisés par des variations environnementales non maîtrisables (augmentation des prix des intrants de production par exemple). Certains auteurs pensent que les systèmes comptables qui ont longuement dominé le domaine de la recherche ne sont plus désormais pertinents avec les nouvelles approches du contrôle (Langfield-Smith 1997, 2). Dans certains cas, les systèmes de contrôle basés sur la comptabilité constituent une entrave à l'opérationnalisation et à la formulation des stratégies efficaces, en raison de ses

¹ Nous insinuons par pratique du fait qu'il simplifie la diversité par un seul indicateur de mesure.

² La qualité technique et ressentie du produit, la qualité de service, le respect du délai, les qualifications et les compétences.

formalisations, de ses exigences de conformité, et des distorsions de communication provoquées (Langfield-Smith 1997). Le contrôle de gestion dans sa forme traditionnelle a été reconnu par certains auteurs comme étant un système présentant des objectifs ambigus, des mesures subjectives, des modèles prévisionnels invraisemblables (Collier 2005).

Par ailleurs, les systèmes classiques de contrôle sont conçus pour se suffire à eux-mêmes, en d'autres termes elles ne prennent en référence que ses propres résultats internes pour s'évaluer. La performance qui sera perçue, dans ce cas, n'aura d'intérêt que par rapport aux ambitions issues d'un point de vue privé, avec toutes les erreurs de jugement possibles qu'elles peuvent comporter. L'organisation se confine selon ce fonctionnement dans une sorte de myopie inconsciente dont les conséquences se ressortiront dans sa perte de compétitivité.

Alors que la concurrence est régie par les jeux de confrontations des avantages concurrentiels respectifs de chaque organisation, la démarche qui consiste à se mesurer aux adversaires devient une norme indispensable. Le benchmarking qui consiste à se comparer aux autres organisations, dans le même secteur, apporte une seconde perception de la performance qui remet en question, justement, l'efficacité des anciens modes de contrôle. Le système budgétaire, par exemple qui se base sur l'allocation de ressources, est considéré plutôt comme un contrat de négociation qui laisse une certaine latitude aux choix des objectifs. Ces derniers peuvent parfois être déconnectés de la réalité des affrontements sur le marché. Il répond uniquement à la logique financière qui est favorisée par le sommet de la hiérarchie. Les systèmes classiques de contrôle présentent ainsi un déphasage par rapport aux inducteurs de la vraie performance (celle qui est constatée dans les jeux concurrentiels) (Bouquin 2001).

Pour certains auteurs, les indicateurs de nature non financière sont plus pertinents au niveau opérationnel, car ils possèdent plus de sens pour les parties prenantes qui ont un contact direct avec les activités d'approvisionnement, de production et de distribution ; alors que les indicateurs financiers sont nécessaires au niveau stratégique afin de répondre aux préoccupations des propriétaires et actionnaires (Gunasekaran, Patel, et McGaughey 2004). Pour d'autres les indicateurs non-financiers permettent de converger les intérêts des managers avec ceux des propriétaires et de produire pour ces derniers de la valeur sur le long terme (Wen 2014). Holmberg (2000) révèle que la focalisation sur les aspects financiers présente plusieurs handicaps, qui mettent en difficulté la justesse du système de mesure de la performance. Contrairement à ce qui est admis, les indicateurs financiers ne permettent pas de réaliser un management proactif. Car ces indicateurs, lors de leur agrégation, laissent échapper du sens pour les opérationnels et cachent le contexte dans lequel se trouvent les activités. Cela est dû au fait que les opérationnels se concentrent sur les flux qui traversent l'organisation de manière transversale (les flux physiques), alors que les flux financiers (les ressources allouées), selon la logique budgétaire, s'organisent de manière fonctionnelle.

3.1.2. Les nouvelles approches du contrôle

Les nouvelles approches du contrôle sont hétéroclites et décrites comme modernistes (Hatch 2000). Certains d'entre eux renvoient leur origine à la théorie de la firme avec les travaux pionniers de Coase (1937). Elles révèlent en commun l'hypothèse de l'opportunisme des agents — apportée par Alchian et Demsetz (1972) — et sur laquelle elles ont été établies. Cette même hypothèse a été reprise par Williamson (1975) dans sa théorie des coûts de transactions (Ghertman 2003). La deuxième dérivée de la théorie de la firme développée par Jensen et Meckling (1976), concerne le comportement des agents dans la relation qui les lie dans l'entreprise. Les agents dans l'entreprise sont catégorisés en deux : l'un est appelé « principal » (les actionnaires, les pourvoyeurs de fonds) et l'autre est désigné par « agent » (les managers, les employés, les exécutants). Les deux parties sont associées par le biais d'un contrat de délégation constituant une relation d'agence (Jensen et Meckling 1976). Le contrôle dans la théorie de l'agence s'apparente à celui du contrôle à partir des résultats,

semblablement à l'approche classique, cependant on y introduisit le risque comme facteur régissant la relation de travail et la rémunération de l'agent (Hatch 2000).

L'autre mode de contrôle moderniste revient à Ouchi (1979). Ce dernier proposa d'utiliser la culture comme système de régulation des comportements ex ante.

3.1.2.1. La théorie de l'agence

La théorie de l'agence a tenté d'expliquer le comportement des individus en relation avec la firme. Elle révèle, en se basant sur la théorie du droit de propriété, que chaque aspect des comportements se manifeste selon la nature du contrat auquel l'individu est soumis. La généralisation de la théorie de l'agence a été établie en postulant que l'ensemble des parties prenantes de la firme lui sont rattachées par un « nœud de contrat »¹ ; ce dernier, réalise un équilibre entre leurs intérêts qui peuvent être divergents².

La théorie de l'agence révèle, tous d'abord, l'existence d'un conflit d'intérêts entre les protagonistes d'une relation d'agence (l'agent et le principal). Ces divergences d'intérêt sont supposées provenir des facteurs suivants (Charreaux 1994) :

- ◆ La divergence en termes d'attitude envers le risque : les dirigeants d'une entreprise perçoivent le risque d'une manière plus légère que les pourvoyeurs de fonds (actionnaires, associés, etc.), et ce, du fait qu'ils mettent en jeu uniquement leur compétence au service des premiers. Cependant, il est supposé que l'agent ait une attitude qui tend vers les intérêts des pourvoyeurs de fonds lorsque celui-ci possède une part dans le capital de la firme. Ce postulat est intégré dans le modèle d'analyse de l'agence et mis en relation avec le coût d'agence. Plus précisément, une entreprise dotée d'un dirigeant n'ayant aucune part dans son capital, provoque un coût d'agence plus élevé que celle qui a un dirigeant qui est en même temps propriétaire. Ce coût et d'autant plus faible lorsque la part du dirigeant est grande (Jensen et Meckling 1976) ;
- ◆ La divergence dans l'horizon d'intérêt : due à la différence dans l'espace temporel dévolu à l'action entre l'agent — qui est limité par la durée de son contrat — et celle du principal — qui à priori n'a aucune limite sauf celle instaurée par lui-même — favorise le développement d'un comportement, de la part du dirigeant, qui privilégie ses propres intérêts à court terme ;
- ◆ Les avantages perçus par le dirigeant : particulièrement les avantages qui sont de nature non pécuniaire (comme le financement de clubs), et qui sont aux yeux du principal injustifiables, ou fort discutables.

La théorie de l'agence prétend, ensuite, que les agissements de l'agent-propriétaire déviant l'intérêt du principal peuvent être limités par l'instauration de mesures incitatives, ou par des mesures de surveillances, qui impliquent un coût d'agence. Jensen et Meckling (1976) identifient, en ce sens trois types de coûts inhérents à la relation d'agence, et constituent le coût brut de l'agence :

- 1) Le coût de surveillance : est le coût lié à la mise en place d'un dispositif de surveillance et de vérification ;
- 2) Le coût de liaison (*bonding cost*) : est le coût supporté par l'agent pour manifester son engagement et sa loyauté envers le principal, en somme, pour le mettre en confiance. Ce coût pourrait être compensé par les gains générés par les investissements engagés de la part du principal. L'agent accepterait de supporter ce coût, car il escomptera de maximiser son utilité par le retour de l'investissement alloué ;
- 3) La perte résiduelle (coût d'opportunité) : est le coût des actions aberrantes de l'agent, contre-productives aux intérêts du principal.

Vu que les activités de surveillance et de liaison produisent des avantages plus élevés que leur

¹ Traduction proposée par Charreaux (1999) du terme « nexus » employé par Jensen et Meckling (1976).

² Cette proposition a donné naissance par la suite à la théorie des parties prenantes ou « *Stakeholders Theory* ».

coût respectif, le coût de l'agence devient inévitable. Ainsi la relation d'agence est considérée comme non optimale par rapport à un monde parfait. Un mal obligé, entraîné par la séparation entre la propriété et le contrôle de la firme. Par ailleurs, le poids du coût d'agence dépend de la nature du contrôle, des goûts de l'agent pour les avantages non pécuniaires, et des possibilités qui s'offrent au dirigeant pour financer l'entreprise ; elle dépend aussi du coût de remplacement du manager qui est réductible s'il est possible d'évaluer son profil, ou si le coût de recherche d'un autre dirigeant n'est pas trop important (Jensen et Meckling 1976). Ceci révèle en outre, que l'agent est perpétuellement assujéti aux lois du marché des managers (ou marché du travail), particulièrement quand celui-ci n'a pas le contrôle de la firme par son capital. Dans ce cadre, l'agent développe un comportement opportuniste sous l'aspect d'enracinement rendant le coût de son remplacement trop élevé pour le principal. L'enracinement de l'agent se manifeste par l'intensification des investissements et l'allongement à travers cette dernière d'un certain pouvoir soutenu par son aptitude managériale à les conduire. Cet état est favorisé par la présence d'une asymétrie d'information confortée par l'agent à travers la diversification de ses activités et la réduction de leur contrôlabilité par le principal. De surcroit, l'habilitation de l'agent à élaborer les contrats relatifs à la relation d'agence lui confère aussi l'avantage de pouvoir tirer parti des méandres stratégiques permettant d'entraver et de passer au travers les mécanismes de contrôle, afin de maximiser sa richesse personnelle (Charreaux 1992).

Par ailleurs, selon la théorie de l'agence, le niveau de participation de l'agent dans le capital atténuerait les conflits et produirait une convergence des intérêts respectifs des protagonistes. Toutefois, les études empiriques ne semblent pas confirmer cette proposition, notamment pour les entreprises américaines¹ (Charreaux 1994). En conséquence, selon Jensen (1993) les mécanismes et outils de contrôle semblent être les seuls instruments capables de résoudre les divergences dans la relation d'agence. Il identifie, en ce sens, quatre forces externes jouant ce rôle (Jensen 1993) :

- 1) Le marché des capitaux ;
- 2) Le système juridique, réglementaire et politique ;
- 3) Le marché des biens et des facteurs de production ;
- 4) Le système de contrôle interne, à sa tête le conseil d'administration.

3.1.2.1.1. Les mécanismes de contrôle selon la théorie de l'agence

Selon Charreaux (1994), les systèmes de contrôle identifiés peuvent être catégorisés en deux : des mécanismes externes émanant de l'environnement extérieur à l'entreprise et les mécanismes complémentaires de l'environnement interne. Ces mécanismes ont tous un objectif commun, celui de combattre les comportements aberrants du dirigeant, autrement dit limiter la stratégie supposée d'enracinement de l'agent qui a pour but la maximisation de sa richesse au détriment des intérêts des actionnaires et des parties prenantes.

3.1.2.1.1.A. Les mécanismes externes

Le premier mécanisme externe intervenant dans le contrôle de la firme, avant que les autres entrent en exercice, est celui du marché des capitaux. Ce dernier exerce son influence en redirigeant le flux des capitaux à partir des industries saturées, ou en régression (baisse de la demande), vers d'autres plus prometteuses. Les politiques déficientes des sociétés et le gaspillage des ressources sont de cette manière écartés par une restructuration du secteur sous la forme de rachat d'entreprise, ou d'acquisition par emprunt (LBO²). De la sorte, le marché des capitaux constitue un régulateur précurseur introduisant les changements nécessaires sur la société, avant que les pertes n'apparaissent sur le marché des produits (Jensen 1993).

¹ Selon des tests sur la relation entre la performance de la firme et la proportion du capital appartenant au dirigeant.

² *Leverage Buy-Out* : le rachat d'entreprise par endettement.

Le marché des capitaux est le lieu où apparaît aussi la prise de contrôle. Cette dernière est définie comme étant « le droit de décider de la gestion des ressources de la société — autrement dit le droit d'embaucher, de renvoyer, et de déterminer la rémunération des dirigeants » (Jensen et Ruback 1983, 1). Selon Charreaux (1992), la prise de contrôle représente l'ultime recours des actionnaires dans le but d'exercer les mesures disciplinaires sur les dirigeants. Autrement dit, les nouveaux propriétaires seraient amenés à changer les cadres responsables du management non performant de la firme.

Le système juridique, réglementaire, et politique est le deuxièmement mécanisme de contrôle qui s'opère pour corriger les imperfections du marché et qui se traduisent par des conséquences indésirables sur les ressources naturelles et sociales. Ce système répond à la volonté de restreindre la concurrence destructive, ou injuste, en éliminant des concurrents, ou des monopoles qui apparaissent dans un marché donné ; il vise aussi à assurer la sécurité des produits, du milieu de travail, et la légalité sociale en sein des entreprises. Les politiques antitrust¹ sont un exemple de ces dispositifs. Ils permettent de restreindre les comportements monopolisateurs sur les marchés, et ce, en limitant les fusions et acquisitions qui pourraient entraver la concurrence, ou les activités spécifiques pouvant légèrement l'intensifier.

La politique juridique et réglementaire garantit la possibilité d'entamer des poursuites judiciaires à l'encontre des méthodes déloyales de la concurrence. De surcroît, les intérêts des pourvoyeurs de fonds d'une firme peuvent être protégés par ce mécanisme de contrôle, en imposant des normes de surveillance, et de concert, des principes d'éthiques pour responsabiliser les dirigeants sur leur management, sur la crédibilité, et sur l'exactitude des états financiers présentés. Ainsi le cadre réglementaire permet le recours à la justice pour résoudre les litiges issus des transactions, ou des relations d'agence. Enfin, l'environnement politique et juridique jouerait un rôle dans la conception de la stratégie fondée sur une réputation de bonne citoyenneté pour générer un avantage concurrentiel, à tous le moins, il exhortera les firmes à fonctionner légalement, et de façon responsable.

Le marché des produits et des facteurs de production comme mécanisme de contrôle des sociétés agit selon les règles de la concurrence. Dans ce cadre, les entreprises qui n'arrivent pas à proposer des articles satisfaisant une demande, ou un prix concurrentiel ne peuvent pas se maintenir dans le marché. Les évolutions du marché, lorsqu'elles prennent effet, sont irréductibles et agissent de manière sélective ; les sociétés qui n'ont pas antérieurement préparé leur adaptation ne peuvent pas rattraper leur déclin, et le plus souvent subissent leur extinction (Jensen 1993). Le marché exerce son pouvoir de régulation en pénalisant les sociétés défaillantes face aux forces du marché : essentiellement par la compétitivité. Concernant le marché du travail (celui des dirigeants), l'influence du contrôle s'effectue de manière indirecte, en se référant sur le marché financier qui permet d'évaluer les performances relatives des dirigeants (Jensen et Ruback 1983), ce qui permettrait d'exercer une pression sur eux, avec l'éventualité de les remplacer.

Les relations de financement avec les créanciers joueraient aussi un rôle important dans les mécanismes de contrôle externe. Les banques fourniraient un signal positif aux autres marchés — particulièrement au marché financier lorsqu'elles octroient des prêts. Cela est dû au mode de contrôle relativement exigeant que les banques exercent, puisqu'il a pour finalité de minimiser les risques d'insolvabilité. Les mesures de contrôle les plus évidentes dans ce domaine sont les prises de garantie et le remboursement échelonné de la dette. Mais les banques ne se contentent pas de cela, elles peuvent recourir à l'information financière légale et à d'autres données internes de la firme. L'agent conformément à ces dispositifs ne devrait pas entreprendre des mesures d'investissements qui assurent son enrichissement, toutefois il a la possibilité, vu la concurrence des banques, de choisir celle qui est la moins contraignante, afin de préserver l'asymétrie d'information. Un autre facteur pourrait jouer en faveur de

¹ Appliquées aux États-Unis.

l'agent ; en dépit des risques importants que la banque pourrait subir, elle sera encline à accorder des crédits pour préserver sa notoriété, ou céder aux pressions qu'elle reçoit, notamment les pressions politiques face à des dirigeants jouissant d'un certain prestige, ou d'une grande réputation (Charreaux 1992).

Pourtant, Jensen (1993) révèle, conformément à son étude, que les mécanismes externes n'entrent en jeu que lorsque le système de contrôle interne présente des lacunes et des déficiences, ce qui laisse à penser, comme le prétend Charreaux (1994), que la régulation de l'environnement extérieur n'est que complémentaire.

3.1.2.1.1.B. Les mécanismes internes

Selon Charreaux (1994), le système de contrôle interne englobe quatre mécanismes distincts dont le dernier est privilégié dans la littérature :

- 1) La surveillance interne mutuelle ;
- 2) Le contrôle formel ou informel mis en place par les employés ;
- 3) Le contrôle exercé par les actionnaires ;
- 4) Le conseil d'administration.

En tant que partie prenante, les salariés d'une firme comptent sur le développement de la firme pour augmenter la valeur de leur métier sur le marché du travail, et tout au moins, ils feront en sorte à ce que la firme se poursuive pour protéger la valeur de leur effort ; ce dernier aspect est vu comme un investissement spécifique au sens de Williamson (1998)¹. Le contrôle s'exerce par les salariés en forme de pression exprimée par voie syndicale ou associative. Des groupes de pression peuvent être représentés dans le conseil d'administration ou par le biais de leur participation dans le capital. La participation au capital devrait être plus efficace du fait qu'une partie de leur patrimoine est mis en jeu. Cependant, en raison de l'existence d'accord informel entre le dirigeant et le salarié sous forme de promesse (promotion, augmentation de salaire, avantage en nature), la participation au capital est peu répandue. Ceci révèle le fait que le rapport de confiance entre le dirigeant et les salariés prédomine sur les situations de confrontation. Cela s'explique par la présence d'éventuelles convergences d'intérêt développées par la stratégie d'enracinement du dirigeant. Ce phénomène pourrait être constaté au niveau des cadres supérieurs : le nouveau dirigeant remanie souvent son équipe de travail (Charreaux 1992).

Le conseil d'administration à la charge d'organiser la relation de travail entre les dirigeants et les pourvoyeurs de fonds (les actionnaires), et les autres partenaires de la firme, ainsi que la surveillance des principaux cadres supérieurs de la société. Jensen (1993) attribue de surcroît au conseil d'administration, la responsabilité du fonctionnement de la société, car il lui incombe de recruter les dirigeants, de les licencier, de leur apporter assistance par le conseil, et de leur définir les règles du jeu et de compensations qui vont influencer leurs comportements.

Au demeurant, le conseil d'administration en tant que mécanisme principal de contrôle interne dispose de deux instruments de contrôle sur le dirigeant : l'un dissuasif et l'autre incitatif. Le premier se rapporte au droit de congédier l'agent, ce qui engendrerait une pression persuasive contre tous comportements opportunistes. Le deuxième fait appel aux systèmes de rémunération : comme les intéressements et les avantages non pécuniaires qui devraient conduire l'agent à développer des actions alignées aux intérêts du principal. En ce sens, le système de rémunération doit être conçu de façon à ce qu'il soit suffisamment intéressant pour garantir son efficacité. Sur ce sujet, il y aurait trois types de systèmes de rémunération réservés aux dirigeants (Charreaux 1992) :

¹ L'investissement spécifique se prête à la notion « d'actif spécifique » de Williamson (1998). Sommairement, cela signifie un investissement réservé à une transaction qui supporte un grand coût s'il est destiné à une autre transaction (Ghertman 2003).

- 1) Les rémunérations fixes : comme les salaires, retraites et assurance-vie ;
- 2) L'intéressement au capital : il représente le mode qui permet d'accéder au capital de l'entreprise, principalement par les *stock-options* ;
- 3) La rémunération selon la performance comptable : comme les primes.

La rémunération constante conduit vers l'accroissement des captations en nature de la part du dirigeant pour compenser ses insatisfactions. Ainsi la rémunération par prise de participation au capital constituerait un palliatif. Cependant, elle entraîne vers une inclinaison au risque. Une attitude qui se traduit par des investissements aventureux ou par un endettement plus conséquent. Quant aux rémunérations qui utilisent des critères comptables, celles-ci présentent le défaut de dépendre des informations financières susceptibles d'être manipulées par le dirigeant. Toujours est-il, ce dernier type d'incitation reste le plus utilisé par les firmes (Charreaux 1992).

Si le système de rémunération reste inefficace dans le contrôle, il est toujours possible pour le principal de recourir au remplacement de l'agent. Ceci offre au conseil d'administration deux possibilités : effectuer un recrutement interne ou un recrutement externe. Toutefois, le remplacement du dirigeant comme dispositif de contrôle est considéré comme occasionnellement employé, principalement pour des raisons de coûts organisationnelles (Charreaux 1992).

Par ailleurs, Jensen (1993) accuse le système de gouvernance de l'entreprise d'être la partie responsable qui conduit à l'intervention des mécanismes du contrôle externe. Le conseil d'administration, comme organe central, est accusé d'être passif en raison de plusieurs facteurs :

- ◆ Faiblesse dans la culture de conseil ;
- ◆ L'asymétrie d'information ;
- ◆ Les carences en expertise financières ;
- ◆ Le manque de motivation du conseil ;
- ◆ L'insuffisance de participation dans le capital de la firme ;
- ◆ La position du dirigeant comme président du conseil d'administration.

3.1.2.1.2. Les limites de la théorie de l'agence

D'après Jensen et Meckling (1976) le coût d'agence lié au conflit d'intérêts entre le principal et l'agent se réduisent (perte résiduelle) en fonction du prorata de participation du dirigeant dans le capital, ce qui induirait, une amélioration de la performance de l'entreprise. Cette proposition, d'une part, n'a pas été suffisamment corroborée par les travaux empiriques qui présentent des résultats contradictoires ; d'autre part, elle soulève la question du sens donné à la performance, qui peut être la valeur de la firme (rentabilité économique), ou les gains qu'en tire le principal (rentabilité financière), ou de façon plus large, l'équilibre entre les intérêts des parties prenantes. Dans les deux premiers cas, les études n'ont pas pu trancher de façon définitive. En outre, il existe d'autres postulats qui s'opposent à cette thèse. Des propositions alternatives considèrent que l'agent développe soit un comportement neutre vis-à-vis de la structure du capital, sachant que cette dernière est plutôt une résultante de la performance, soit une stratégie opportuniste d'enracinement dans une position confortable d'actionnaire, et qui lui confère la possibilité d'esquiver les mesures de contrôle (Charreaux 1992).

Une des caractéristiques de la théorie de l'agence est l'octroi de l'autorité (une certaine autonomie, un pouvoir de prise de décision) en échange d'une responsabilisation totale sur les résultats. Cet aspect n'est pas observé dans toute la firme, et puis s'il s'emploie, il se situerait seulement au niveau supérieur de la hiérarchie (actionnaires-dirigeants).

En dépit du fait que le cadre d'analyse de la théorie de l'agence a été élargi sur l'ensemble des parties prenantes, peu de détails ont été apportés sur la relation entre l'agent dirigeant et le subordonné non dirigeant (la main d'œuvre). Sauf que, dans le cadre de la mise sous contrôle

du dirigeant, la présence du syndicat a été évoquée par la représentation salariale comme mécanisme de surveillance au sein du conseil d'administration. Une des explications justifiant l'absence de travaux de recherches sur la relation entre le dirigeant et les subordonnés revient au fait qu'en dépit des divergences d'intérêts, le problème de contrôle ne se pose pas considérablement. La supervision directe du dirigeant, autrement dit le suivi quasi constant des actions des salariés par le dirigeant permet de réduire les comportements opportunistes et ainsi réduire au plus bas les coûts d'agence. Une autre explication avancée est plus ou moins réductrice ; elle considère que la main-d'œuvre n'est pas un actif représenté dans le bilan financier de la firme, et que le recours aux efforts des salariés s'assimile à une location de service¹. Paradoxalement, Jensen et Meckling admettent que la location d'actif est plus coûteuse que son acquisition due au fait que les exploitants se soucient peu de la manière avec laquelle l'actif est utilisé (absence de maintenance par exemple) (Charreaux 1992). En ce qui concerne la contrôlabilité des salariés, celle-ci reste néanmoins relative et incomplète étant donné qu'il y a une divergence d'intérêt (autonomie politique), et une asymétrie d'information permettant d'une manière ou d'une autre d'échapper à un certain contrôle. Ainsi, quel que soit le système de contrôle mis en place entre les actionnaires et le dirigeant, ou encore entre le dirigeant et les salariés, il subsiste des failles furtives et très coûteuses pour la firme, telles que les coûts cachés.

En outre, puisque l'agent dirigeant est habilité à élaborer le contrat relatif à la relation d'agence, il lui est conféré d'aussitôt l'avantage de pouvoir tirer parti des méandres lui permettant d'entraver et d'outrepasser les mécanismes de contrôle, dans le but de maximiser sa richesse personnelle (Charreaux 1992).

Enfin, des études empiriques sur les systèmes de rémunération comme instrument de contrôle ont montré qu'elles ne remplissent pas leur fonction d'incitation de façon efficace. D'après Charreaux (1992), cela pourrait être expliqué théoriquement par le cadre d'Ouchi (1979). Ce cadre révèle que pour les activités complexes la mesure de la performance est imprécise. Elle rend de ce fait les systèmes conventionnels de contrôle inefficace. Ouchi (1979) propose à cet effet, le recours au contrôle clanique comme alternative.

3.1.2.2. L'approche du contrôle culturelle et idéologique

Depuis les premières études de Trist et Bamforth (1951) les chercheurs ont pris conscience de l'existence et de l'effet du système socioculturel sur le contrôle de l'organisation. Ce nouveau composant invisible, ou plus précisément informel (Birnberg et Snodgrass 1988), exerce une certaine influence sur le système formel de l'organisation (Mintzberg 2002), et sur son contrôle (Alvesson et Kärreman 2004; Collier 2005). Du fait que cette dimension de l'organisation ne se reflète pas dans les supports officiels de l'organisation comme l'organigramme, les procédures ou les rapports financiers (Collier 2005), elle devient un élément implicite (Birnberg et Snodgrass 1988), difficile à appréhender. Cependant, vu l'existence d'une interactivité entre l'informel et le contrôle de l'organisation, l'importance a été portée sur les interfaces qui relient le système socioculturel (et l'idéologie) au système de contrôle (Alvesson et Kärreman 2004).

Birnberg et Snodgrass (1988) considèrent que la culture est un système comme le reste des sous-systèmes de contrôle, mais de nature conceptuelle. Ils le définissent comme une force qui gouverne les actions des individus, par des éléments de valeur, de croyance et par des modèles comportementaux. La culture devient un mécanisme de contrôle, selon Ouchi (1979), en se basant sur la formation des clans comme moyen d'influence afin de réguler les comportements des acteurs de l'organisation (Hatch 2000). Dans la mesure où les autres

¹ On pourrait regarder cette proposition sous la perspective de la théorie des droits de propriété. Ni les dirigeants ni les apporteurs de fonds (les actionnaires) ne possèdent les salariés, ils s'approprient seulement leurs efforts (droit d'orienter) et le fruit de leurs efforts, en contrepartie d'une rémunération.

mécanismes de contrôle comme le marché et la bureaucratie (les plans, budgets, procédures) ne sont plus efficaces, en raison de la grande incertitude à laquelle est confrontée l'organisation, Ouchi (1979) suppose que le contrôle clanique est plus pertinent (Alvesson et Kärreman 2004) par l'approbation de normes comportementales, de valeur et de croyances établies par la direction (Hatch 2000). L'efficacité de ce type de contrôle repose essentiellement sur l'autocontrôle issu de l'engagement des personnes dans leur clan, et de la préservation de leur réputation professionnelle (Hatch 2000). La culture agit comme un filtre et devient régulatrice (Birnberg et Snodgrass 1988). Elle intervient, en amont à l'action, autrement dit elle se situe au niveau des attitudes. En instaurant les préconditions qui influencent le comportement des acteurs (Birnberg et Snodgrass 1988), la hiérarchie ne serait plus amenée (du moins théoriquement) à instaurer un système de contrôle physique (système formel, système d'information).

Toutefois, certains auteurs constatent que ce type de contrôle n'a d'effet que sur une couche d'employé de l'organisation, notamment ceux qui sont sensibles aux normes professionnels en raison de leurs qualifications. Selon ce constat, le contrôle par la culture ne serait valable que pour les niveaux supérieurs de la hiérarchie. Pourtant, Ouchi (1979) admet que les organisations utilisent simultanément d'autres formes de contrôle, comme la bureaucratie et le marché, mais qu'elles privilégient une d'entre elles selon leur contexte (Hatch 2000), notamment lorsque la complexité empêche la mesure de la performance (Alvesson et Kärreman 2004). Les organisations ayant une configuration de missionnaire, selon la typologie de Mintzberg (2002), et dont le mécanisme de coordination est la standardisation des normes et des valeurs, correspondent bien au type d'organisations auxquelles Ouchi (1979) fait référence. Les organisations de ce type admettent, par conséquent, un contrôle régi par l'idéologie (Mintzberg 2002).

Le déploiement des aspects de la culture organisationnelle comme le suggère Ouchi (1979) est réalisé par la socialisation (Collier 2005), la formation, et donc, l'endoctrinement (Hatch 2000). Pour certains auteurs, comme Alvesson et Kärreman (2004), la culture est plus large et plus complexe, et englobe l'idéologie. Ces mêmes auteurs mettent l'accent sur le contrôle idéologique par les relations sociales et définissent le contrôle socio-idéologique « comme un effort de persuasion des gens à adopter certaines valeurs, normes, et idées sur ce qui est bon, important, louable, etc. en termes de travail et de vie organisationnelle » (Alvesson et Kärreman 2004, 426). Ceci a suscité chez les néomarxistes une interprétation péjorative qui voient en l'idéologie un instrument d'aliénation pour exercer l'hégémonie de la part des dirigeants qui sont à la quête du pouvoir (Hatch 2000).

L'approche du contrôle idéologique révèle ses limites par son manque de maniabilité et de pragmatisme. Instaurer une culture n'est pas un exercice facile. Il faudrait d'abord maîtriser les mécanismes d'influence. Si c'est le cas, rien ne garantit que la pratique fonctionne, car cela dépend de la réceptivité des personnes. La tâche devient encore plus ardue lorsqu'une organisation intègre plusieurs cultures nationales, ou ethniques, qui exercent leur primauté, car ces dernières sont d'ordre identitaire. Sur ce point, Birnberg et Snodgrass (1988) parlent de culture homogène et de culture hétérogène. Ils considèrent que le contrôle clanique de Ouchi (1979) intègre des normes et des valeurs fortement coopératives dans une culture homogène¹. Il semblerait de cet angle de vue que la variable supplétive — la coopération — jouerait le rôle principal qui permettrait d'expliquer plus aux moins la performance des organisations ayant une culture hétérogène. La coopération dressée comme une norme ou une valeur réaliserait la cohésion. Ainsi, le degré de robustesse culturelle de l'organisation serait en fonction de l'intensité de la coopération. En outre, les organisations qui s'appuient sur des valeurs de coopération nécessitent moins de formalisme dans leur système de contrôle ;

¹ Ouchi (1979) présente les firmes japonaises pour l'exemple d'une culture homogène, et comme contre exemple les entreprises américaines qui admettent des cultures variées.

encore moins lorsqu'elles détiennent une culture homogène (Birnberg et Snodgrass 1988). Quoi qu'il en soit, la culture est une variable qu'il ne faudrait pas négliger, car les études, comme celle de Birnberg et Snodgrass (1988), démontrent qu'elle affecte la nature et la forme du contrôle formelle.

3.1.3. Le contrôle par les processus

Le contrôle par les processus constitue une nouvelle perspective basée sur le paradigme de l'activité¹ (Lorino 1995) dont l'ancrage théorique mène revient à trois vues distinctes : l'organisation comme un organisme, l'organisation comme un cerveau, et l'organisation comme un système politique (Morgan, 1999). D'après Lorino (1999), il y a chez les individus deux autonomies indissociables auxquelles il n'est pas possible de maîtriser, mais seulement d'influencer :

- 1) L'autonomie cognitive : selon la métaphore du cerveau, déclinée des analyses de Crozier et Friedberg, puis de Simon, l'organisation est constituée de plusieurs intelligences de différents domaines de spécialité coordonnées pour la prise de décision. Cette intelligence se reflète dans l'action, et les connaissances², ou les compétences de chaque acteur sont pour les autres, notamment pour la hiérarchie, une zone d'ombre à laquelle l'organisation est dépendante. Il existe donc dans le langage économique une asymétrie d'information qui n'est pas possible d'éliminer, sauf si l'individu affiche une transparence totale, et contribue à enseigner ses compétences, ce qui relève du choix personnel. Selon ce constat, le contrôle de l'entreprise ne peut pas être aux mains d'une seule personne, mais plutôt sous une gestion collective, car un seul individu ne peut pas contenir toutes les inintelligences possibles (Herbert A. Simon 1991). L'accroissement de la complexité au sein même de l'entreprise (changements, développement) et de son contexte extérieur, auquel elle ne peut pas échapper, l'entraînent à chercher de nouvelles compétences dans les domaines qu'elle découvre ou dans ceux dont elle a besoin de développer, ou d'améliorer pour ses activités. Sans qu'elle ne se doute — probablement — l'entreprise augmente l'autonomie de ses spécialistes, et cède de plus en plus son contrôle à ses professionnelles. Ce phénomène est intensifié par l'orientation stratégique de l'entreprise lorsque celle-ci choisit de se spécialiser. C'est ce qui a été révélé par Mintzberg (1997) dans une structure de bureaucratie professionnelle : les procédures diminuent et la liberté de décision laissée aux spécialistes augmente ;
- 2) L'autonomie politique : celle-ci est une conséquence de la première autonomie qui laisse des zones d'incertitudes, sur lesquelles les acteurs tirent avantage pour servir les intérêts qu'ils aspirent. La compétence (connaissance) devient une source de pouvoir, car elle implique la détention de l'information qui n'est pas à la possession de l'organisation. Selon une perception politique de l'organisation, une organisation autocrate ou bureaucrate ne s'applique que de façon superficielle, puisque la réalité cache l'exercice d'un pouvoir technocrate, de cogestion, au mieux démocrate. Alchian et Demsetz (1972) qualifient la recherche de l'autonomie politique comme un comportement opportuniste, en précisant qu'il est conscient et prémédité (Ghertman 2003).

Chaque individu reste maître de son activité, car il jouit d'une marge de liberté impénétrable protégée par les types et le niveau d'importance de ses connaissances sur cette activité. Selon cette hypothèse, le contrôle de l'organisation devrait s'exercer avec autre manière.

Étant donné que les dirigeants n'ont qu'un pouvoir limité sur le fonctionnement de l'organisation — corollaire de l'autonomie des acteurs — le contrôle nécessite de passer d'un

¹ Lorino (1995) introduit le concept de « paradigme de l'activité » pour désigner un nouveau modèle du contrôle qu'il baptise « paradigme du pilotage ».

² Savoirs issus d'un apprentissage, formation ou de l'expérience.

mode direct vers un *méta-contrôle* : influence du comportement des individus dans la conduite de leur action (Lorino 1995). On constate, en ce sens, qu'il existe deux niveaux de contrôle identifiés par Lorino (1995) et qualifiés de conduites :

- 1) Le contrôle interne : ce sont toutes les mesures que prend un acteur afin de mener à bien sa mission, et assurer la stabilité de sa fonction. Le contrôle constitue une conduite des opérations dans laquelle ne sont mêlés que ceux qui sont concernés par l'exécution de l'activité. Le résultat de ce niveau de pilotage n'est pas seulement conditionné par la maîtrise technique (le savoir-faire), mais aussi par le degré cognitif et les caractéristiques de l'environnement ;
- 2) Le contrôle externe : il représente les orientations et les aides indirectes qui sont fournies transmises et par des structures ou acteurs extérieurs à l'activité. Il a pour but d'apporter une assistance à la maîtrise au contrôle interne. Ce type de conduite agit en informant et en indiquant des conseils qui améliorent la connaissance de l'environnement, et des circonstances dans lesquelles se déroule l'activité.

Par ailleurs, Lorino (1995) introduisit pour rattacher le contrôle supérieur (contrôle externe) au contrôle direct (contrôle interne) de l'activité, un élément assujéti à des variations imperceptibles et sur lequel il propose d'agir par influence. Cet élément constitue l'interprétation des acteurs qui dépend de la complexité des connaissances et des situations inhabituelles rencontrées. L'interprétation est considérée en s'appuyant sur les travaux de Piaget comme une boîte noire se situant entre le contrôle et l'action. Selon la nouvelle approche du contrôle, l'activité change de statut, elle n'est plus considérée conformément à la cybernétique, comme élément fixe et stable, dont en fait abstraction (cf. fig. 1.32). L'activité est dans la nouvelle approche au centre du pilotage parce qu'elle évolue continuellement. Ce nouveau cadre d'analyse fait apparaître l'importance des considérations cognitives. Il tient compte de la rationalité limitée qui conditionne l'interprétation des acteurs, et par conséquent, la question de l'acquisition de l'information devient essentielle. Mettre à la disposition des décideurs la connaissance pertinente, avec les moyens les moins coûteux, est d'ailleurs un vrai problème économique d'après Charreaux (1999).

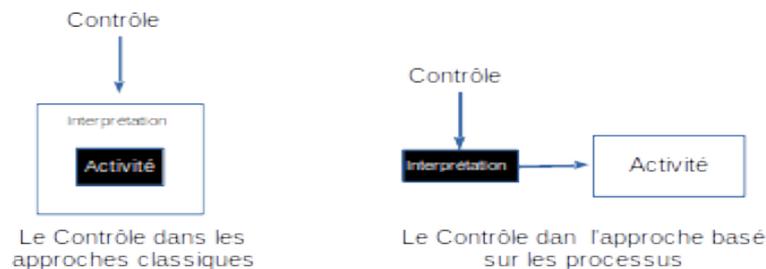


Figure 1.32. L'interprétation dans l'ancienne et la nouvelle approche du contrôle. Par Lorino 1995, 43.

Plusieurs auteurs pensent que les employés du niveau opérationnel sont de plus en plus impliqués par les activités qui ont des incidences stratégiques sur l'organisation. Ainsi le clivage entre le contrôle opérationnel et le contrôle stratégique proposé par (Anthony 1965) est moins soutenu (Langfield-Smith 1997), et l'activité devient de ce fait au centre de l'intérêt du contrôle.

L'un des points clés qui ont contribué à la propagation de l'approche des processus est prétendument sa clarification sur le sujet de la création de valeur et sa mise en relation avec l'avantage concurrentiel. Holmberg (2000) voit que le système de mesure de la performance doit adopter une perception holistique des processus en se conformant à la pensée systémique. Le concept de chaîne de valeur de Porter (1998) repose sur la notion d'activité, et n'est en fait que la réplique de l'approche des processus sous un angle stratégique. Néanmoins, le modèle explicatif de Porter ne nous renseigne pas beaucoup sur la mise en place d'un tel dispositif. Ainsi on devait se pencher sur les principes qui sous-tendent l'adoption d'une telle approche.

L'un des travaux les plus intéressants dans ce domaine est celui de Lorino (1995). En mettant une comparaison entre l'ancienne approche du contrôle et celle des processus, l'auteur a pu dégager les fondements de cette dernière. La table 1.13 en résume l'essentiel.

Table 1.13. Les fondements de l'approche du pilotage par les processus

Principes de l'approche	Descriptif	Approche classique
Focalisation sur les opérations et les compétences.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La détermination des rouages de l'activité et la compréhension des connaissances appliquées et nécessaires sont des éléments centraux pour le pilotage, car ils sont exposés à des changements permanents. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'entreprise est contrôlée en manipulant ses ressources sans se soucier des mécanismes de transformation (la boîte noire).
Le contrôle en permanence	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le déroulement du pilotage est continu et instantané, sans mettre une séparation entre le temps de planification et le temps de vérification et la correction de l'exécution ; ▪ Le contrôle est une séquence dans une boucle d'action et de rétroaction : l'action de contrôle est générée par une nouvelle connaissance issue de l'expérience des anciennes actions. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le pilotage est administré de façon discrète dans le temps : l'action et sa correction ne sont pas simultanées.
Développement d'un modèle de causalité multidimensionnelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se poser la question : « pourquoi ? » de façon récurrente en adoptant l'esprit de diagnostic, et ce, pour mettre en évidence la relation entre les résultats (création de valeur attendue ou accomplie) avec les facteurs (actions consommatrices de ressources) sachant qu'ils peuvent être de différentes natures ; ▪ Le recours à la mesure des intrants (<i>inputs</i>) sert à établir la causalité, et la mesure des extrants (<i>outputs</i>) à évaluer les effets et l'efficacité de l'action ; ▪ La performance est analysée selon un modèle de causalité. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modèle basé sur la représentation financière de toute forme de performance décelable dans l'entreprise ; ▪ La performance intégrale de l'entreprise est considérée comme la somme locale des performances (des parties de l'entreprise) mesurées selon l'unique perspective financière qui fait référence à la question du combien ; ▪ La performance est constituée selon ce raisonnement de manière additive.
Principe de l'indéterminisme	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un modèle construit pour refléter le fonctionnement de l'entreprise n'est valide que par rapport à sa pertinence au contexte en cours ; ▪ Les normes de conduite sont établies au moment du pilotage pour s'adapter au contexte et aux circonstances environnementales. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le modèle financier de l'entreprise est de vocation déterministe ; ▪ Les normes sont prédéfinies et non flexibles. Ils sont issus d'une décision précédant le déroulement de l'activité, et repose sur des hypothèses figées dans une période de temps.

Source : Adaptée de Lorino 1995, 34–55.

3.2. Typologie du contrôle

Les concepts qui se portent sur le contrôle sont foisonnants et disparates, et peuvent parfois conduire à une confusion. Pour cette raison, nous avons pensé qu'une typologie, aussi simpliste qu'elle puisse être, permettrait de dévoiler certaines nuances et poser un ordre d'idées. Cependant, lorsqu'on se rapporte à la littérature sur la question de typologie, on observe également une multitude de distinctions sur les types : contrôle informel, formel, bureaucratique, marché, contrôle clanique, idéologique, etc. Nous avons favorisé devant ce constat les catégories qui se rattachent à deux perspectives. L'une d'elles revient à Flamholtz (1996). Elle a été retenue pour son éclaircissement sur l'articulation des modes de contrôle. L'autre perspective proposée par Chenhall (2003) permet d'avoir une vue d'ensemble *peu ou prou* exhaustive, en couvrant toutes les formes de contrôle. Nous considérons cette dernière comme une méta-typologie, c'est-à-dire comme une typologie des typologies, bien qu'elle privilégie un aspect particulier dans la catégorisation.

3.2.1. Les niveaux du contrôle

La typologie présentée dans cette section n'est pas reconnue comme telle, cependant elle présente un intérêt d'usage, notamment dans un essai de modélisation des mécanismes de contrôle de l'organisation.

Flamholtz (1996) présente un cadre de travail qui met l'accent sur la notion du système de contrôle et l'agencement de ses composantes. Afin de faciliter la description de ce système

dans son ensemble au sein de l'organisation, il propose une synthèse qui répartit les mécanismes de contrôle en trois niveaux (cf. fig. 1.33).



Figure 1.33. Représentation du système de contrôle organisationnel. Par Flamholtz 1996, 599.

Cette typologie dans l'ensemble nous paraît intéressante, du fait qu'elle met en exergue les liens entre les différentes approches du contrôle. Elle illustre de la même façon, la complémentarité des mécanismes de contrôle, et ce, en les exposant comme un système intégré. De surcroît, la hiérarchisation du système schématise l'influence de chaque type de contrôle sur son niveau inférieur.

3.2.1.1. Le système de contrôle basique

Ce micro-système englobe tous les dispositifs de contrôle qui couvrent le système opérationnel de l'organisation. Il est de ce fait focalisé sur l'activité, et plus exactement sur les comportements des individus. Ce système dans son exécution repose sur cinq mécanismes :

- 1) Le sous-système de planification : il est caractérisé par les objectifs prédéfinis sur l'ensemble des champs d'activité de l'organisation (production, vente, finance), et par les buts exprimés quantitativement dans chaque domaine. Les objectifs ont le rôle de diriger le comportement et l'attention des individus, alors que les buts désignent la performance désirée des actions. Par ailleurs, le but est un moyen d'encourager la performance, et pourrait être utilisé comme une référence pour évaluer les actions et accorder les récompenses ;
- 2) Le sous-système opérationnel : selon Flamholtz (1996, 601), ce dispositif « désigne le système courant qui permet d'appliquer les fonctions exigées par les activités quotidiennes de l'organisation ». Il correspond au système de pilotage qui sera détaillé dans la section 3.3 ;
- 3) Le sous-système de mesure : celui-ci permet de refléter les comportements de l'organisation ainsi que sa performance par une représentation numérique. Il couvre l'aspect financier moyennant le système d'information comptable, et les aspects non financiers comme la qualité, la quantité, et éventuellement d'autres dimensions. La mesure joue un double rôle dans ce système, d'une part, elle sert à surveiller le degré d'atteinte des buts en fonction de l'information transmise par le sous-système de rétroaction, ou par le sous-système d'évaluation, d'autre part, elle influence, par sa simple existence, le comportement des individus ;
- 4) Le sous-système de rétroaction (feed-back) : il fournit l'information qui décrit les actions et leurs résultats. Dans ce cadre, l'information produite est soit une entrée pour le sous-système opérationnel, avec laquelle ce dernier est informé sur les résultats des activités, soit une appréciation de la performance qui servira au sous-système d'évaluation et de récompense. Dans le premier cas, le système opérationnel pourra conduire les actions correctrices ou amélioratrices. Le sous-système de rétroaction constitue la conduite externe de l'activité, si l'on se réfère à l'approche du contrôle par

les processus préalablement évoquée¹.

- 5) Le sous-système d'évaluation-récompense : il représente le mécanisme d'estimation de la performance et de rétribution des comportements désirables. Il s'appuie sur le système de mesure, le plus souvent comptable, pour accorder les récompenses qui peuvent prendre deux formes : une forme extrinsèque pour les rétributions pécuniaires, et une forme intrinsèque pour les rétributions non pécuniaires. Le système d'évaluation-récompense constitue un moyen de liaison entre les objectifs de l'organisation et les intérêts des individus. Les récompenses perçues comme des objectifs personnels devraient stimuler les acteurs à améliorer la performance, et renforcer celle qui est favorable. Ce sous-système est donc un dispositif de motivation, qui principalement affecte en amont le comportement des individus (contrôle ex ante).

3.2.1.2. La structure organisationnelle

La structure organisationnelle est définie par Mintzberg (1982) comme étant la combinaison de diverses sortes de mécanismes de coordination appliqués à une division de travail. Composée de plusieurs paramètres et dimensions, elle constitue de façon plus large selon Flamholtz (1996) le macro-contrôle. Dans sa représentation des niveaux de contrôle, Flamholtz (1996) explique très vaguement le rôle de la structure organisationnelle comme système de contrôle. Pour cette raison, nous nous sommes appuyés pour expliciter les quelques notions évoquées, sur les travaux de Mintzberg (1982).

En considérant la coordination comme une manière d'exercer le contrôle (Perrow 1970) ou des modes de contrôle, il convient de présenter ses mécanismes tels que (Mintzberg 1982) les a décrits :

- 1) La supervision directe : est une forme de coordination qui apparaît lorsque les instructions sont données, et lorsque leur exécution est directement contrôlée par une seule personne. Elle représente un contrôle immédiat sur les emportements des individus de la part de la personne qui détient une autorité ;
- 2) L'ajustement mutuel : la coordination s'exerce moyennant la communication informelle entre les agents. Chacun d'eux adapte ses actions en fonction des besoins des autres pour atteindre les objectifs assignés ;
- 3) La standardisation des procédés de travail : dans cette coordination, l'individu a peu de liberté et droit d'initiative, car les tâches sont décrites par des modes opératoires, ou par des procédures détaillées. Chaque poste de travail est défini et décrit en termes d'opérations à effectuer ;
- 4) La standardisation des résultats : ce type de coordination ne se focalise pas sur la manière d'effectuer les tâches (comment ?) comparativement au précédent, mais sur les objectifs (pourquoi ?). Il laisse par conséquent à l'individu une certaine latitude dans la façon de réaliser les actions, et ce, afin d'atteindre les objectifs. Ces derniers sont bien explicités, et parfois se présentent sous forme de standards, de volume, de coût, de délais, ou de qualité (spécifications, caractéristiques) ;
- 5) La standardisation des qualifications : la coordination est obtenue dans ce cas par le biais de la formation des employés. Ces formations sont spécifiques et bien décrites, afin d'assurer l'homogénéité des compétences ;
- 6) La standardisation des normes : cette coordination est réalisée de manière implicite suivant les valeurs qui inspirent le travail. Ce sont des normes générales, ou des déontologies établies par l'organisation pour guider la réalisation du travail.

Mintzberg (1982) stipule que ces mécanismes coexistent simultanément et qu'il y a une prédominance de certains d'entre eux sur d'autres. Au vu des éléments rapportés par Mintzberg (1982) et Flamholtz (1996), les composantes jouant le rôle du contrôle, en ce qui touche la structure organisationnelle, peuvent être synthétisées par les aspects suivants :

¹ D'après la distinction des deux niveaux de contrôle de Lorino (1995) (cf. sect. 3.1.3).

- 1) La spécialisation du travail : qui est un élément central du principe de la division du travail dans l'école classique de l'économie, et du management. Elle est constituée selon Mintzberg (1982) de deux dimensions :
 - i) Une dimension verticale : qui représente le degré de contrôle de l'agent sur le travail. Ainsi une séparation est faite entre l'exécution et la conception. Le degré de la spécialisation verticale est en fonction du contrôle sur le travail, qui est lui-même en fonction de la liberté de prise de décision sur l'activité. Une grande spécialisation verticale signifiera, moins de contrôle, et vice versa ;
 - ii) Une dimension horizontale : qui est associée à l'étendue du champ du travail. Une faible spécialisation horizontale du travail est marquée par une diversification des tâches de l'activité assignée. On pourrait qualifier ce genre de spécialisation par l'étendue du contrôle ;

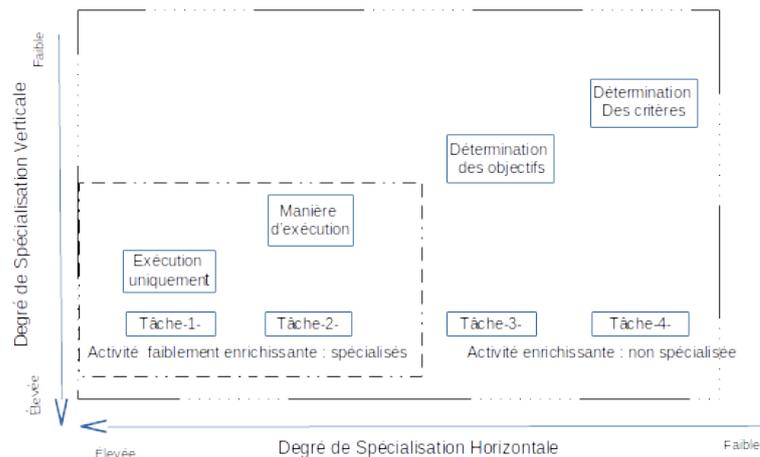


Figure 1.34. L'enrichissement du travail. Adaptée de Mintzberg 1982, 90.

La relation entre les deux dimensions est concordante, et peut produire par ce qui est appelé « l'enrichissement du travail ». L'élargissement du travail s'accompagne le plus souvent par une augmentation du degré de contrôle, et donc, par l'affaiblissement de la spécialisation verticale et horizontale du travail (cf. fig. 1.34) ;

- 2) La formalisation du comportement : elle représente le degré de précision contenu dans la définition des fonctions, notamment le niveau de détail dans la description des tâches, et l'instauration des procédures et des règles qui déterminent les actions à accomplir et les comportements exemplaires à suivre. Le formalisme repose sur les principes de l'organisation scientifique du travail (OST). Les mécanismes de coordination par la standardisation des procédés de travail, ainsi que la standardisation des résultats constituent les aspects du formalisme les plus perceptibles parmi ceux appliqués pour contrôler le comportement individuel ;
- 3) La surface du contrôle (*span of control*) : selon le mécanisme de supervision directe, elle représente l'étendue d'un contrôle immédiat d'une seule personne sur les comportements d'un éventail des subordonnés. L'éventail des subordonnés détermine la forme de la structure organisationnelle, et d'une certaine mesure il indique les mécanismes de coordination concomitants. Ainsi, une organisation aplatie, munie d'une grande surface de contrôle, aura très peu de niveaux hiérarchiques, et un très grand nombre de subordonnés (ou d'unités) ; réciproquement, une organisation d'une structure pointue est composée d'un nombre important de niveaux hiérarchiques, et d'une surface de contrôle réduite. Ces formes structurelles révèlent les modes du contrôle instauré. Une structure aplatie signifiera qu'elle s'appuie hautement sur le formalisme (standardisation des procédés de travail, standardisation des résultats, et standardisation des qualifications) et qu'elle a moins besoin d'un contrôle direct ;

- tandis qu'une structure pointue indique l'usage de la supervision directe qui se justifie par la complexité de l'activité, ou par le niveau insuffisant de qualification des subordonnés (Mintzberg 1982) ;
- 4) La centralisation et la décentralisation : la détention de l'autorité de contrôle est étroitement liée à celui qui détient un certain pouvoir de décision. En ce sens, selon Mintzberg (1982) la centralisation représente la concentration du pouvoir de décision à certains emplacements de l'organisation, par opposition, la décentralisation constitue sa dispersion donc sa délégation. Flamholtz (1996) considère que la décentralisation jouerait un rôle important dans le processus de contrôle. En approfondissant cette idée, il est possible de considérer les types de décentralisation cités par Mintzberg (1982) comme eux-mêmes des dispositifs de contrôle de la structure organisationnelle :
- i) La décentralisation verticale : elle représente le moyen de délégation avec lequel le pouvoir de décision est réparti sur les niveaux inférieurs de l'organisation. La décentralisation verticale instaure une séparation entre les individus ayant le droit de prendre les décisions stratégiques (le sommet hiérarchique), et ceux ayant le pouvoir de prendre les décisions tactiques (la ligne hiérarchique) ;
 - ii) La décentralisation horizontale : le pouvoir de décision reste sur le même niveau hiérarchique tout en étant distribué sur les fonctions parallèles. Le pouvoir est attribué aux technocrates, experts et aux conseillers ;
 - iii) La décentralisation sélective : elle constitue un mélange des deux types précédents. Elle contient une décentralisation verticale, telle que décrite précédemment, et un formalisme issu de la décentralisation horizontale ;
 - iv) La décentralisation globale : c'est une décentralisation verticale dans laquelle la majorité des pouvoirs de décisions sont concentrés à un niveau hiérarchique précis. Par exemple, la délégation du pouvoir aux responsables de division ;
- 5) Les flux régulés de contrôle : ce sont les informations qui circulent verticalement sur le long de la ligne hiérarchique, d'après les relations d'autorité définies par la structure organisationnelle. Les informations ascendantes représentent les comptes rendus, le tableau de bord, le reporting et toute information synthétisée portant sur l'activité, alors que les flux qui proviennent du sommet de l'organisation font figure de directives et d'instructions relatives au fonctionnement de l'organisation et à l'application de la stratégie (Mintzberg 1982).

3.2.1.3. La culture organisationnelle

Comme nous pouvons le remarquer (cf. supra, fig. 1.33), la culture organisationnelle est représentée par Flamholtz (1996) au niveau le plus haut du système de contrôle, lequel est qualifié de méta-contrôle selon Lorino (1995). Il indique par cette position sa dominance en matière d'influence. Par ailleurs, Mintzberg (1982) présente une typologie de contrôle à sa manière, sous le nom de systèmes d'influence internes. Il révèle en même temps les sources de pouvoir dans l'organisation. En cela, il distingua :

- ◆ Le contrôle personnel : qui évoque le commandement du supérieur ayant une surveillance constante sur le travail de ses subordonnés. Ce mode de contrôle se manifeste par la prédominance de la supervision directe sur les autres mécanismes de coordination ;
- ◆ Le système d'idéologie : dans lequel l'influence s'exerce par les croyances et les valeurs propres à l'organisation. Ce système repose sur l'approche du contrôle idéologique, ou plus précisément sur le contrôle culturel (ou clanique d'Ouchi (1979)¹) ;
- ◆ Le système des compétences spécialisées : ce dispositif est caractérisé par une certaine autonomie des agents dans l'accomplissement de leur travail. On y exerce un

¹ Voir la section 3.1.2.2 à ce propos.

- autocontrôle après avoir instauré la standardisation des qualifications ;
- ◆ Le contrôle bureaucratique : qui privilégie la standardisation des procédés et des résultats comme mécanisme de coordination pour instaurer le contrôle ;
 - ◆ Le système des jeux politiques : ce mode informel d'influence est pratiqué par des alliances formées par des individus partageant un intérêt politique commun. Il met en scène des rapports de force et des jeux de pouvoirs exercés par de petits groupes.

Au gré de cette description, on pourrait affilier au méta-contrôle de Flamholtz (1996) les influences telles que désignées par Mintzberg (1982) comme ses sous-systèmes. Plus précisément, on pourrait y intégrer le système d'idéologie, le système des compétences spécialisées, et le système des jeux politiques¹. Suivant cette association, les dispositifs de contrôle seraient : le mécanisme de coordination par la standardisation des normes, et le mécanisme de coordination par la standardisation des qualifications. La première standardisation est habituellement constituée par un processus de socialisation, pendant que la standardisation des qualifications est érigée par la formation, ou l'apprentissage.

3.2.2. Les classes du contrôle

La littérature sur le contrôle organisationnel et sur le contrôle de gestion suggère une large variété de formes et d'outils pour le contrôle. Les auteurs mettent en usage plusieurs perspectives de catégorisation du contrôle dont il est difficile de retrouver un consensus et de fournir une typologie universelle.

En abordant la question de la relation du contrôle de gestion avec les variables de contingences, Chenhall (2003) tenta d'élaborer en premier lieu une typologie² du contrôle en colligeant les travaux de Ouchi (1979), de Perrow (1970) et de J. R. Galbraith (1973). Il aboutit sur une seule variable de classification qui prend en compte le degré de formalisme des mécanismes, ou des systèmes de contrôle. La mise en oeuvre de cette variable fait ressortir deux natures du contrôle :

- 1) Classe mécaniste : elle englobe les dispositifs de contrôle qui s'appuient sur le formalisme comme la standardisation, les règles et les procédures ;
- 2) Classe organique : elle s'applique sur tous ce qui est caractérisé par la flexibilité, autrement dit elle concerne les éléments adaptatifs et réactifs qui ne s'attachent pas au formalisme et à la standardisation.

Le tableau qui suit (cf. table 1.14, p. suiv.) met en exergue la classification de Chenhall (2003) en reprenant certains types distingués ou initiés par les différents auteurs. Cette typologie représente de cette manière, un niveau supérieur de catégorisation.

La classification de Flamholtz (1996) et celle de Chenhall (2003) sont en fin de compte incomplètes. À vrai dire, les deux typologies font abstraction du marché comme mécanisme du contrôle, bien que ce dispositif ait été mentionné par plusieurs auteurs, notamment par Ouchi (1979), Jensen (1993) et Williamson (1998). On pourrait expliquer la raison de cette omission par le fait que le marché constitue un mécanisme externe (Charreaux 1992) : il se place en dehors des frontières de l'organisation. Dans le cas où on entreprendrait de représenter le marché dans les deux typologies, il apparaîtrait avec un troisième cercle supérieur dans la typologie de Flamholtz (1996). Il exprimerait de la sorte la globalité du système de contrôle, intégrant celui de l'organisation³. Dans la typologie de Chenhall (2003), on se risquerait de le placer au-devant du contrôle clanique, pour montrer de cette manière

¹ Suivant la nature de ce système qui ressemble au système idéologique, mais de moindre ampleur, il conviendrait de l'associer au métacontrôle.

² Chenhall (2003) parle dans son article de taxonomie, cependant il y a une nuance entre cette notion et celle de typologie : la première est de nature empirique, la deuxième est de nature conceptuelle (Borgès Da Silva 2013). Vu le travail qui a été fait par l'auteur, il nous a semblé qu'il était plus cohérent de le qualifier de typologie.

³ Bien qu'implicitement il est intégré dans l'environnement de l'entreprise d'après la figure 1.33.

qu'il est un mécanisme plus organique, dû à sa flexibilité, et dû à ses facteurs les moins formels (préférence personnelle, culture nationale, coûts de transaction).

Table 1.14. Les classes du contrôle

Mécanisme de contrôle	Bref description	Auteurs révélateurs du type	Classes	Intensité de la formalisations
Contrôle clanique	Contrôle par la culture et les normes.	Govindarajan & Fisher, Ouchi.	Contrôle plutôt Organiques	Faible
Contrôle sociale	Autocontrôle et le contrôle de groupe.	Merchant, Rockness & Shields,		
Contrôle personnel	Sélection, Socialisation, formation.	Merchant, Abernethy & Brownell,		
Mécanismes d'intégration sophistiquées	Groupes de travail, réunions.	Abernethy & Lillis		
Contrôles prospectif	Accent sur les plans, rapports peu fréquents et générales.	Macintosh		
Contrôle de gestion fournissant : Une informations large Une information intégrative ; Des agrégations flexibles ; Une information au moment opportun ;		Chenhall & Morris		
Budgets statiques/flexibles	flexibilité des budgets à des changements de volume.	Brownell & Merchant		
Budgets participatifs	Implication des subalternes dans l'établissement des budgets.	Shields & Shields		
Faible dépendance sur le contrôle comptable	l'utilisation de plusieurs contrôles orientés sur le profit, ou non comptabilisation.	Brownell, Hirst.		
Marge budgétaire (<i>Budget slack</i>)	Ressources excédentaires plus que nécessaires pour accomplir efficacement les tâches	Merchant, Dunk		
Comptabilité axée sur les concurrents	Évaluation du coût du concurrent, contrôle de position, coût stratégique.	Guiding		
Contrôles interactifs stratégiques	Évaluation de la performance pour la planification stratégique.	Simons		
Information sur le développement du produit	Niveau de détail, modèle d'usage de l'information sur la conception et le coût du produit...	Davila			Contrôle plutôt mécaniste	Haute
Style de budget limité par l'évaluation de la performance	Accent mis sur le budget des dépenses.	Hopwood		
Contrôle Budgétaire		Rockness & Shields		
Haute dépendance sur le contrôle comptable	La comptabilité pour l'évaluation de la performance.	Brownell, Hirst,		
Haute utilisation du Budget	Importance, implication, temps passés sur les budgets.	Bruns & Waterhouse, Merchant,		
Portée étroite	Financière, interne, historique.	Chenhall & Morris		
Budgétisation sophistiquée du capital		Haka, Larcker		
Contrôle sophistiquée	Calcul des coûts standards, méthode du coût différentiel, contrôle statistique de la qualité, contrôle des stocks.	Khandwalla		
Procédures opérationnelles, budgets et rapports statistiques		Macintosh & Daft		
Utilisation administrative des budgets	Importance des réunions du budget, formalité des communications, sophistication des systèmes.	Hopwood, Merchant,		
Contrôles interpersonnel	Haute centralisation, manque d'autonomie, pression du supérieur.	Bruns & Waterhouse		
Contrôle des rendements et des résultats		Macintosh, Merchant,		
Contrôle de comportement	Standardisation, règles, formalisation.	Merchant, Ouchi, Rockness & Shields		
Contrôle patriarcal	Contrôle personnel et informel centralisé par le haut.	Whitley.		
Contrôle de l'action ; Contrôles de processus	Mesures de la performance de fabrication, mesure directe du processus de production.	Merchant ; Chenhall.		
Contrôles de diagnostics	Utilisation du contrôle pour fournir la rétroaction sur les opérations.	Simons		

Source : Adaptée de Chenhall 2003, tab. 1.

Pour schématiser le rôle du marché comme mécanisme de contrôle sur l'organisation tout entière, il est possible de se référer sur les travaux des tenants de la théorie de l'agence¹. Mais pour bien l'intégrer à l'organisation on se référerait aux systèmes d'influence externe mentionnés par Mintzberg (1982). Le système d'influence externe s'incarne par des coalitions qui tentent d'influencer les processus de décision. Les coalitions externes sont formées par plusieurs acteurs : autorité politique ou administrative exerçant la tutelle sur un service public, un syndicat, etc. Leurs moyens de pression sont multiples, comme imposer des normes idéologiques. La force d'influence d'une coalition varie selon plusieurs considérations et par conséquent, elle prend plusieurs formes :

- ◆ Passive : si son influence est très faible, et ce, en raison du nombre d'acteurs trop élevé, ou par faiblesse de leur pouvoir, ou de leur implication ;
- ◆ Active unifiée : lorsque les tenants de l'influence s'associent et ne sont pas confrontés à des concurrents significatifs. Ils exercent ipso facto un pouvoir important sur l'organisation ;
- ◆ Active divisée : c'est le cas où un nombre d'acteurs externes tentent d'exercer un pouvoir sur l'organisation, mais de façons divergentes.

3.3. Le pilotage

Selon une revue critique réalisée par Langfield-Smith (1997) sur la relation entre le contrôle et la stratégie, il s'est révélé que le contrôle, dans la plupart des études, jouissait d'une plus grande considération au niveau opérationnel. Il pouvait s'achever par l'amélioration constante des objectifs et la diffusion aux employés du feed-back relatif à la qualité de la performance.

La description est analogue à celle du sous-système opérationnel de contrôle qui revient à Flamholtz (1996)², et correspond à la notion du pilotage au sens développé par Lorino (1995). Selon Maadani et Saïd (2009), l'évolution du sens de la notion du contrôle de la simple vérification vers la maîtrise des activités a conduit plusieurs auteurs à remplacer ce terme par celui du pilotage³.

Par ailleurs, Langfield-Smith (1997) démontre que le clivage qui existait entre le contrôle stratégique et le contrôle opérationnel (le pilotage) n'est qu'un mythe qui commence à disparaître avec les nouvelles pratiques du contrôle. Il fait référence au travail qui décrit le contrôle stratégique. Ce dernier s'attache au benchmarking et à la mesure de la performance non financière pour développer la performance à court terme à travers des indicateurs liés à la réalisation des objectifs stratégiques. La liaison entre la stratégie et le pilotage d'après la nouvelle tendance devient alors évidente. Elle s'instaure par une trame d'information non comptable sous la forme d'indicateurs de performance. Selon Bouquin (2001), articuler la stratégie sur l'action quotidienne (les opérations) est le principe par lequel le contrôle moderne de l'entreprise devrait atteindre une efficacité. Dans ce cadre, la question du pilotage devient un problème de déploiement d'un objectif global ou d'un projet collectif sur l'ensemble des parties de l'organisation (Lorino 2001).

La stratégie oriente le pilotage vers les axes de progrès décidés par l'organisation. En outre, Langfield-Smith (1997) adopte la définition selon laquelle la stratégie est un modèle de décision orienté vers le futur, qui prend place à travers les processus, dans une structure organisationnelle. La stratégie est donc, en interaction avec d'autres paramètres de l'organisation qui ont également une portée sur le long terme, et sont pour cette période de

¹ Voir supra section 3.1.2.1.1.B.

² Voir section 3.2.1.1.

³ Toutefois, cela est relatif à littérature française. Par contre, dans la littérature anglaise on a tendance à utiliser le terme *monitoring* qui se rapproche de la notion du pilotage, et le terme gestion de la performance (*performance management*) qui est plus large, mais qui ne sont pas tout à fait les mêmes au sens strict du terme. En ce qui nous concerne, les trois concepts seront employés relativement comme des synonymes à défaut d'avoir une traduction avec une équivalence parfaite.

nature irréversible. Le pilotage serait, ainsi, affecté par ces autres paramètres stratégiques tels que la structure organisationnelle et le système décisionnel.

Demeestère, Lorino, et Mottis (2013) conçoivent le pilotage comme une démarche managériale qui intègre les volets évoqués précédemment (cf. fig. 1.35).

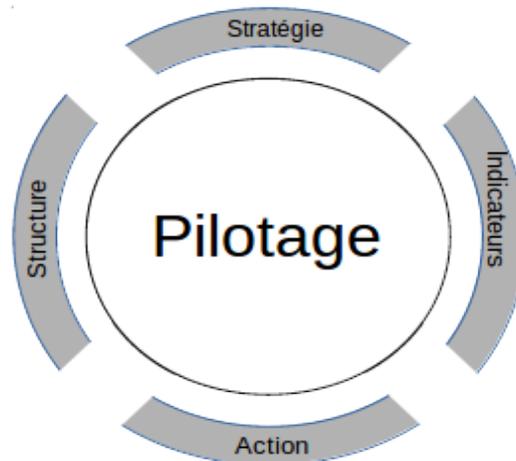


Figure 1.35. Le pilotage. Adaptée de Demeestère, Lorino, et Mottis 2013, 21.

Cette synthèse présente le pilotage en un système qui met en interaction (Demeestère, Lorino, et Mottis 2013) :

- ◆ La stratégie et l'action : selon une direction descendante par la déclinaison des objectifs stratégiques à travers la planification, et de façon ascendante par le feed-back diffusé par le système opérationnel (résultats des actions, retour d'expérience) ;
- ◆ La stratégie et la mesure de la performance : le système de mesure de la performance s'empaigne des choix stratégiques, car il est construit principalement sur la stratégie. À l'inverse, la stratégie pourrait être améliorée par la mesure de la performance, car cette dernière permet, entre autres d'apprécier les stratégies expérimentées ;
- ◆ L'action et la mesure de la performance : dans cette relation, l'action est supportée par le feed-back issu de la mesure de la performance. Cet appui est mis en place par un système d'indicateurs appropriés en relation avec le degré d'atteinte des objectifs stratégiques.

La structure, pour sa part, permet d'identifier les rôles et de construire l'agencement du pilotage. Ce dernier éprouve en fait les effets de la structure organisationnelle tels qu'ils ont été expliqués dans la section précédente. C'est sur leur base que sera définis et distribués les rôles du pilotage en prenant en considération :

- ◆ La répartition des activités de l'organisation (ou la division du travail) ;
- ◆ L'organisation et les niveaux hiérarchiques de la structure organisationnelle ;
- ◆ La coordination des activités.

À la lumière de ce qui a précédé, on pourrait définir le pilotage comme étant *un dispositif de contrôle implémentant l'association de la stratégie au système opérationnel par l'orientation de l'action sur les différents niveaux de la structure, en s'appuyant sur un système de mesure de la performance.*

Au passage, nous signalerons que cette description est étroitement proche à celle apportée par Flamholtz (1996) concernant le système de contrôle basique (cf. sect. 3.2.1.1). Pour cette raison, le développement qui suivra est complémentaire et sera limité sur le rôle de la stratégie et des indicateurs. Une attention particulière sera portée sur les types des indicateurs, car ils sont les éléments constitutifs du système de mesure de la performance, et en l'occurrence du tableau de bord.

3.3.1. Le cadre et l'architecture du pilotage

Le pilotage est un mécanisme dédié à mettre l'organisation dans le sens du progrès¹. Il est sous cet aspect canalisé par la stratégie qui précise les objectifs à l'intérieur de plusieurs vecteurs de développement. Dans une entreprise, les axes de développement sont de trois genres (cf. fig. 1.36). Ils impliquent des enjeux et des dilemmes difficiles à gérer sur le court terme. Ainsi, le pilotage devra en permanence rechercher et appliquer des compromis entre (Bouquin 2001) :

- 1) La compétitivité : à travers laquelle l'entreprise s'efforce d'accroître sa part de marché, en identifiant les facteurs clés de succès tout le long de ses processus, pour acquérir un avantage concurrentiel ;
- 2) La pérennité : cet axe est soutenu par la perpétuation de l'avantage concurrentiel. La préservation et le développement de l'avantage concurrentiel dépendent du maintien du capital intangible de l'organisation qui se reflète par :
 - i) les connaissances (le savoir),
 - ii) les compétences (savoir-faire),
 - iii) la capacité de créer de la valeur ;
- 3) La création de la valeur : ce volet pourrait être considéré comme une pierre angulaire permettant d'un côté de soutenir l'avantage concurrentiel, et de l'autre financer la pérennité. C'est un concept qui implique :
 - i) la capacité du produit et des services connexes (mix marketing) à attirer le client et à engendrer l'achat (valeur d'usage pour le client),
 - ii) le développement d'une rentabilité pour l'entreprise (rentabilité économique) qui intéresse principalement les salariés,
 - iii) la génération d'une profitabilité pour les actionnaires et pourvoyeurs de fonds (rentabilité financière).

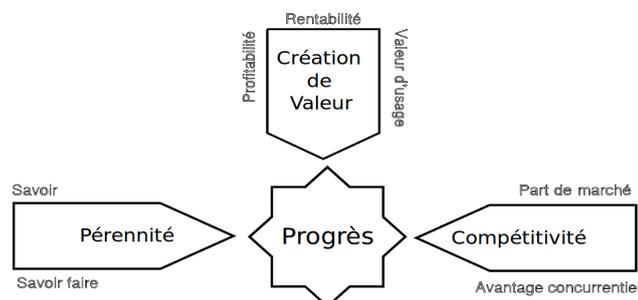


Figure 1.36. Le cadre du pilotage.

Selon les éléments qui ont précédé, on peut conclure que le pilotage tente aujourd'hui d'établir de façon perpétuelle un équilibre entre les objectifs stratégiques de compétitivité, de pérennité, et de création de la valeur. Le déploiement des objectifs stratégiques au niveau opérationnel reste un exercice difficile. Il fait appel aux capacités de la hiérarchie intermédiaire à adapter les orientations stratégiques à la réalité d'exécution. L'intégration des deux dimensions de la gestion est réalisable par un plan d'action, et par un ensemble d'indicateurs de performance (Demeestère, Lorino, et Mottis 2013).

Le déploiement de la stratégie au niveau opérationnel de l'organisation peut suivre deux schémas fortement influencés par la perspective retenue. Le premier schéma s'attache à la représentation financière de l'entreprise. La performance globale suit une logique comptable d'agrégation de la performance des centres de responsabilité. Le système budgétaire, représente ainsi, la déclinaison de la stratégie sur les centres de profit, centre de coût, et centre d'investissement. Le pilotage dans ce cas, emploie uniquement des indicateurs financiers, et

¹ Le progrès entendu ici est celui qui est imprégné par la perception et la vision partagée entre les parties prenantes. Si l'organisation développe une stratégie de survie, elle sera considérée comme un progrès sous une perception qui valorise la pérennité plus qu'autre chose.

se réduit au suivi et au contrôle budgétaire (Demeestère, Lorino, et Mottis 2013).

Le deuxième schéma, plus adapté à une structure favorisant l'approche par processus, met l'accent sur des indicateurs physiques. Il répond à une dialectique de diagnostic selon laquelle une relation de causalité est établie entre la performance et les leviers d'action. Lorino (2001) présente une démarche pour décliner la stratégie sur les processus en une suite d'étapes que nous avons réadaptée en six :

Étape 1. La formulation des objectifs : cela consiste à rassembler et à détailler les objectifs stratégiques de l'organisation à l'intérieur des axes de progrès de manière à ce qu'ils puissent être opérationnalisés, en d'autres termes, ils doivent être précis et quantifiables. Lorino (2001) stipule qu'ils doivent aussi être plus larges que les facteurs-clés de succès (ils englobent plusieurs facteurs), et moins ambigus que les finalités stratégiques (les axes de progrès). Cette étape se termine par le listage d'une gamme d'objectifs stratégiques déclinables ;

Étape 2. L'analyse des processus : elle signifie la description de la logique opérationnelle de l'organisation sous forme de cartographie. Cette étape servira à mettre en exergue la chaîne de valeur de l'organisation en une architecture de processus. La description dans ce cadre fait abstraction des frontières fonctionnelles et révèle les liaisons entre les activités à travers une logique transversale. Le schéma des processus obtenu dépend de la perspective qui a été retenue dans la description : certaines liaisons entre les activités sont favorisées au détriment d'autres envisageables ;

Étape 3. L'analyse des activités : elle désigne le raffinement de la description des processus au niveau de leurs contenus. Ceci a pour effet d'augmenter le niveau de détail dans la représentation du modèle de l'entreprise. L'intérêt de cette analyse est de déterminer les paramètres des activités en termes de productivité, de coût, de qualité et de délais. L'étude de ces paramètres permettra d'identifier les leviers d'action qui serviront à réaliser la stratégie ;

Étape 4. Le déploiement des objectifs stratégiques sur les processus : à ce stade de la démarche, l'examen des influences et des liens entre les processus et la stratégie sont établis. Cela consiste en d'autres termes, à répondre aux deux questions suivantes, qui sont appliquées pour chaque objectif stratégique listé dans l'étape 2 :

- 1) Le processus a-t-il une influence significative sur l'objectif stratégique en question ?
- 2) Quelle est la forme et la manière de cette influence ?

Le résultat obtenu de cette étape permet d'identifier les enjeux des processus sur la stratégie en mesurant leurs performances. Cette étape pourrait être également utile à la révision de la stratégie, puisqu'elle est confrontée à la réalité opérationnelle ;

Étape 5. L'identification des leviers d'action stratégiques : cela consiste à faire une analyse de causalité, entre les objectifs stratégiques et les facteurs les induisant, sur chaque processus. Un travail de diagnostic conduit par la question « pourquoi ? » et appliqué de façon répétitive permet selon un enchaînement de dégager les causes de la performance des processus¹ (cf. fig. 1.37).

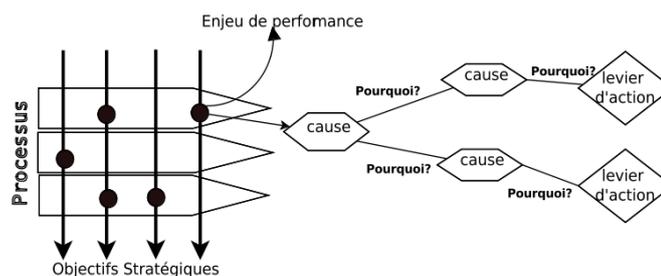


Figure 1.37. Les leviers d'action. Par Lorino 2001, 125.

¹ Il est possible d'utiliser la méthode du diagramme d'Ishikawa pour réaliser cette étape.

Ces causes seront considérées comme des leviers d'actions stratégiques. Il est possible d'agir sur ces leviers par la suite, pour atteindre les objectifs stratégiques. Dans le cadre du pilotage, il est nécessaire de faire une sélection des leviers d'actions parmi ceux qui sont potentiels ; le choix se portera selon la priorité, la pertinence, la maîtrise, et autres critères éventuels ;

Étape 6. L'élaboration des plans d'action : il s'agit d'établir des programmes contenant des leviers d'actions et des indicateurs de performance. Chaque plan élaboré, dans lequel les objectifs et les enjeux sont cités, devrait être assorti d'un budget et d'un calendrier de réalisation. Dans le cas où la démarche aboutirait à un nombre important de plans, il est possible de faire un choix sur la base de certains critères comme la complexité, les ressources nécessaires et la durée d'exécution.

Par ailleurs, l'agencement du pilotage dépend de la structure adoptée par l'organisation. La définition de la portée du pilotage à travers les activités de l'organisation est un point de départ pour concevoir l'architecture du pilotage ; il doit répondre à la question : qui pilote quoi ? (Demeestère, Lorino, et Mottis 2013). Le contour de cette architecture peut être un groupe, des unités organisationnelles, les processus, les centres de responsabilité ou un réseau d'entreprise. La perspective retenue — verticale ou transversale — influencera la forme du pilotage.

Selon une vue hiérarchique de l'entreprise, les activités peuvent être regroupées par fonction ou par marché (Mintzberg 1982). Une structure par marché implique l'existence de pilotages distincts en fonction des centres de responsabilités focalisés sur le produit, le canal de distribution, le type du client, ou autre critère. La distinction dépend (Demeestère, Lorino, et Mottis 2013) :

- ◆ Des outils de pilotage mobilisés (Plan, Budget, etc.) ;
- ◆ Des acteurs concernés par le pilotage ;
- ◆ De la portée temporelle et à la dynamique du pilotage ;
- ◆ De l'organisation du système de mesure de la performance ;
- ◆ Du degré de centralisation/décentralisation qui conditionne la réactivité du centre de responsabilité.

Si les activités présentent de fortes interdépendances et répondent mieux à la logique des flux et à la suite des opérations, il conviendrait d'établir une structure par processus (Mintzberg 1982) et un pilotage transversal (Demeestère, Lorino, et Mottis 2013). Dans ce cadre, le pilotage par processus doit prendre en compte :

- ◆ Le découpage de l'organisation en processus (la cartographie des processus [cf. chapitre 2]) ;
- ◆ Les types de processus et leurs interrelations ;
- ◆ Les niveaux hiérarchiques qui s'appliquent aux processus ;
- ◆ Les responsables des processus qui auront la charge de jouer le rôle du pilote.

3.3.2. Les indicateurs de conduite

Le pilotage fait largement appel au concept d'indicateur, car la mesure d'un processus, d'une activité ou d'une fonction permet à la fois d'avoir une image sur la situation et une idée plus précise du comportement de l'élément étudié à travers le temps. Plus précisément, la mesure permet de déterminer quels sont les risques de dysfonctionnement, les éventuelles failles, les difficultés de maintenance, la viabilité sur le long terme, et les freins à l'évolution.

Cependant, le problème majeur dans ce domaine réside dans le choix, parmi d'innombrables possibles, des indicateurs les plus pertinents. La raison de cette difficulté provient du fait que l'indicateur n'est pas une mesure objective du phénomène étudié. L'indicateur est une construction de l'acteur en regard de son activité et des objectifs qu'il poursuit (Lorino 2001). Par conséquent, l'indicateur peut conduire à des interprétations multiples en particulier

lorsqu'il n'est pas contextualisé (Voyer 1999). Le choix des indicateurs les plus pertinents est donc une question délicate mise en difficulté par une mauvaise compréhension du concept et de ses formes. L'indicateur garde un certain sens équivoque qui freine sa bonne utilisation. Il est tout d'abord une information caractéristique à la mesure d'un phénomène ou à l'observation du fonctionnement d'un système (Voyer 1999). Il renvoie à la mesure de la situation de ce système. Popova et Sharpanskykh (2011, 338) le définissent comme étant « une mesure quantitative ou qualitative qui peut être utilisée pour donner une vue sur l'état, ou sur le progrès, de la compagnie, d'une unité dans la compagnie ou d'un individu ». Il est destiné à être utilisé pour la prise de décision et pour l'atteinte d'une situation ambitionnée, comme Lorino (2001, 148) le sous-entend en le définit comme « une information devant aider un acteur, individuel ou plus généralement collectif, à conduire le cours d'une action vers l'atteinte d'un objectif ou lui devant permettre d'en évaluer le résultat ».

L'indicateur est donc fortement lié à l'objectif de l'entreprise, il informe sur l'état actuel du système alors que l'objectif indique la vision adoptée par les managers (Viara Popova et Sharpanskykh 2011). Dans ce dernier cas, l'indicateur est considéré comme un critère qui permet de mesurer la performance du système (Aramyan et al. 2007).

Par ailleurs, l'indicateur a d'autres effets, il est selon Le Goff et Bensebaa (2009) un moyen qui préserve l'engagement des acteurs, en les responsabilisant et en leur mettant des dispositifs de contrôle, car l'indicateur est une variable qui permet de mesurer la contribution d'une activité à la réalisation d'un objectif, ou d'un standard.

Lorino (2001) présente certaines caractéristiques pour les indicateurs, parmi lesquelles nous retiendrons les plus importantes :

- ◆ La finalité : l'objectif poursuit une intention qui justifie son existence ;
- ◆ Une définition technique : représentée par une formule mathématique ou un procédé de calcul ;
- ◆ Une référence : qui peut être une cible ou un jalon permettant de faire une comparaison dans le cadre d'un benchmarking, ou une appréciation immédiate ;
- ◆ Un mode de suivi : qui désigne la manière avec laquelle on donne du sens à l'indicateur, comme le calcul d'un écart, ou la restitution de ses évolutions et fluctuations à travers son historique, afin de réaliser une comparaison périodique ou constante ;
- ◆ Des sources de données : qui constituent l'origine des informations brutes permettant de calculer l'indicateur ;
- ◆ Un champ temporel : il désigne la période où l'indicateur préserve son sens, ce qui nécessite la définition d'une périodicité de mises à jour ;
- ◆ Une agrégation : dans le cas éventuel, un indicateur pourrait être une synthèse, un composite de plusieurs autres éclatés selon un axe précis de décomposition (par exemple, par centre de responsabilité) ;
- ◆ Un mode de représentation : qui désigne l'apparence sous laquelle les indicateurs sont communiqués. Cette forme peut prendre l'aspect d'un tableau, de graphiques, ou de simples chiffres.

3.3.3. Typologie des indicateurs

À travers une revue de littérature, nous avons essayé de déceler les différentes distinctions faites sur les indicateurs. Nous avons par cela rapporté plusieurs sortes de classifications et constaté qu'aucune d'entre elles ne s'imposait dans le domaine. En clair, chaque auteur propose une typologie fortement influencée par la discipline à laquelle il appartient. Selon Voyer (1999), il n'existe pas vraiment de typologie, car la définition des indicateurs varie en fonction des préoccupations des acteurs et la disponibilité des données pour la mesure. N'empêche que la revue de littérature nous a permis de révéler l'existence d'une certaine

convergence dans le regroupement des indicateurs. En cela, il nous a paru possible de distinguer les indicateurs selon l'horizon temporel (portée des objectifs reliés et besoins des niveaux hiérarchiques), les axes de la mesure (dimensions de la performance), selon le degré de quantification, et selon l'objet de la mesure (focalisation de la mesure).

Pour éviter les redondances, nous renvoyons le lecteur à la section 4.1.3.1.3 qui présente les trois horizons temporels de gestion (opérationnel, tactique, stratégique) pour hiérarchiser les indicateurs de performance selon les besoins de chaque niveau organisationnel.

La typologie des indicateurs par axes de la mesure revient à discerner les perspectives avec lesquelles la performance d'une organisation est contemplée. Traditionnellement, les indicateurs ont été de nature strictement financière et ne renseignaient pas sur tous les aspects de l'organisation. Par conséquent, plusieurs dimensions de la performance ont été prises en considération plus tard. Les indicateurs ont été différenciés suite à cela en matière de qualité, de temps, de fiabilité, de flexibilité, de réactivité, d'apprentissage & innovation, etc. Les axes de mesure ont été détaillés et justifiés de façon théorique dans la section 4.1.1.1 et 4.1.1.2, et identifiés de façon empirique pour le SCM dans la section 4.1.3.1.1.

La distinction des indicateurs selon leur degré de quantification est la classification la plus simple ou la plus évidente parmi celles qu'on a citées dans la littérature, car elle est basée sur la nature même des informations manipulées. Elle ne pose pas de problèmes de définition, mais plutôt des difficultés méthodologiques et empiriques : procédés de mesure (cf. sect. 4.3). Selon ce critère, les indicateurs sont distingués en deux natures (Beamon 1998 ; Voyer 1999 ; Popova et Sharpanskykh 2010) :

- 1) Quantitative (ou *hard*) : d'après laquelle les indicateurs traitent des données de nature chiffrée et utilisent des unités de mesure monétaires ou physiques telles que (le prix, le montant, le volume, le poids, la dimension, etc.), ou des données issues d'opérations de transformation mathématiques telles que l'agrégation, le calcul de ratio, ou l'utilisation de fonctions complexes ;
- 2) Qualitative (ou *soft*) : ce type d'indicateur est considéré comme plus adapté pour des données qui se présentent sous une forme intangible, non quantifiable, ou pour le moins, lorsque leur quantification est difficile, ou coûteuse. Il s'accommode particulièrement avec les informations obtenues par les enquêtes, et avec celles qui sont basées sur le jugement et la perception. Ainsi, la plus grande difficulté rencontrée avec les indicateurs qualitatifs se rapporte au choix de la bonne échelle de mesure, en particulier lorsqu'il s'agit de donner une représentation chiffrée des opinions, sentiments, utilité ou autres aspects mentaux. La psychométrie est le domaine privilégié pour élaborer ce type d'indicateur.

Les classifications selon l'objet de la mesure présentent des disparités rendant difficile l'extraction de catégories universelles. D'après Bouchard et Besse (2009) les catégories varient selon le domaine d'application des indicateurs dont la définition même est influencée par la sémantique donnée aux termes de base qui les constituent, et qui paraissent dissemblables. Ce faisant, nous avons consacré un développement particulier pour tenter d'extraire une typologie générale sous l'angle de la focalisation de la mesure.

3.3.3.1. Revue de littérature sur la variété des objets de la mesure

Si nombreuses soient-elles les propositions offertes dans la littérature pour différencier les indicateurs, celles-ci restent influencées par le contexte empirique dans lequel les mesures sont appliquées. Ainsi, selon Vallin (2010) les indicateurs dans le domaine de la logistique sont de trois types :

- 1) Les indicateurs d'activité ;
- 2) Les indicateurs de productivité ;
- 3) Les indicateurs de résultats, qui se portent sur le coût ou sur la qualité de service.

Par contre, selon Le Goff et Bensebaa (2009) les indicateurs sont de cinq types :

- 1) Les indicateurs de coût : qui correspondent à la contrepartie financière due à la consommation des ressources ;
- 2) Les indicateurs de résultats : qui permettent de mesurer quantitativement ou qualitativement une production ;
- 3) Les indicateurs d'activité : qui nous renseignent sur l'état du déroulement du processus ;
- 4) Les indicateurs de performance : ce sont les indicateurs qui mesurent l'efficacité et l'efficience des activités dans la stratégie menée ;
- 5) Les indicateurs stratégiques : elles indiquent le niveau de réalisation de la stratégie.

Plauchu (2005) suggère pour améliorer la performance industrielle quatre catégories d'indicateurs :

- 1) Les indicateurs de performance : ces indicateurs sont reliés à des objectifs et permettent de décrire à quel point ces derniers ont été atteints, et ce, en calculant un pourcentage mesurant le niveau de leur réalisation ;
- 2) Les indicateurs de pilotage : ils sont portés sur les variables d'action, et mesurent le niveau de mise en œuvre des activités, afin de prendre les dispositions correctrices en cas de dérives ;
- 3) Les indicateurs d'éclairage : ceux-là sont destinés à apprécier le milieu externe dans lequel l'organisation exerce ses activités, afin de prendre les dispositions d'adaptation nécessaire pour faire face aux changements qui apparaissent ;
- 4) Les indicateurs d'alerte : ils sont destinés à fournir un signalement précoce sur les anomalies éventuelles. Ainsi, ils permettent de manifester la nécessité de prendre des mesures de préventions.

Dans le domaine de l'informatique décisionnelle, Mollard (2006) évoque sept catégories :

- 1) Les indicateurs d'environnement : ce sont des mesures portées sur les facteurs d'influence appartenant au milieu externe à l'organisation, tels que les préférences des clients et les conditions socio-économiques ;
- 2) Les indicateurs de moyen : ils évaluent le niveau de disponibilité et le degré d'usage des ressources humaines, financières et matérielles, pour l'accomplissement des activités ;
- 3) Les indicateurs d'activité : ceux-là font état des aboutissements intermittents, c'est-à-dire avant l'apparition des résultats finaux des activités ;
- 4) Les indicateurs de résultats : ils sont destinés à évaluer les effets et impacts issus de l'achèvement des activités ;
- 5) Les indicateurs de qualité : ils évaluent le degré de correspondance des résultats intermédiaires des activités aux exigences de mise œuvre, ou le degré de correspondances des résultats finaux de l'activité aux exigences du client ;
- 6) Les indicateurs d'efficience : ils mesurent le degré de consommation des ressources par rapport aux résultats apportés par l'activité ;
- 7) Les indicateurs d'efficacité : ils mesurent le niveau d'atteinte des objectifs.

Dans le domaine de l'administration publique, Bouchard et Besse (2009) ont développé une typologie des indicateurs pour le compte du gouvernement du Québec. Inspirés par la gestion axée sur les résultats et la perception transversale du fonctionnement des activités administratives, ils présentent la classification suivante :

- 1) Les indicateurs d'intrants : ce sont des mesures destinées à évaluer le niveau des ressources employées pour juger l'efficience des activités. Ils se divisent par les sous-catégories suivantes :
 - i) Indicateurs de ressources humaines : ils mesurent le volume des personnes utilisées dans le fonctionnement des activités et l'obtention des résultats (produit, services,

- effet, impact). Cette mesure peut être réalisée en termes de quantité (nombre de personnes), ou en termes de temps (heures ou équivalent temps plein) ;
- ii) Indicateurs des ressources financières : ils mesurent le niveau de dépenses consacrées au fonctionnement des activités et à l'obtention des résultats ;
 - iii) Indicateurs de ressources matérielles : ils mesurent les actifs tangibles (immobilisation, équipements, outillages, matières) dont l'organisation dispose et utilise pour obtenir des résultats ;
 - iv) Indicateurs de ressources informationnelles : ils mesurent le niveau des ressources intangibles (le savoir-faire, les connaissances, les informations stratégiques) et le niveau des infrastructures informationnelles (technologie de l'information) que l'organisation dispose pour conduire ses activités et sa mission ;
 - v) Indicateurs de qualité des intrants : ceux-là mesurent le niveau d'adéquation des caractéristiques des ressources citées auparavant, afin d'atteindre les objectifs de qualité ;
- 2) Les indicateurs d'activité : ils servent à établir une appréciation sur l'état de progression d'une activité, et mesurent ainsi le degré de transformation des ressources en résultats. Ces indicateurs sont confrontés à des objectifs de temps. Les indicateurs d'activité servent également à apprécier l'efficacité ou la productivité des activités. Ils permettent en ce sens d'évaluer le niveau d'utilisation des ressources par rapport aux résultats obtenus par les activités. Les sous-catégories des indicateurs d'activité sont :
- i) Indicateurs de mise en œuvre : ces indicateurs permettent de connaître les résultats intermédiaires issus de plusieurs stades d'avancement d'une activité, et avant son achèvement ;
 - ii) Indicateurs de temps : ceux-là permettent de juger la rapidité et la durée du déroulement des activités ;
 - iii) Indicateurs de qualité des activités : ces indicateurs s'inscrivent dans le cadre du contrôle de la qualité des processus qui fait partie du domaine de la gestion de la qualité totale (TQM). Les indicateurs permettent de déterminer la non-conformité ou la conformité des résultats intermédiaires par rapport aux normes adoptées ou imposées à l'organisation ;
- 3) Les indicateurs de résultats : ces indicateurs sont dédiés à l'évaluation des extrants de l'activité. Ils permettent essentiellement de mesurer le niveau d'efficacité, c'est-à-dire le niveau d'atteinte des objectifs. Ces indicateurs peuvent être distingués en deux sous-catégories :
- i) Les indicateurs d'extrants : ce sont des indicateurs qui mesurent les résultats directs et intermédiaires des activités. Ils se subdivisent en :
 - a) Indicateurs de quantité : pour mesurer le volume des extrants ;
 - b) Indicateurs de couverture : pour mesurer le niveau de propagation (spatiale ou sur une population) des résultats de l'activité. La part de marché et le taux d'accessibilité aux services sont des exemples d'application de cette sous-catégorie d'indicateurs ;
 - c) Indicateurs de qualité des extrants : ils mesurent le niveau de conformité des caractéristiques des extrants par rapport aux normes de qualité, ou bien le nombre d'extrants conformes aux standards de quantité ;
 - ii) Les indicateurs d'effets-impact : ces indicateurs mesurent les répercussions sur les bénéficiaires ou consommateurs des extrants. Les répercussions sont parfois distinguables en matière d'effets (sous-entendus par les conséquences à court terme), et en termes d'impacts (les retombés à long terme). Pour cette sous-catégorie, il existe également plusieurs types :
 - a) Indicateurs économiques : ces indicateurs mesurent les répercussions économiques des activités ;
 - b) Indicateurs environnementaux : ceux-là mesurent les conséquences des

- activités sur l'écologie et la qualité de vie des personnes ;
- c) Indicateurs sociaux : pour ces indicateurs, les mesures sont réalisées sur les personnes et sont d'ordre culturel ;
- d) Indicateurs de bénéfices financiers : ces mesures calculent les gains ou profits financiers des activités menées ;
- e) Indicateurs de perception : ils tentent de capturer les opinions des bénéficiaires sur les initiateurs des activités ;
- f) Indicateurs de qualité perçue par le citoyen : ces indicateurs mesurent les jugements des bénéficiaires sur les résultats des activités ;
- 4) Les indicateurs de contexte : ces indicateurs sont construits pour mesurer l'état de l'environnement externe, et ainsi détecter les signes positifs ou négatifs (menaces) susceptibles d'influencer les activités de l'organisation. Les sous-catégories de ces indicateurs sont :
 - a) Les indicateurs économiques : qui fournissent des statistiques économiques ;
 - b) Les indicateurs environnementaux : qui permettent d'évaluer la durabilité des ressources ;
 - c) Les indicateurs sociaux : qui permettent de mesurer les effets démographiques.

Une autre proposition de classification antérieure et qui se rapproche étroitement à cette dernière provient de Mosse et Sontheimer (1996). Un tapuscrit élaboré par ces auteurs et publié pour le compte de la banque mondiale révèle les catégories suivantes :

- 1) Les indicateurs de résultats : censés mesurer les aboutissements des projets pour être comparés aux objectifs ;
- 2) Les indicateurs d'intrants : dévolus pour quantifier le niveau des ressources utilisées dans les projets ou activités (fonds, ressources humaines, ressources matérielles, formation). Ces indicateurs peuvent parfois mesurer la qualité de ces ressources ;
- 3) Les indicateurs d'extrants : qui mesurent la quantité ou la qualité des résultats (biens ou services) issus des projets ou activités ;
- 4) Les indicateurs d'effets et d'impacts : ils mesurent les répercussions quantitatives ou qualitatives des résultats réalisés par le projet ou les activités ;
- 5) Les indicateurs de pertinence : ces indicateurs ont une portée plus large que les indicateurs précédents. Ils mesurent les enjeux occasionnés par le projet ou les activités ;
- 6) Les indicateurs de risques : ceux-là quantifient l'éventuelle occurrence des événements qui affectent le résultat des projets ou des activités ;
- 7) Les indicateurs d'efficacité : ils mesurent la capacité d'un projet à atteindre ses objectifs ;
- 8) Les indicateurs d'efficience : ces indicateurs mesurent la quantité d'intrants nécessaires pour obtenir une unité d'extrant ;
- 9) Les indicateurs d'effectivité : ils estiment la quantité d'intrants ou d'extrants ayant abouti à fournir une unité d'effet ou d'impact ;
- 10) Les indicateurs de durabilité : pour ces derniers, la mesure consiste à évaluer le maintien et la continuité dans le temps des effets bénéfiques du projet ou des activités.

Pareillement, Cave (1997) propose dans le secteur public, particulièrement dans l'enseignement supérieur, trois types d'indicateurs (Barnetson et Cutright 2000) :

- 1) Les indicateurs simples : utilisés uniquement pour une description dépourvue de jugement ;
- 2) Les indicateurs généraux : qui permettent d'attribuer une appréciation globale indépendante d'un objectif précis ;
- 3) Les indicateurs de performance : liés à une référence (objectif, standard, norme) avec laquelle la mesure est comparée.

En théorisant le pilotage de la performance autour de l'action pour tout type d'organisation, Lorino (2001) suggère une distinction entre :

- 1) Les indicateurs de résultats : qui mesurent le niveau d'atteinte des objectifs liés à une action qui est dans un état achevé. Ces indicateurs sont donc utilisés a posteriori pour évaluer la performance ;
- 2) Les indicateurs de processus ou de suivi : ceux-là en revanche mesurent l'évolution en cours des activités avant leur complétude, et ce, afin d'interagir avec la situation intermédiaire avant l'apparition des résultats finaux.

Selon Parmenter (2010), les types d'indicateurs sont influencés par l'horizon sur lequel ils sont portés. Il propose en ce sens les catégories suivantes :

- 1) Les indicateurs-clés de résultat : ils indiquent l'accomplissement de l'organisation dans le passé en fonction des objectifs fixés à l'avance, ou en fonction des facteurs-clés de succès prédéterminés ;
- 2) Les indicateurs de résultat : ils indiquent l'accomplissement de l'organisation dans le présent ;
- 3) Les indicateurs de performance : ils indiquent ce qui convient d'accomplir pour améliorer la situation actuelle ;
- 4) Les indicateurs-clés de performance : ils indiquent ce qu'il est impératif de faire pour améliorer la performance future.

Par ailleurs, Livieri et Bochicchio (2014) considèrent qu'il y a deux types d'indicateurs de performances : les indicateurs clés de performance, le plus souvent désignés par les KPI (*Key Performance Indicators*), et les indicateurs de performance des processus ou PPI (*Performance Process Indicators*).

Les KPI sont des mesures directement liées aux facteurs clés de succès dérivés de la formulation de la stratégie. Pour Gunasekaran, Patel, et McGaughey (2004) ce sont des métriques qui sont d'une part liées aux objectifs, et d'autre part déployées sur les trois niveaux de prise de décision : niveau stratégique, tactique et opérationnel.

La propagation de l'approche par processus dans le domaine des entreprises et l'apparition du paradigme de gestion des processus métiers (BPM) ont sans doute contribué à la démarcation des PPI à ceux des KPI. Les PPI ont pourtant le même sens que les KPI, avec une légère différence qui est due au fait qu'ils sont orientés sur les processus plutôt que sur les fonctions. D'ailleurs, les indicateurs de processus sont désignés par le terme « métrique ». Une métrique est un système cohérent de mesures que l'on met en place pour contrôler un processus. Les métriques sont le plus souvent construites autour de l'analyse de la chaîne logistique, de façon à prendre en compte tous les aspects transverses d'une organisation.

Cependant, même pour les PPI certains auteurs ont tenté d'établir des classes. Pour Fleischmann et al. (2012) deux types d'indicateurs de processus métiers cohabitent dans une organisation (cf. fig. 1.38, p. suiv.) :

- 1) Les indicateurs de contrôle des processus : qui permettent de mesurer la performance des processus métiers aussi bien sur le plan économique que sur le plan technique. L'aspect économique selon ces auteurs couvre le coût, les délais, la fréquence et la qualité de service ;
- 2) Les indicateurs de structure du processus : ces indicateurs sont plus aux moins statiques et reflètent le potentiel du personnel et du soutien technique à gérer les instances¹ du processus. Un indicateur de structure permet donc d'analyser, pour prendre en charge les instances, les ressources humaines, les ressources matérielles, et l'organisation des processus.

¹ Dans le sens de cas, ou d'exemple (cf. chap. 2 pour une définition plu précise avec les langages de modélisation des processus métiers).

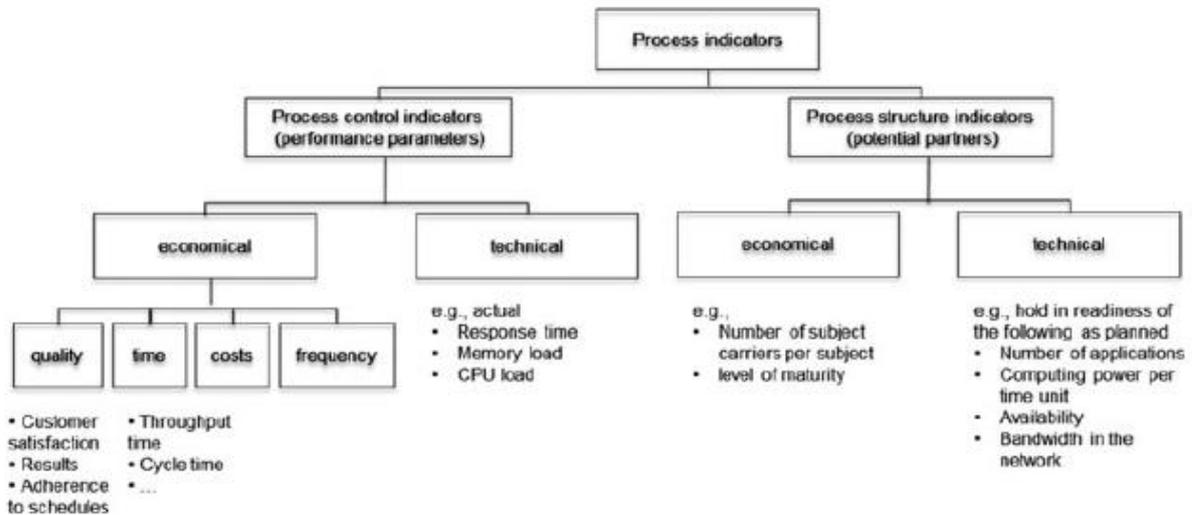


Figure 1.38. Les types d'indicateurs pour les processus métiers. Par Fleischmann et al. 2012, 213.

Une autre classification des PPI est basée sur le modèle ontologique de del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés (2010). Selon les travaux de ces auteurs, deux classes de PPI sont discernables :

- 1) Les indicateurs de l'instance : ces indicateurs ne concernent qu'un seul cas traité dans le processus. Ils permettent de constater directement les valeurs fournies par les propriétés du cas ou des éléments constituant le processus (activité, événement, sujet). Les valeurs récoltées ne renferment aucun traitement préalable d'agrégation ou de calcul quelconque. Les indicateurs de l'instance sont donc des métriques portées sur la constatation des attributs des constituants du processus qui évoluent. Pour cette raison, les auteurs distinguent les :
 - ▶ métriques du temps : qui mesurent la durée du changement de l'instance ou des éléments du processus,
 - ▶ métriques du nombre : qui calculent le nombre de changements d'état de l'instance ou des éléments du processus,
 - ▶ métriques conditionnelles : qui prennent des valeurs booléennes suite à une comparaison ou à une vérification d'une propriété, d'un élément, ou d'une instance par rapport à une condition,
 - ▶ métriques de données : qui prélèvent directement les valeurs présentées par les propriétés des instances, ou des éléments du processus ;
- 2) Les indicateurs de processus : contrairement au premier type, les mesures sont obtenues une fois qu'une agrégation des valeurs saisies par les propriétés de plusieurs instances a été réalisée. Les agrégations appliquées peuvent être : la somme, la moyenne, le maximum, le minimum et le nombre total. La mesure selon les indicateurs de processus implique la définition d'une période de collecte des données et la sélection, selon une fréquence, d'un échantillon d'instances¹.

Malgré de nombreuses recherches, il n'existe pas de référence bien établie pour définir les PPI. Les études qui ont essayé de définir les PPI demeurent incomplètes, et d'après del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés (2010) elles présentent des carences sur les considérations suivantes :

- ◆ Elles sont incapables de proposer des PPI assez généraux ;
- ◆ Elles n'explicitent pas les liens entre les PPI et les processus métiers ;
- ◆ Elles n'introduisent pas la notion du temps dans l'analyse.

¹À défaut de pouvoir exploiter les données de toutes les instances de la période pour des raisons techniques (collecte non automatique) ou économiques (coût élevé).

3.3.3.2. Synthèse en une nomenclature des indicateurs

Après avoir exposé toutes les classifications qui ont été à notre portée, nous exposerons une analyse qui met en avant les catégories les plus persistantes suivant leur objet.

D'après la table 1.15 qui récapitule sommairement les classifications des indicateurs, il semble apparaître que les catégories les plus acceptées par la majorité des disciplines, et de conserve par la plupart des auteurs, sont les indicateurs de résultats et les indicateurs d'activité. Cependant, ce tableau ne tient pas compte des similitudes de définition. Le retraitement de ce tableau selon l'idée de faire une abstraction des différences de nom, et non pas du sens, nous a permis de capturer une certaine concordance entre les auteurs.

Table 1.15. Catégories des indicateurs provenant de différentes nomenclatures

Catégorie d'indicateurs	Contexte	Référence
Indicateurs d'activité	Administration publique	(Bouchard et Besse 2009)
	Informatique décisionnelle	(Mollard 2006)
	Logistique	(Le Goff et Bensebaa 2009) (Vallin 2010)
Indicateurs d'alerte	Industrie	(Plauchu 2005)
Indicateurs d'éclairage	Industrie	(Plauchu 2005)
Indicateurs d'effectivité	Banque	(Mosse et Sontheimer 1996)
Indicateurs d'effets et impacts	Banque	(Mosse et Sontheimer 1996)
Indicateurs d'efficacité	Banque	(Mosse et Sontheimer 1996)
	Informatique décisionnelle	(Mollard 2006)
Indicateurs d'efficience	Banque	(Mosse et Sontheimer 1996)
	Informatique décisionnelle	(Mollard 2006)
Indicateurs d'environnement	Informatique décisionnelle	(Mollard 2006)
Indicateurs d'extrants	Banque	(Mosse et Sontheimer 1996)
Indicateurs d'intrants	Administration publique	(Bouchard et Besse 2009)
	Banque	(Mosse et Sontheimer 1996)
Indicateurs de contexte	Administration publique	(Bouchard et Besse 2009)
Indicateurs de coût	Logistique	(Le Goff et Bensebaa 2009)
Indicateurs de durabilité	Banque	(Mosse et Sontheimer 1996)
Indicateurs de performance	Enseignement supérieur	(Cave 1997)
	Général	(Parmenter 2010)
	Industrie	(Plauchu 2005)
	Logistique	(Le Goff et Bensebaa 2009)
Indicateurs de performance des processus	Logistique	(del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés 2010)
	Gestion des processus métiers	(Fleischmann et al. 2012) (Livieri et Bochicchio 2014)
Indicateurs de pilotage	Industrie	(Plauchu 2005)
Indicateurs de processus	Général	(Lorino 2001)
	Logistique	(del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés 2010)
Indicateurs de productivité	Logistique	(Vallin 2010)
Indicateurs de qualité	Informatique décisionnelle	(Mollard 2006)
Indicateurs de résultat	Administration publique	(Bouchard et Besse 2009)
	Banque	(Mosse et Sontheimer 1996)
	Général	(Lorino 2001) (Parmenter 2010)
	Informatique décisionnelle	(Mollard 2006)
Indicateurs de risque	Logistique	(Le Goff et Bensebaa 2009) (Vallin 2010)
	Banque	(Mosse et Sontheimer 1996)
	Enseignement supérieur	(Cave 1997)
	Enseignement supérieur	(Cave 1997)
Indicateurs généraux	Enseignement supérieur	(Cave 1997)
Indicateurs simples	Enseignement supérieur	(Cave 1997)
Indicateurs stratégiques	Logistique	(Le Goff et Bensebaa 2009)
Indicateurs-clés de performance	Général	(Parmenter 2010)
	Logistique	(Livieri et Bochicchio 2014)
Indicateurs-clés de résultat	Général	(Parmenter 2010)

Source : Adapté de Laradji 2019 tab. 1.

Tout d'abord, il est convenu par les chercheurs et praticiens que derrière la mesure de la performance une quête est menée vers la création de la valeur qui répond aux attentes des parties prenantes d'une organisation (A. D. Neely, Adams, et Kennerley 2002). En ce sens, il

n'y aurait de performance que si l'organisation poursuit l'objectif d'atteindre leur satisfaction ; d'où émanent les indicateurs stratégiques, comme ils ont été nommés par Le Goff et Bensebaa (2009), ou les indicateurs de performance sous l'appellation de certains auteurs (Parmenter 2010 ; Le Goff et Bensebaa 2009 ; Plauchu 2005 ; Cave 1997). Ainsi la notion de performance est étroitement liée à la notion d'objectif, et les indicateurs de performance mesurent l'atteinte des objectifs, ce qui correspond à la définition des indicateurs de résultats — sans qu'il n'y ait une grande distinction de définition entre les auteurs (Vallin 2010; Parmenter 2010; Bouchard et Besse 2009; Le Goff et Bensebaa 2009; Mollard 2006; Lorino 2001; Mosse et Sontheimer 1996).

Concernant les indicateurs d'efficacité, les indicateurs de productivité, les indicateurs d'efficacité et les indicateurs d'effectivité, ceux-là sont bien connus pour être des indicateurs destinés à mesurer les résultats par rapport aux objectifs. Ils présentent en réalité que l'aspect économique ou technique des résultats. On peut les considérer par conséquent comme des indicateurs de résultats. Les indicateurs d'effet, d'impact, ainsi que les indicateurs d'extrants (Mosse et Sontheimer 1996) sont de leur part considérés par Bouchard et Besse (2009) comme des sous-catégories des indicateurs de résultat. Les indicateurs de durabilité, quant à eux, évoquent, selon la définition apportée par Mosse et Sontheimer (1996), le maintien de l'efficacité des résultats à travers le temps. Cette définition s'apparente à la notion d'effet avec l'allure de continuité à travers le temps. Par conséquent, cela nous amène à considérer cet indicateur comme une variante des indicateurs d'effet et d'impact, tout en admettant qu'il fasse partie des indicateurs de résultat. Enfin, les indicateurs de qualité (Mollard 2006) n'évaluent qu'un aspect des intrants, extrants ou le fonctionnement des processus. C'est pour cette raison que Bouchard et Besse (2009) les avaient considérés comme des sous-catégories de ceux-là.

À ce stade de l'analyse, on pourrait considérer que nous sommes devant un premier groupe (classe) de mesures dérivant des indicateurs de performance. Ils sont notés dans la table 1.16 (cf. p. suiv.) par G1. Le deuxième groupe (G2) se dévoile par une constatation faite sur l'utilisation du terme « clé », souvent ajouté aux noms des indicateurs de performance. Ceci désigne que les indicateurs sont liés aux facteurs clés de succès. Ces indicateurs selon Lorino (2001) sont rattachés aux leviers d'action, lesquels sont mesurés par les indicateurs de processus. Ainsi les indicateurs de performance des processus (Livieri et Bochicchio 2014 ; Fleischmann et al. 2012 ; del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés 2010), les indicateurs d'activité (Vallin 2010; Le Goff et Bensebaa 2009; Bouchard et Besse 2009; Mollard 2006), et les indicateurs de pilotage (Plauchu 2005 ; Lorino 2001) désignent tous la même chose.

Il en est tout autre pour les indicateurs d'intrant (Bouchard et Besse 2009; Mosse et Sontheimer 1996) qui constituent une classe à part entière (G3). Ces indicateurs permettent de poursuivre les objectifs de qualité, ou de volume, sur les ressources utilisées par les activités ou par les processus. Cette classe se dévoile par sa réciprocité aux indicateurs de résultats (extrants). Pourtant, elle n'a pas fait l'objet d'attention par la majorité des auteurs.

De même, les indicateurs de risques constituent une autre classe de mesure (G4). Ils se caractérisent par une transversalité du moment où ils mesurent une éventuelle déviation de l'un des aspects des intrants, des activités ou des extrants. Les risques peuvent être réduits par des actions préventives ou de sécurisation. Ils contribuent de cette manière, à réduire l'incertitude, ce qui produit une certaine satisfaction, et donc, la réalisation d'un autre aspect de la performance. Ce type de performance est considéré par certains auteurs comme un axe tout entier, faisant l'objet d'un champ particulier des sciences de gestion : le management des risques.

Au demeurant, les indicateurs d'éclairage (Plauchu 2005), les indicateurs d'environnement (Mollard 2006) et les indicateurs de contexte (Bouchard et Besse 2009) se rapportent à la mesure des conditions et des contraintes externes à l'organisation. Nous les considérerons

comme faisant partie d'une même classe (G5). Enfin, les indicateurs d'alerte (Plauchu 2005), les indicateurs simples et les indicateurs généraux (Cave 1997) ne semblent pas être attachés à des objectifs et n'ont qu'un rôle descriptif (G6).

Il n'est pas possible de considérer les classes 5 et 6 comme des indicateurs de performance, pour la simple raison qu'ils ne sont pas reliés directement à des objectifs. Par conséquent, ces groupes ne nous procurent pas un intérêt particulier, car ils ne conduisent pas les activités vers l'atteinte d'une cible particulière.

Table 1.16. Nomenclature synthétique des indicateurs

Classes	Catégorie d'indicateurs	Référence		
G1 (Indicateurs de résultat)	Indicateurs d'effectivité	(Mosse et Sontheimer 1996)		
	Indicateurs d'effets et impacts	(Mosse et Sontheimer 1996)		
	Indicateurs d'efficacité	(Mollard 2006)		
	Indicateurs d'efficience		(Mosse et Sontheimer 1996)	
			(Mollard 2006)	
			(Mosse et Sontheimer 1996)	
	Indicateurs d'extrants	(Mosse et Sontheimer 1996)		
	Indicateurs de coût	(Le Goff et Bensebaa 2009)		
	Indicateurs de durabilité	(Mosse et Sontheimer 1996)		
	Indicateurs de performance		(Cave 1997)	
			(Le Goff et Bensebaa 2009)	
	Indicateurs de qualité		(Parmenter 2010)	
			(Plauchu 2005)	
			(Mollard 2006)	
		Indicateurs de résultat		(Bouchard et Besse 2009)
				(Le Goff et Bensebaa 2009)
			(Lorino 2001)	
		(Mollard 2006)		
		(Mosse et Sontheimer 1996)		
		(Parmenter 2010)		
		(Vallin 2010)		
Indicateurs stratégiques		(Le Goff et Bensebaa 2009)		
	Indicateurs-clés de performance	(Livieri et Boicchio 2014)		
G2 (Indicateurs de Processus/Activité)	Indicateurs-clés de résultat	(Parmenter 2010)		
		(Parmenter 2010)		
	Indicateurs d'activité	(Bouchard et Besse 2009)		
		(Le Goff et Bensebaa 2009)		
	Indicateurs de performance des processus	(Mollard 2006)		
		(Vallin 2010)		
		(del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés 2010)		
		(Fleischmann et al. 2012)		
	Indicateurs de pilotage	(Livieri et Boicchio 2014)		
		(Plauchu 2005)		
Indicateurs de processus	(del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés 2010)			
	(Lorino 2001)			
Indicateurs de productivité	(Vallin 2010)			
	(Vallin 2010)			
G3 (Indicateurs d'intrants)	Indicateurs d'intrants	(Bouchard et Besse 2009)		
G4 (Indicateurs de risque)	Indicateurs de risque	(Mosse et Sontheimer 1996)		
G5 (Indicateurs de contexte)	Indicateurs d'éclairage	(Plauchu 2005)		
	Indicateurs d'environnement	(Mollard 2006)		
G6 (Indicateurs sans objectif)	Indicateurs de contexte	(Bouchard et Besse 2009)		
	Indicateurs d'alerte	(Plauchu 2005)		
	Indicateurs généraux	(Cave 1997)		
	Indicateurs simples	(Cave 1997)		

Nous arrivons à conclure que premièrement, tout indicateur n'est pas forcément un indicateur de performance ; deuxièmement, parmi toutes les typologies présentées, la classification de Bouchard et Besse (2009) semble être la plus élaborée, la plus exhaustive et la moins équivoque, du fait que les auteurs ont précisé certains éléments déterminants qui permettent de les différencier. Enfin, la distinction entre les indicateurs est fortement imprégnée par la

notion de processus. En cela, nous avons constaté que les principales catégories d'indicateurs correspondent au type : intrant, activité et extrant. Pour bien illustrer les résultats de cette analyse, la figure 1.39 procure un panorama de ces principales catégories, retenues pour les prochains développements de la thèse.

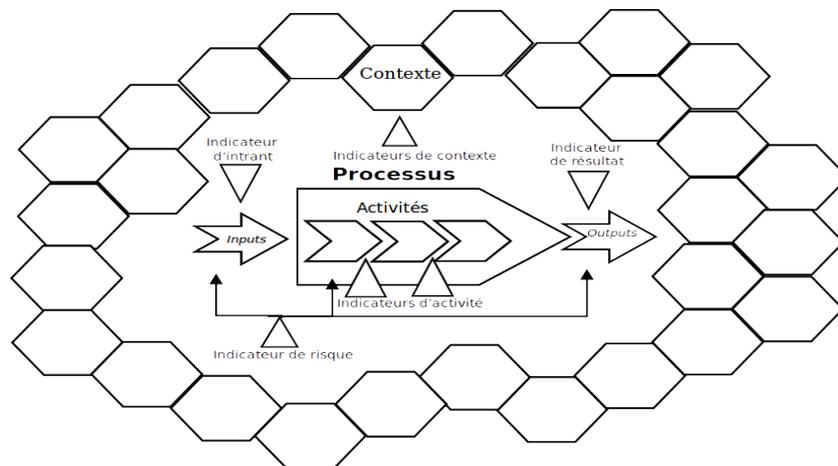


Figure 1.39. Champs d'application des indicateurs de performance. Adaptée de Laradji 2019, fig. 3.

4. Système de mesure de la performance de la chaîne logistique

L'étude des systèmes de mesure de la performance (PMS¹) est un champ de recherche qui a longtemps occupé la préoccupation des auteurs traitant la question du monitoring et le suivi de l'activité des entreprises (Bourne et al. 2000). Il est considéré comme un thème faisant partie de du domaine de la gestion des opérations (Bourne et al. 2003a). Il est défini selon Neely, Gregory, et Platts (2005) comme un ensemble d'indicateurs ayant pour objet de mesurer quantitativement l'efficacité et l'efficacités d'une activité. Il constitue d'après Bititci, Carrie, et McDevitt (1997) un système d'information consacré à la gestion de la performance. Selon Ittner et Larcker (2003), le PMS aurait trois vocations : contribuer à l'allocation des ressources, évaluer et diffuser le niveau d'accomplissement de la stratégie, et apprécier la performance des gestionnaires.

Bourne et al. (2000) estiment que la mise en place d'un PMS devrait suivre trois phases : la conception du système de mesure, l'implémentation des mesures et l'utilisation des mesures. Concernant la conception, les PMS ont connu une prolifération tant bien en nombre qu'en diversité d'approches. Le foisonnement a atteint selon Ravelomanantsoa (2009) 30 modèles (Galasso et al. 2016). La principale remarque faite sur les approches d'élaboration et celui de la diversité des logiques employées pour le développement des systèmes de mesure de la performance (Bourne et al. 2003a).

Malgré le développement connu par les PMS, ils sont toujours confrontés à une problématique afférant au choix des indicateurs les plus pertinents (Globerson 1985; A. Neely, Adams, et Crowe 2001). De plus, la plupart des approches n'apportent pas de réponses sur la façon de définir les objectifs liés (Bourne et al. 2003a). L'identification des perspectives qui reflètent la performance de l'organisation est la seconde difficulté rencontrée (Johanson et al. 2006). La majorité des auteurs de ces approches s'accordent sur le fait que les indicateurs de mesure doivent découler de la stratégie (Bititci, Carrie, et McDevitt 1997; Edvinsson 1997; Ittner et Larcker 1998; Kaplan et Norton 1992; Bourne et al. 2000). Elle devrait plutôt selon (A. Neely, Gregory, et Platts 2005) s'inscrire dans un système de contrôle stratégique. Par ailleurs, le caractère multidimensionnel des indicateurs a pris le dessous mélangeant entre les

¹ Performance Measurement System.

indicateurs financiers et non financiers d'une part, et des indicateurs interne et externe, de l'autre (Bourne et al. 2003a).

Le développement du management par les processus a fourni un nouvel élan au PMS (Bourne et al. 2000). L'apparition de la chaîne logistique en tant qu'organisation étendue a suscité de facto l'émergence d'une branche de connaissance portant particulièrement sur les systèmes de mesure de la performance de la chaîne logistique (SCPMS¹). Notre travail de recherche, qui s'inscrit dans ce domaine, a d'abord abordé la problématique de la mesure de manière générale. Il s'est intéressé par la suite à la mesure de la performance dans un sens commun entre les organisations, puis au pilotage de la chaîne logistique dans un sens particulier. Les problématiques liées à la mesure sont d'une part d'ordre conceptuelle et d'autre part, d'un aspect technique. Les problèmes conceptuels se rapportent à la question du design et sont traités dans les deux premiers titres subséquents. Le deuxième titre parle du système tableau de bord. Ce dernier constitue la forme sous laquelle le PMS s'expose. Les deux concepts sont interchangeables et il n'est pas inhabituel d'apercevoir dans la littérature la citation de l'un pour désigner l'autre. Le tableau de bord joue le rôle d'outil qui permet au manager de sélectionner l'information pertinente à partir du système de mesure afin de suivre et de prendre les décisions adéquates à la gestion de son activité. Les principes et les différentes approches existantes relatives à l'élaboration du tableau seront évoqués dans cette partie.

Les questions techniques, en plus du problème de la collecte de l'information, peuvent être considérées comme faisant partie de l'étape d'implémentation, suivant les trois phases d'élaboration des PMS identifiées par Bourne et al. (2000). Il est question dans le dernier titre subséquent de les traiter suivant quelques éléments de la théorie de la mesure, et du champ de l'analyse multicritère de prise de décision. Il s'agit de présenter en somme les outils, méthodes, et procédés parmi lesquels certains ont été adoptés et appliqués dans le dernier chapitre de la thèse.

4.1. Mesure de la performance

Les prémisses de la mesure de la performance organisationnelle reviennent à l'époque qui est venue juste après la révolution introduite par Taylor, c'est-à-dire au début du 20^e siècle, et ce, suite à la mise en œuvre de l'organisation scientifique du travail. À cette époque, la mesure était restreinte au niveau opérationnel et pratiquée de façon abusive sur les hommes, considérés comme des machines (Lapide 2000). Selon Mendling (2008), la mesure de manière générale sert au moins à trois choses : la compréhension, la maîtrise, et l'amélioration. La raison même de la mesure de la performance est de rendre compte aux parties prenantes de l'organisation l'efficacité et l'efficience des moyens mis en œuvre pour la production de la valeur.

Traditionnellement, la mesure de la performance organisationnelle s'effectuait grâce au système d'information comptable et la gestion budgétaire. Ces outils classiques ont atteint leur limite malgré le développement à grande échelle du contrôle budgétaire. Ainsi, des réflexions dans le début des années 80 se sont portées sur un outil alternatif, ce qui a provoqué l'apparition de plusieurs cadres d'élaboration de tableau de bord (Bourne et al. 2003a).

Cependant, la mesure de la performance organisationnelle est accompagnée de plusieurs problématiques. La plus importante d'entre elles est celle de la mesure. D'après Holmberg (2000), les difficultés de la mesure de la performance reviennent aux points suivants :

- ◆ Le manque de lien de la mesure de la performance avec la stratégie : certaines compagnies se concentrent sur la performance fonctionnelle et ne prêtent pas attention à la satisfaction du client. Vu leur cloisonnement, les fonctions développent des indicateurs isolés et déconnectés de la stratégie ;

¹ Supply Chain Performance Measurement System.

- ◆ La focalisation sur les aspects financiers de la performance : la plupart des KPI portent sur les résultats financiers en s'appuyant sur le dogme qui dicte que ce qui s'est produit dans le passé se reflétera dans le futur. Les indicateurs financiers renferment en réalité plusieurs handicaps. Ces indicateurs :
 - ▶ manquent de sens pour le personnel opérationnel,
 - ▶ ne sont pas adaptés pour un management proactif,
 - ▶ voilent le contexte des activités lorsqu'ils sont agrégés, et ne deviennent plus intelligibles ;
- ◆ L'inadéquation de la mesure : elle est causée par deux facteurs potentiels :
 - ▶ l'évolution de l'organisation impliquant des changements de stratégies et des activités. Par conséquent, certains indicateurs tombent dans la désuétude, et malheureusement ils ne sont pas révisés ;
 - ▶ les indicateurs peuvent parfois être inadéquatement formulés, autrement dit ils sortent du cadre cherchant à mesurer la création de la valeur pour le client ;
- ◆ La présence de plusieurs indicateurs de mesures établissant des relations conflictuelles en raison du cloisonnement fonctionnel.

Toutefois, la notion de performance est reconnue comme une notion ambiguë. Elle produit des interprétations multiples selon l'axe d'analyse et la perception de la valeur, ce qui produit des mésententes si elle n'a pas été précisée et partagée (Lebas et Euske 2007).

Dans le déroulement de cette section, on tentera d'élucider ces problématiques selon les réponses apportées par la revue de littérature. On commencera par expliciter la notion de performance, en passant par identifier ses attributs, puis on évoquera certain modèle de sa gestion. On terminera par spécifier les modalités et difficultés de sa mesure dans le contexte du SCM.

4.1.1. Caractérisation et dimensions de la performance

L'objectif de cette partie du texte est tout d'abord d'essayer de cerner le sens donné à la performance. Ensuite, l'objectif consiste à la caractériser par ses propriétés les plus faciles à observer selon différents angles de vue. Mais avant d'exposer cela, on pourrait se poser la question d'où provient le besoin de mesurer la performance. Selon Neely et al. (1997), la nécessité du recourir au concept de la performance vient du fait que les organisations ont besoin de savoir :

- ◆ Leur position dans leur domaine d'activité ;
- ◆ La vitesse avec laquelle elles s'améliorent ;
- ◆ Leur position par rapport aux autres organisations ;
- ◆ Comment influencer le comportement individuel des parties prenantes.

Pour Mollard (2006, 27) la performance « est la recherche de la maximalisation du rapport entre les résultats obtenus et les moyens engagés pour atteindre un objectif fixé », cette définition est instrumentale est sert plutôt à implémenter un système de contrôle. Bessire (1999) a tenté de délimiter le sens donné à la performance et de lui décerner une définition plus précise. Cependant, il a découvert que le concept était particulièrement complexe, plurivoque et assujéti à des perceptions diverses. Il était en fin de compte une construction sociale de la réalité. Ceci dit, dans une même tentative Lebas et Euske (2007) ont jeté la lumière sur le fait qu'il fait allusion aussi bien à l'action (le processus) qu'à l'évènement (le résultat). En ce sens, ils le définissent comme l'ensemble des processus qui conduisent les gestionnaires à agir convenablement et actuellement, afin d'établir pour l'organisation un résultat futur mesurable, et qui a de la valeur pour ses parties prenantes. Pour bien illustrer cette idée, ils font appel à la notion de l'arbre comme métaphore. Ils emploient une analogie d'une part, entre le tronc et le processus, et de l'autre entre le fruit et le résultat. Comme tout produit de la nature, le fruit va être apprécié selon différentes propriétés. Ceci renvoie aux

attributs de la performance qui seront par la suite évoqués sous le terme de dimensions. Par ailleurs, les auteurs considèrent que la performance n'a de valeur que si elle est utile pour la prise de la décision. Quoi qu'il en soit, la performance reste un concept subjectif qui ne peut être interprété que dans le cadre de la vision adoptée et partagée par les membres de l'organisation (Issor 2017).

La source de la performance revient selon certains auteurs à l'exploitation de toute information profitable pour la prise de décision (Charreaux 1998). Selon Bouquin (2001), pour être plus efficace dans le contrôle de gestion, il est souhaitable de distinguer la performance financière celle de la performance technico-économique :

- 1) La performance financière : on pourrait la rapporter à ce qui est connu par la rentabilité financière mesurée par l'indicateur qui porte ce même nom, ou par le chiffre d'affaires ou la part de marché. Cette perception de la performance est plutôt destinée au sommet de la hiérarchie et aux propriétaires de l'organisation (les actionnaires). Elle est tout de même un corollaire du second type de performance ;
- 2) La performance technico-économique : elle renvoie aux résultats du système technique de l'organisation, qui d'ailleurs, se mesure sur la base d'indicateurs physiques pertinents. Cette performance est donc liée au centre opérationnel de l'organisation.

Il est bien connu dans la littérature que la performance est de nature multidimensionnelle (Issor 2017; Bessire 1999; Lebas et Euske 2007). Du point de vue du contrôle de gestion, elle possède deux dimensions essentielles :

- 1) L'efficacité : elle correspond au niveau d'atteinte des objectifs. Selon Neely, Gregory, et Platts (2005), elle serait résolument liée à la satisfaction des parties prenantes en évaluant le niveau d'atteinte de leur attente ;
- 2) L'efficience : à un certain niveau efficacité elle révèle les ressources consommées pour avoir produit certains résultats. Si ces ressources ont été utilisées de manière économique (A. Neely, Gregory, et Platts 2005), on dira qu'il y a eu efficience. Par contre si elles ont été utilisées de manière exagérée, on dira qu'il y a eu un gaspillage. Les sources techniques de l'efficience sont bien connues : le rendement, la productivité, l'utilisation des ressources (Radnor et Barnes 2007), l'effet d'apprentissage, et dans une certaine mesure la flexibilité.

Bien que ces deux dimensions permettent d'évaluer correctement la performance, au moins d'un point de vue financier, leur intérêt reste uniquement descriptif. Elles ne renseignent pas comment améliorer la performance, et vers quoi, et comment diriger l'action. Par conséquent, l'étude de la performance sous plusieurs perspectives est devenue une question principale. Nous verrons, dans le développement qui va suivre, les différentes perspectives à travers lesquelles la performance est perçue dans le monde organisationnel, de manière générale, et dans le SCM de façon plus spécifique. Ces éléments sont d'une importance capitale, dans la mesure où ils constituent les critères de distinction entre les indicateurs, ainsi que des axes qui polarisent les efforts de l'organisation.

Nonobstant, plusieurs perspectives ont été évoquées dans la littérature utilisant des concepts mal spécifiés, et portant des sémantiques parfois dissonantes entre les auteurs (A. Neely, Gregory, et Platts 2005). Dans la mesure du possible, nous essayerons d'éclaircir quelques-unes de ces dimensions, puis dans la conclusion du chapitre, nous apporterons notre propre définition de celles qui ont été retenues pour la gestion de la chaîne logistique, et ce, en se basant sur les clarifications présentées dans les titres suivants.

4.1.1.1. Les perspectives de la performance organisationnelle

Les perspectives sont des critères sous lesquels est perçue la performance d'un système et avec lesquels sont identifiées les priorités de compétition (Leong, Snyder, et Ward 1990). La perspective financière qui comprend le prix, le coût, et les résultats (profits/déficit) a été pour

longtemps la dominante. Le volet coût est estimé par la comptabilité de gestion, en particulier avec la méthode des coûts d'activité (ABC) qui contribue à la prise de décision stratégique en apportant une information critique et pertinente (la mesure). Cette méthode est d'ailleurs considérée par ses partisans comme plus précise que les anciennes techniques (sections homogènes, *direct costing*, etc.). Aborder la perspective coût implique inévitablement la recherche de productivité — qui est un facteur d'efficacité — moyennant la réduction des ressources consommées à un niveau constant ou plus élevé de production (extrant) (A. Neely, Gregory, et Platts 2005).

Toutefois, comme il a été reporté par Johanson et al. (2006) la perspective financière est très mal enrôlée dans les organisations publiques, en particulier pour celle qui ne recherche pas de profit. Paradoxalement, la logique budgétaire dans ce genre d'établissement prend le dessus et devient une fin en soi. Le budget n'est pas utilisé comme un moyen pour arriver aux buts de l'organisation, mais comme lui-même un objectif à atteindre (phénomène de glissement des buts (Desreumaux 2005)). Ittner et Larcker (1998, 2003) soutiennent la nécessité de développer des indicateurs non financiers afin de mieux guider le personnel sur les actions à accomplir en faveur de la stratégie, et pour fournir aux propriétaires un aperçu de la valeur intangible produite par l'entreprise dont la comptabilité ne reflète pas. Toutefois, ils apportent une mise en garde contre l'implantation d'indicateurs qui ne sont pas reliés par un lien de causalité avec la stratégie et les indicateurs financiers. L'utilisation exclusive des mesures appartenant à la perspective financière a été largement critiquée. Cette perspective est accusée d'être focalisée sur le court terme, de ne pas être liée aux actions opérationnelles, de ne pas créer de la valeur pour le client, de ne pas la refléter dans le cas contraire, de provoquer des conflits d'intérêts, et d'être inadaptée aux technologies industrielles récentes (Neely, Gregory, et Platts 2005 ; Bourne et al. 2003 ; Kaplan et Norton 1992)¹.

Selon Bouquin (2001), la performance technico-économique est le principal germe de la performance, et ce, du fait qu'elle implique la maîtrise des facteurs clés de succès (coût, qualité, délais, etc.). Elle engendre de la sorte un avantage concurrentiel, apporte ses fruits sur le long terme, et se manifeste sur la performance financière. Dans le domaine industriel, les perspectives de la performance qui se sont révélées nécessaires à prendre en compte, en plus du coût, concernent : la qualité, la livraison (le temps), la flexibilité et l'innovation (Leong, Snyder, et Ward 1990).

La perspective qualité est sans doute l'une des plus ambiguës, car la notion elle-même est perçue de différente manière, ce qui lui confère des sous-dimensions lesquels Neely, Gregory, et Platts (2005) croient qu'elles concernent :

- 1) La conformité aux spécifications : la satisfaction des exigences des clients est l'élément qui a été le plus retenu dans la littérature après le développement du TQM, notamment après que sa définition explicite par l'ISO ;
- 2) L'imperfection des produits (défauts, anomalies, défectuosité) ;
- 3) Le coût de la gestion de la qualité : ce coût se compose du coût de la prévention, le coût de l'évaluation et le coût des avaries.

Garvin (1987) avait posé le problème de l'incapacité des entreprises à concurrencer en dépit des efforts déployés sur les deux premiers aspects de la qualité citée. Il considérait que cela revenait à leur conception inadaptée de la qualité orientée vers la défensive plutôt que sur sa gestion stratégique. Il suggéra donc de revoir la qualité sur huit dimensions pour pouvoir acquérir un avantage compétitif :

- 1) Performance : elle se porte sur les résultats produits par les fonctionnalités de base du produit (puissance, effet, etc.) ;
- 2) Caractéristiques : ce sont les propriétés du produit qui sont apportées en plus des fonctionnalités de base (les options) ;

¹ Voir également les critiques de la section 3.1.1.2.

- 3) Fiabilité : elle renvoie à la probabilité de dysfonctionnement ou de détérioration du produit dans une période de temps ;
- 4) Conformité : elle désigne à quel point les fonctionnalités du produit respectent les standards ;
- 5) Durabilité : elle révèle le nombre d'utilisations du produit avant son endommagement ;
- 6) Facilité d'entretien : elle comprend la rapidité et la facilité de réparation ainsi que la qualité du service après-vente ;
- 7) L'esthétique : elle se rapporte à l'aspect, goût, effet sonore, et sensations provoqués par le produit ;
- 8) Qualité perçue : elle se réfère à la qualité présumée du produit par le consommateur suivant les données qu'il possède à son propos (réputation, publicité, etc.). Ainsi, la qualité réelle peut être supérieure ou inférieure à ce que le client prétend connaître sur elle.

Le champ de la qualité ne se limite pas tout de même à ces attributs, comme les récents développements en témoignent. Par exemple, Kano révèle qu'en termes de qualité il ne s'agit pas naïvement de satisfaire les clients en respectant les propriétés physiques demandées du produit (conformité aux spécifications), mais aussi de considérer l'attractivité de certaines de ses caractéristiques vis-à-vis de cette satisfaction (Kondo 2000). Il révèle ainsi dans sa théorie, la variabilité subjective de la qualité qui n'est autre que la confrontation de la perception du consommateur (subjective) à celle du fabricant (objective) (Kametani, Nishina, et Suzuki 2010). Dès lors, il a défini un modèle dans lequel quatre aspects de la qualité sont à considérer (Löfgren et Witell 2008) :

- 1) Qualité attirante (*attractive quality*) : dans laquelle une caractéristique du produit ne crée pas d'insatisfaction lorsqu'elle est absente, mais provoque une satisfaction lorsqu'elle est accomplie ;
- 2) Qualité proportionnelle ou linéaire (*one-dimensional quality*) : l'absence de la caractéristique crée une insatisfaction, et sa présence une satisfaction ;
- 3) Qualité obligatoire (*must-be quality*) ; l'absence de la caractéristique crée une insatisfaction, alors que sa présence ne provoque pas de satisfaction, car elle est tout juste indispensable ;
- 4) Qualité indifférente : dans laquelle aussi bien la présence ou l'absence de la caractéristique ne provoque ni d'insatisfaction ni de satisfaction ;
- 5) Qualité inverse (*reverse quality*) ; celle-ci peut paraître aberrante, mais elle existe tout de même. Elle révèle que la présence d'une caractéristique peut créer de l'insatisfaction, et inversement son absence suscite la satisfaction.

Un autre élément important revenant à cette théorie, concerne le côté dynamique d'une caractéristique en fonction de ces attributs cités. Suivant une sorte de cycle de vie, une caractéristique peut évoluer d'un état d'indifférence, vers l'attraction, puis vers la proportionnalité pour finir dans l'indispensabilité.

Actuellement, la notion de qualité a évolué et s'est élargie pour inclure en plus de la satisfaction des clients, la satisfaction des parties prenantes de l'organisation, le respect environnemental, et la responsabilité sociale (Boys, Karapetrovic, et Wilcock 2004).

En synthétisant quelques définitions, Basu et Wright (2008) parlent de trois dimensions de la qualité qui englobe celles qui ont été traditionnellement admises, et celles qui s'inscrivent dans le cadre de l'excellence organisationnelle :

- 1) La qualité du produit : qui correspond au respect des spécifications exigé par le client ;
- 2) La qualité des processus : elle se porte sur la conformité des opérations aux critères préétablis de bonne exécution ;
- 3) La qualité de l'organisation : selon une vue globalisante, elle concerne la culture organisationnelle (l'autocontrôle, le travail en équipe, et l'engagement des

gestionnaires), l'alignement sur la stratégie, l'utilisation des bonnes techniques, le pilotage de la performance, l'apprentissage et la gestion des connaissances.

La perspective temps trouve pleinement sa place dans la gestion industrielle à travers les différentes techniques (JAT, TOC¹) (A. Neely, Gregory, et Platts 2005) et politiques de maîtrise des flux focalisés sur la réduction des délais (politique Lean et Agile). La réduction du temps d'approvisionnement, de production et de livraison et du temps de cycle a un impact direct sur le rendement et la satisfaction du client. Elle constitue un facteur soutenant l'avantage concurrentiel. En outre, les retards ou les avances constatés sur les actions menées sont considérés carrément comme un gaspillage dans la philosophie et Lean.

La perspective flexibilité est aussi l'une des plus citées dans la littérature. Au même titre que la qualité elle dispose un sens ambivalent. Cependant, la flexibilité est considérée comme une source d'efficacité qui peut apporter un avantage concurrentiel et une aptitude à faire face aux incertitudes du marché (Martínez Sánchez et Pérez Pérez, 2005). La flexibilité désigne, selon Gunasekaran et al. (2004), la capacité d'une compagnie à répondre à une demande particulière d'un client. Selon Upton (1994), elle constitue la faculté de s'adapter en termes de quantités des produits et de leurs variantes sous les contraintes du coût et de délais (Martínez Sánchez et Pérez Pérez 2005 ; Santos Bernardes et Hanna 2009). Santos Bernardes et Hanna (2009) se sont intéressés sur cette notion pour l'explicitier et la distinguer de la notion d'agilité et de réactivité, qui lui sont très proche. En utilisant la méthode des niveaux d'abstraction², et une revue de littérature assez large, les auteurs ont pu préciser la définition de la flexibilité en la considérant comme un paramétrage d'une organisation actuelle pour l'adapter aux changements éventuels et prévus de l'environnement. La flexibilité selon cette définition n'engendre pas de transformations structurelles comme l'agilité, mais seulement des modifications superficielles à l'apparition d'un changement dans l'environnement. Elle révèle aussi la souplesse d'un système préprogrammée sur des variations anticipées, et non pas pour affronter de nouvelles situations non prévues. La flexibilité d'après ces propos est portée sur le court terme. Plus précisément, dans la gestion industrielle elle correspond à la capacité de changer la fabrication des composants en matière de type et de fréquence dans une période donnée. Elle peut être considérée néanmoins sur le long terme, dans la mesure où les équipements peuvent (A. Neely, Gregory, et Platts 2005) :

- ◆ Être réorientés vers un autre type de production ;
- ◆ Être adaptés à un type particulier d'intrant (matière première) ;
- ◆ Changer les séquences de production.

La perspective client est une dimension intercadé par les marketeurs qui voient en elle la source des revenus et de profits pour l'entreprise. Elle a été mise en avant de façon formelle et prépondérante dans le tableau de bord équilibré (cf. sect. 4.2.2.2.1). La performance dans cette dimension est focalisée sur la satisfaction du consommateur, l'image de l'organisation, et la réduction des mécontentements du client. Elle implique la perception externe de la performance et plus spécifiquement celle du point de vue du client (Kaplan et Norton 1992).

La perspective client a aussi évolué : elle est devenue plus abstraite en ouvrant la possibilité de l'accomplir par n'importe quelle solution novatrice et génératrice d'un avantage concurrentiel. Elle est maintenant associée à la notion de valeur pour le client (Kaplan et Norton 2000). Sans doute, l'une des définitions les plus explicites de la valeur pour le client est celle qui a été formalisée par Christopher (2011) (cf. formule 4.1.1, p. suiv.). Elle évoque en premier lieu la relation entre les bénéfices attendus du produit, ou du service, en contrepartie de ce que le client a cédé. Le client fait donc une comparaison et sera près ou non à acheter le produit, ou le service, en fonction du résultat qu'il obtient de ce rapport (valeur du client).

¹ *Theory Of Constraint.*

² Ou en anglais *The ladder of abstraction.*

$$\text{Valeur du client} = \frac{\text{Perception du bénéfice}}{\text{Coût total de possession}} \quad (4.1.1)$$

Ceci dit, la valeur du client, d'après certaines études, n'est pas linéaire, et dépend de l'attitude du consommateur (A. D. Neely, Adams, et Kennerley 2002). Par conséquent, la mesure sous la perspective client ne fait pas seulement appel à sa satisfaction, mais aussi à son comportement (Ittner et Larcker 1998).

L'innovation et l'apprentissage sont une perspective qui a été bien explicitée dans le tableau de bord équilibré, dans lequel elle a été introduite comme un axe de mesure de la performance. L'apprentissage et l'innovation sont perçus comme des facteurs menant vers la création de la valeur et l'amélioration continue (A. Neely, Gregory, et Platts 2005) assurant ainsi la pérennité de l'entreprise. Cette perspective revêt donc un caractère stratégique dans la mesure où ses effets se reflètent sur les progrès réalisés dans les processus métiers.

4.1.1.2. Dimensions de la performance dans le contexte du SCM

La prise de conscience de l'apport du SCM dans l'augmentation de la valeur perçue par le consommateur a donné à la mesure de la performance logistique une importance capitale (Wen 2014). Ceci est attesté par l'enquête de Gunasekaran et al. (2004) portant sur l'importance des indicateurs de performance utilisés dans le SCM. Les résultats de l'étude ont révélé que les indicateurs les plus cotés sont ceux qui se focalisent sur l'amélioration de la valeur aux yeux du client. L'étude montre, également, qu'au niveau stratégique les indicateurs de nature non financière prévalent sur les indicateurs de nature financière.

Selon Basu et Wright (2008), en plus de la satisfaction du client par la qualité de service offerte, le second objectif de la chaîne logistique consiste à bien gérer l'utilisation des ressources. Le service client est mesuré par des indicateurs de temps, de coût et de spécification (Qualité), alors que l'utilisation des ressources (employés, équipements, machines, moyens de transport, espaces, stocks, et technologies de l'information) est mesurée sous l'angle de l'efficacité du temps et du coût. Les travaux de Stewart (1995) ont révélé que la performance de la distribution dans une chaîne logistique revient essentiellement la réduction des délais. L'équation 4.1.2 évoque clairement, d'un point de vue conceptuel, la relation entre les dimensions de la performance évoquées ci-dessus. Notons que les services mentionnés dans cette expression font allusion à la disponibilité des produits et aux engagements entrepris avec le client (Christopher 2011).

$$\text{Valeur du client} = \frac{\text{Qualité} \times \text{Services}}{\text{Coût} \times \text{Temps}} \quad (4.1.2)$$

Ainapur et al. (2011) ont mis en lumière cinq aspects pris en compte dans la mesure de la performance logistique (Wen 2014) : la fiabilité, la réactivité, la flexibilité, la gestion des coûts, et la gestion de l'actif. Les travaux de Martínez Sánchez et Pérez Pérez (2005) menés sur la flexibilité à travers une revue de littérature ont permis d'extraire trois niveaux de flexibilité, et ce, en s'inspirant essentiellement des études antérieures. À chaque niveau, plusieurs dimensions de la flexibilité ont été proposées et désignées par « les dimensions hiérarchiques de la flexibilité » :

- 1) Le niveau basique : il couvre la composante la plus élémentaire de la chaîne logistique qui est l'atelier. Sur ce niveau, la flexibilité est centrée sur les dimensions suivantes :
 - a) Le produit : elle indique la capacité de répondre aux spécifications particulières d'un client. La flexibilité du produit exige une coordination interne, c'est-à-dire, fonctionnelle entre la production, le marketing et la R et D. On peut considérer que sur cette dimension la flexibilité s'exprime en termes de qualité ;

- b) Le volume : la flexibilité s'exprime dans ce contexte en termes de capacité d'augmenter ou de réduire les quantités en fonction de la demande. Cela exige une collaboration en amont, car la variation des quantités affecte essentiellement le fournisseur ;
- c) Le routage : la flexibilité apparaît par l'aptitude d'utiliser une variété de machines, de matières ou de transports pour traiter une partie de la commande ;
- 2) Le niveau système : dans une logique d'agrégation du niveau inférieur, ce niveau représente la compagnie ou l'entreprise, en d'autres termes un seul maillon d'une chaîne logistique étendue. Les dimensions de ce niveau sont :
 - a) La livraison : la flexibilité s'exprime sur ce sujet en matière de maîtrise des délais. Dans ce cadre, la plus grande flexibilité peut être atteinte en adoptant une politique logistique basée sur le JAT ;
 - b) Le transbordement : la flexibilité sur ce point sous-entend la capacité de réduire le nombre de transbordements en réduisant la distance entre les entrepôts et les sources de la demande ;
 - c) Le report : si l'entreprise arrive à retarder les modifications nécessaires pour se conformer aux exigences du client, elle parvient à maintenir ses produits sous leur forme standard. La flexibilité en ce sens signifie que l'entreprise arrive à éviter les coûts supplémentaires ;
- 3) Le niveau agrégat : cette échelle représente tous les maillons d'une chaîne logistique qui met en exergue la relation fournisseur-client entre les entreprises. Ce niveau englobe de ce fait plusieurs compagnies : les fournisseurs, l'entreprise et les clients. Quatre dimensions ont été suggérées :
 - a) La source : elle se porte sur la dépendance des compagnies vis-à-vis de leurs fournisseurs. La flexibilité dans ce cadre peut être mesurée par l'étendue de la diversification des fournisseurs ;
 - b) La réactivité au marché (*response to market*) : elle englobe toutes les aptitudes qui permettent de répondre aux exigences du marché en impliquant tous les maillons de la chaîne logistique ;
 - c) Le lancement de nouveaux produits : la flexibilité avec cette dimension désigne le niveau de facilité et de rapidité avec lequel on exerce l'introduction d'un nouveau produit dans un marché. Cette flexibilité revêt un aspect stratégique, car elle est liée au cycle de vie des produits ;
 - d) La flexibilité de l'accès : elle représente la capacité d'effectuer la plus large distribution possible, et d'assurer la plus grande couverture possible du marché.

La recherche empirique des auteurs a révélé que les compagnies se focalisent au premier degré sur le niveau « basique », puis sur le niveau « système » du cadre de définition de la flexibilité. Elle indique de surcroît, que l'intensité de la flexibilité à l'échelle agrégat est en fonction de l'interdépendance des intervenants dans la chaîne logistique. Ces résultats convergent relativement, avec celle de Santos Bernardes et Hanna (2009) où les auteurs ont révélé que la flexibilité est une propriété du système au niveau opérationnel (ou niveau basique), alors que l'agilité est une notion moins tangible, car elle renvoie au paradigme ou à l'approche d'une organisation (elle s'applique donc au niveau surplombant le système).

La réactivité pour sa part est une perspective étroitement liée aux stratégies et politiques logistiques. Elle est parfois confondue avec l'agilité et la flexibilité. Elle est aussi la plus problématique, car une myriade de définitions existe à son propos. Santos Bernardes et Hanna (2009) avaient examiné cette problématique par comparaison. Ils avaient découvert que la réactivité est un comportement du système, ou une action qui mobilise des compétences, et qui se déclenche en réponse à un stimulus. Ce comportement est ceci dit conditionné par son efficacité à travers le temps. Il comprend dans une certaine mesure la flexibilité, étant donné que cette dernière est considérée comme une propriété préétablie du système. Mais, dans un

sens spécifique, on parle beaucoup plus de « réactivité au consommateur ». Celui-ci est doté d'une signification moins abstraite. Il se rapporte d'après Radnor et Barnes (2007) à l'utilisation des connaissances acquises sur le marché afin d'anticiper et de répondre rapidement aux attentes du client.

La performance de la chaîne logistique est également évaluée en termes de fiabilité. Thakkar, Kanda, et Deshmukh (2009) la considèrent comme faisant partie intégrante de la qualité de service. Elle est selon Neely, Gregory, et Platts (2005) une perspective qui est dérivée directement de la qualité au sens large. Aramyan et al. (2007) la rapportent à la qualité physique du produit.

4.1.2. Les modèles théoriques de gestion de la performance

Le PMS est un dispositif qui fait partie d'un mécanisme plus grand, qui est celui de la planification et du contrôle organisationnel (Bourne et al. 2003a). Cependant, la mesure de la performance à elle seule ne peut se suffire, car elle renseigne seulement sur l'état actuel de l'organisation. Elle n'explique pas ses causes et n'apporte pas de solutions pour la traiter. Elle procure donc des résultats qui devront être exploités par d'autres mécanismes de gestion (Amaratunga et Baldry 2002). D'après Radnor et Barnes (2007), les informations produites par la mesure de la performance doivent conduire à l'amélioration des comportements, des motivations, des processus, et encourager l'innovation.

Ainsi, la mesure de la performance au côté : du système de récompense et de l'intéressement, de l'élaboration et la révision de la stratégie, de la détermination des facteurs clés de succès, de la fixation des cibles, du benchmarking, de la formation, de la gestion du changement se mettent dans un champ plus large qui englobe la gestion stratégique, le contrôle de gestion et la gestion des opérations ; le tous est maintenant reconnu comme le système de gestion de la performance. Ferreira et Otley (2009) considèrent d'ailleurs que le contrôle de gestion dans son ancienne définition est maintenant anachronique, vu les transformations qu'ont connues les organisations, et proposent de le soumettre sous la coupe du système de gestion de la performance. Ils définissent ce dernier comme étant « l'évolution des mécanismes, processus, systèmes et réseaux formels et informels utilisés par les organisations pour communiquer les objectifs clés définis par la direction, pour supporter le processus stratégique et la gestion continue par l'analyse, la planification, la mesure, le contrôle, la récompense et plus largement la gestion de la performance, ainsi que pour soutenir et faciliter l'apprentissage organisationnel et le changement » (264). Pour certains auteurs, le PMS et la gestion de la performance sont étroitement liés au point où les deux concepts deviennent commutables (Radnor et Barnes 2007).

D'après une revue de littérature, effectué par Berry et al. (2009), trois importants modèles intégrés de gestion et de contrôle de la performance ont été recensés : Les leviers de contrôle, le cadre de gestion du système de performance et les systèmes de mesure de la performance stratégique. Ainsi, pour compléter le contexte dans lequel la mesure de la performance intervient, il est nécessaire d'exposer les cadres théoriques qui procurent une vue holistique de la gestion de la performance, et qui révèlent la place de la mesure en leur sein.

4.1.2.1. Les leviers de contrôle

Élaborés par Simons (1994), les leviers de contrôle sont un cadre basé sur une conceptualisation des rapports de force entre la dimension positive et négative du contrôle, et de l'équilibre de ces deux aspects, en s'inspirant de la philosophie chinoise du *Yin* et du *Yang*. Ces rapports de force, dirigés par un système de contrôle, confrontent les mesures de contraintes désignées comme contrôle négatif — dans un sens non péjoratif — aux mesures de liberté et de flexibilité, désignées par le contrôle positif (Tessier et Otley 2012). Cette dualité est considérée comme indispensable, et devrait coexister pour assurer la stabilité et le

développement de l'organisation. Au passage, Tessier et Otley (2012) considèrent que les concepts contrôle négatif et contrôle positif restent ambigus et posent un problème d'interprétation. Ils proposent par conséquent, une amélioration de ce cadre en parlant du contrôle favorable (*enabling*), du contrôle contraignant (*constraining*), et de certaines questions liées pour exprimer le double rôle du contrôle. Pour maintenir la symbiose entre ces deux facettes, Simons (1994) suggère de gérer selon quatre sous-systèmes dits « leviers de contrôle » (Demeestère, Lorino, et Mottis 2013; Tessier et Otley 2012) :

- 1) Les systèmes de valeurs (*beliefs systems*) : ils mettent en place les références de l'organisation pour diriger la perception des acteurs. Ils décrivent aussi la vision adoptée et communiquée en permanence par l'organisation ;
- 2) Les systèmes de contrôle interactif (*interactive control systems*) : ceux-là ont pour objet d'aborder les incertitudes émanant de l'environnement externe par des échanges interactifs, qui aboutissent sur des décisions stratégiques, collégiales et stimulantes. Ces échanges sont source d'acquisitions de nouvelles compétences et d'innovation. En quelques mots, ces systèmes facilitent la communication, les échanges et favorisent l'apprentissage ;
- 3) Les systèmes limitatifs (*boundaries systems*) : ils déterminent les frontières de liberté à travers des règles de conduite et des codes d'éthique. Ce système permet d'établir les lignes rouges sur lequel le dispositif de sanction est mis en exécution en cas de leur transgression ;
- 4) Les systèmes de contrôle diagnostic (*diagnostic control systems*) : ils reposent sur les systèmes d'information, qui à la fois détaillent la stratégie et permettent de mesurer sa réalisation. Le système a pour objectif de faire émerger des variables d'actions comme leviers pour la performance (facteurs clés de succès), d'asseoir un suivi des résultats, et de mettre en ouvre les actions correctives en cas de dérives des cibles de performance.

Étant donné que les deux premiers sous-systèmes représentent le contrôle positif et les deux derniers, le contrôle négatif, l'ensemble reflète bien l'idée de l'équilibre. Ce cadre est considéré par son développeur comme un outil qui permet de mettre en place à la fois une stratégie et son mécanisme de contrôle, à travers la combinaison des quatre leviers présentés (Ferreira et Otley 2009). En outre, ce cadre ne prescrit pas seulement comment établir et tenir un système de contrôle, il constitue également un modèle de gestion et de mesure de la performance, en particulier par le levier des systèmes de diagnostic et de contrôle (Demeestère, Lorino, et Mottis 2013; Ferreira et Otley 2009).

Ferreira et Otley (2009) dans leur critique de ce modèle présentent le fait qu'il fait ressortir quatre importants concepts, soit respectivement : les valeurs de base, l'incertitude stratégique, les risques à éviter et les variables clés de la performance. D'après ces mêmes auteurs, il a le mérite de bien distinguer les types de contrôle qu'il est possible d'exercer, et de bien les associer à la stratégie. Par contre, ils considèrent que certains dispositifs de contrôle, comme quelques modèles de tableaux de bord, n'appartiennent pas exclusivement à un seul levier de contrôle. De surcroît, ils estiment que ce cadre est plutôt adapté aux managers se situant dans les niveaux hiérarchiques supérieurs de l'organisation ; il est moins pertinent pour les employés des niveaux inférieurs. Par ailleurs, certains reprochent au modèle de négliger l'aspect informel, et l'influence de la culture et des relations sociales sur le contrôle formel (Collier 2005). Toutefois, Collier (2005) démontre que le modèle de Simon est plus pertinent que d'autres modèles. En l'appliquant sur une organisation entrepreneuriale, il admet le fait que le système de valeur se rapproche du contrôle idéologique. Ce dernier englobe le contrôle informel exercé par le contrôle social. Ferreira et Otley (2009), de leur part, estiment que ce cadre n'est pas généralisable, et qu'il comporte des zones conceptuelles équivoques. Tessier et Otley (2012) qui ont abordé ce problème avaient tenté de raffiner le cadre. Ils ont abouti à une transformation totale du modèle, sans perdre pour autant son idée de base.

4.1.2.2. Le cadre de gestion du système de performance

Le cadre de gestion du système de performance (PMSF [*Performance Management Systems Framework*]), anciennement nommé par gestion de la performance et contrôle (*Performance Management and Control*) (Collier 2005), est un modèle conceptuel dérivé du cadre des leviers de contrôle. Il a été mixé avec le cadre d'Otley (1999) portant sur la gestion de la performance. Il est considéré comme faisant partie du large champ désigné par le système de gestion de la performance, comprenant celui du contrôle de gestion (Ferreira et Otley 2009).

PMSF se caractérise par le fait qu'il n'est pas normatif. Il ne propose pas de règles ou de principes, mais un ensemble structuré de questions qui guident le développement d'un système de gestion de performance, en dépassant l'ancienne définition et le rôle classique du contrôle de gestion. Dès lors, le cadre jouit d'une grande flexibilité permettant de contextualiser la conception d'un tel système. Ferreira et Otley (2009) qui ont été à l'issue du PMSF ont étendu le cadre limité d'Otley (1999), comportant 5 interrogations préliminaires, en 12 principales questions descriptives (sur le quoi), et démonstratives (sur le comment). Ces questions se portent (Ferreira et Otley 2009) :

- 1) Sur la vision et la mission :
 - i) Quelles sont la vision et la mission de l'entreprise et à quel point reflète-t-elle les intentions des gestionnaires et des employés ?
 - ii) Quels sont les mécanismes, les processus et les réseaux permettant d'atteindre les objectifs des membres de l'organisation ?
- 2) Sur les variables critiques de la performance : quels sont les facteurs clés de succès supposés être primordiaux pour l'avenir de l'organisation, et dans quelle mesure ils expriment les intentions des gestionnaires et des employés ?
- 3) Sur la structure organisationnelle :
 - i) Quelle est la structure organisationnelle et quel est son effet sur la conception et l'utilisation du système de gestion de la performance ?
 - ii) Comment la structure organisationnelle et le processus du management stratégique s'influencent mutuellement ?
- 4) Sur la stratégie et les plans :
 - i) Quels sont les stratégies et les plans privilégiés, et quels sont les processus nécessaires pour les mener à bien ?
 - ii) Comment les stratégies et les plans sont élaborés, ajustés et diffusés aux gestionnaires et au personnel ?
- 5) Sur la performance :
 - i) Quels sont les indicateurs clés de performance résultant des objectifs, des facteurs clés de succès, des stratégies et des plans ? Comment sont-ils définis et communiqués ?
 - ii) Quel rôle ces indicateurs jouent-ils sur l'évaluation de la performance ?
 - iii) Existente-t-il des omissions importantes ?
- 6) Sur les cibles de la performance :
 - i) Quel est le niveau de performance requis pour chaque indicateur clé de performance et comment leur fixer des cibles appropriées ?
 - ii) À quel point ces cibles sont-elles difficiles à atteindre ?
- 7) Sur les niveaux d'évaluation de la performance :
 - i) Quels sont les processus d'évaluation de la performance propre à l'individu, au groupe et à l'organisation ?
 - ii) L'évaluation est-elle objective, subjective, ou mêlée ?
 - iii) Quelle est l'importance de l'information formelle, informelle ainsi que les contrôles dans le processus d'évaluation ?
- 8) Sur le système de récompense : quelles sont les récompenses financières et non financières attribuées aux gestionnaires et aux employés lors de l'achèvement des

- niveaux ciblés de la performance, ou de certains de ses aspects ? Inversement, quelles sont les sanctions attribuées dans le cas contraire ?
- 9) Sur la disponibilité des informations particulières : Quels sont les systèmes d'information et les réseaux détenus par l'organisation pour soutenir les opérations de gestion de la performance avec les flux de feed-back et d'information anticipatrice (*informations de précompensation [feed-forward information¹]*) ?
 - 10) Sur l'utilisation des informations et du contrôle :
 - i) Quel type d'utilisations sont réalisées avec les informations et les mécanismes de contrôle ? Ces utilisations sont-elles répertoriées dans la littérature ?
 - ii) Comment les contrôles et leur utilisation se distinguent-ils à travers les niveaux hiérarchiques de l'organisation ?
 - 11) Sur la dynamique du système de gestion de la performance :
 - i) Comment les changements internes et environnementaux de l'organisation affectent-ils le système de gestion de la performance ?
 - ii) Les changements réalisés dans la conception du système de gestion de la performance se font-ils de manière réactive ou proactive ?
 - 12) Sur la consistance du système de gestion de la performance : Quelles sont la puissance et la cohérence des liens entre les 11 questions précédentes et la manière de leur utilisation ?

Les éléments évoqués constituent des questions pertinentes pour l'analyse du système de gestion de la performance. Ils forment en même temps des composantes permettant sa conception et utilisation (Ferreira et Otley 2009).

En outre, ce qu'il faut retenir de ce cadre, vis-à-vis de la mesure et de l'évaluation de la performance (question 7), c'est la distinction entre l'évaluation individuelle, du groupe, et de l'organisation tout entière, en indiquant une certaine meilleure efficacité des évaluations globales. À propos de l'évaluation individuelle, Ferreira et Otley (2009) mettent une distinction entre l'évaluation de la performance routinière, effectuée par la GRH, et l'évaluation réalisée par les managers. L'évaluation du groupe concerne les équipes ou les unités organisationnelles.

Une autre distinction est également mise en exergue entre l'évaluation subjective et objective. L'évaluation subjective suppose que le poids des critères d'appréciation ne sont pas connus de l'évalué, alors que dans l'évaluation objective les résultats sont pris tels quels, sans ajustement particulier. L'évaluation objective est particulièrement adaptée lorsque le lien entre les efforts et les résultats ne sont pas ambigus, ou lorsqu'elle est admise comme pratique.

Le système de récompense (question 8) est indissociable de l'évaluation de la performance, car il s'appuie sur ses conclusions pour accorder les contreparties de son amélioration. Il est un outil essentiel pour la motivation des employés, l'alignement des objectifs individuels à celle de l'organisation, et pour l'obtention ou le renforcement des comportements désirés.

Toutefois, il est précisé que les incitations financières sont efficaces seulement lorsque les tâches ne sont pas complexes, ou lorsque la personne concernée possède des compétences suffisantes. Les stimulants informels tels que les encouragements et les considérations ont leur importance en tant que récompenses non financières.

Collier (2005) affirme en critiquant la première version du cadre² que malgré la reconnaissance du rôle joué par la culture organisationnelle sur le comportement des individus, le modèle exclut cette variable dans le cadre ce qui marque son incomplétude.

¹ Néologisme : « informations utilisées pour permettre à l'organisation de tirer parti de son expérience, de générer de nouvelles idées et de recréer des stratégies et des plans » (Ferreira et Otley 2009, 273).

² Version considérée, tout de même, comme inachevée par ses auteurs.

4.1.2.3. Les systèmes de mesure de la performance stratégique

Les cadres SPMS (*Strategic Performance Measurement Systems*) sont des modèles qui font partie des PMS (Gimbert, Bisbe, et Mendoza 2010). Ils ont la particularité de lier directement la stratégie au système de mesure de la performance, d'approcher la performance sur plusieurs perspectives, et de recourir à des indicateurs financiers et non financiers (Berry et al. 2009 ; Chenhall 2005). Chenhall (2005) identifie trois dimensions qui forment de tels systèmes et pour doter l'organisation avec une compétitivité stratégique :

- 1) La connexion entre la stratégie et les opérations tout au long de la chaîne de valeur ;
- 2) L'orientation vers la satisfaction du client associé à l'impact financier ;
- 3) L'orientation vers les fournisseurs et l'implication de ces derniers dans les processus métiers et l'innovation à long terme. La focalisation sur le fournisseur agit indirectement sur la compétitivité en passant par l'alignement de la production à la stratégie.

En somme, les SPMS se caractérisent par les aspects suivants (Bisbe et Malagueño 2012) :

- ◆ L'association entre la stratégie et les objectifs opérationnels ;
- ◆ Le recours à plusieurs perspectives dans la définition des indicateurs ;
- ◆ L'articulation de la stratégie dans chaque perspective à travers la suite d'éléments reliés : objectifs, indicateurs, cibles et actions ;
- ◆ La formalisation des liens de cause à effet entre les objectifs et les indicateurs ;

La formulation et l'implémentation de la stratégie sont les éléments centraux autour desquels les SPMS sont établis, avec la capacité de définir un modèle de causalité entre la stratégie et les opérations (Chenhall 2005). En ce sens, les SMPS sont censés faciliter le déploiement de la stratégie et sa communication sur les niveaux opérationnels (Bisbe et Malagueño 2012). L'étude de Gimbert, Bisbe, et Mendoza (2010) a montré qu'ils avaient un impact distinctif sur le processus d'élaboration de la stratégie en matière de variété et du nombre de décisions prises, dans la mesure où ils apportent sur le plan cognitif un raisonnement structuré et porté sur les différentes dimensions de la performance. Aussi, parce que sur le plan social ils favorisent la négociation, la légitimation et la validation. Les SMPS constituent de surcroît une base sur laquelle les mécanismes de l'apprentissage organisationnel peuvent s'accomplir (Chenhall 2005). Par conséquent, tout ceci contribue à améliorer l'efficacité du processus de décision (Bisbe et Malagueño 2012).

Dans ce genre de système, le PMS revêt un rôle crucial et stratégique dans la conduite de la compétitivité (Chenhall 2005). D'autres rôles ont par la suite émergé des SMPS ; parmi les plus importantes concernent l'intégration des propositions novatrices venant des niveaux inférieurs de l'organisation, et la mise au point de la stratégie après sa revue (Bisbe et Malagueño 2012).

Les SMPS ont donné naissance à plusieurs PMS tels que la pyramide de la performance, le tableau de bord du capital intangible, le tableau de bord équilibré (BSC) (Chenhall 2005), le tableau de bord (d'après le modèle français (M. S. Ravelomanantsoa 2009)), et le prisme de la performance (Gimbert, Bisbe, et Mendoza 2010). Le tableau de bord équilibré de la deuxième génération (cf. sect. 4.2.2.2.1) constitue l'incarnation même de ce type de systèmes, d'autant plus qu'il est un cadre en vogue pendant 27 ans.

Toutefois, selon des recherches portant sur l'implémentation de certains outils du cadre des SMPS, il a été remarqué qu'ils étaient accompagnés parfois d'une utilisation subjective ou déviée, puis suivie d'un échec (Berry et al. 2009). Certains auteurs déclarent que les SMPS peuvent avoir un effet positif sur la performance si la stratégie a été bien mise en place. D'autres ont relativisé cet impact selon le type d'environnement dans lequel s'exerce l'organisation. Il s'est révélé que les retombées diminuent en fonction de l'accroissement du dynamisme de l'environnement (Bisbe et Malagueño 2012). Globalement, les enquêtes n'ont

pas pu affirmer leur consécration (Chenhall 2005). Selon Berry et al. (2009), les principaux inconvénients des expériences faites avec SPMS reviennent à :

- ◆ L'approche descendante adoptée ;
- ◆ La focalisation sur l'aspect technique du contrôle, et l'abandon du contrôle informel ;
- ◆ L'inattention adressée au contexte de l'organisation.

4.1.3. Mesure de la performance de la chaîne logistique

La performance dans le domaine de la gestion de la chaîne logistique est axée sur des objectifs stratégiques qui s'expriment en matière de qualité, de réactivité, de flexibilité et de coût (Gunasekaran, Patel, et McGaughey 2004). Sa mesure se justifie selon Gunasekaran et Kobu (2007) par le besoin de (Balfaqih et al. 2016 ; Wen 2014) :

- ◆ S'assurer que les besoins des clients ont été satisfaits ;
- ◆ Mieux appréhender les processus ;
- ◆ Capturer les goulets d'étranglement, les gaspillages, les problèmes, et les opportunités d'amélioration ;
- ◆ Prendre les décisions adéquates ;
- ◆ Rechercher et promouvoir le progrès ;
- ◆ Faciliter la transparence et la coopération.

Cependant, l'appréciation de la performance de la chaîne logistique connaît quelques difficultés, différents modes d'évaluation, et plusieurs techniques de mesure lesquels seront cités dans ce qui suit.

4.1.3.1. Les approches de développement des SCPMS

Dans un travail qui consistait à repérer les différents types d'évaluation de la performance dans le domaine de la logistique, Wen (2014) avait décelé trois approches principales : les approches traditionnelles, les approches intégratrices et les nouvelles approches orientées processus. Dans un travail similaire, Balfaqih et al. (2016) ont mis en exergue trois approches (en passant en revue 83 articles portant sur les SCPMS) : l'approche par perspectives, l'approche par processus, et l'approche hiérarchique.

Dans ce qui suit, nous avons repris cette distinction pour présenter le développement courant des SCPMS, tout en ajoutant à cette récente étude les approches intégratrices, et ce, après avoir remarqué qu'il existait un bon nombre de recherches qui combinaient plusieurs méthodes.

4.1.3.1.1. L'approche par perspectives

Les chercheurs intéressés par la mesure de la performance de la chaîne logistique affichent l'utilisation de plusieurs critères afin de l'apprécier. Mais la notion de perspective est selon Balfaqih et al. (2016) subjective et liée au point de vue des chercheurs, même si parfois elle fait ressortir des liens entre les vues qui ont été adoptées. Otto et Kotzab (2003) en particulier se sont attelés à répondre sur une question cruciale qui les a interpellés. Ils se sont demandé si la mesure de la performance est payante. Les auteurs proposèrent dans leur dialectique de s'attacher à six disciplines couvertes par la chaîne logistique pour poursuivre les objectifs. Ils débouchèrent à la suite de cela sur six perspectives. Ils proposèrent également d'attribuer à chacune de ces perspectives une seule et unique mesure :

- 1) La perspective dynamique des systèmes ;
- 2) La perspective recherche opérationnelle ;
- 3) La perspective technologie de l'information ;
- 4) La perspective logistique (*logistics*) ;
- 5) La perspective marketing ;
- 6) La perspective organisation et stratégie.

Une classification rigoureuse intégrant et complétant le travail de Najmi, Gholamian, et Makui (2013)¹ a été effectuée plus tard par Balfaqih et al. (2016). Leur étude portant sur la mesure de la performance dans le contexte de la chaîne logistique a identifié 18 perspectives. Elle révèle le modèle du tableau de bord équilibré comme celui qui a fourni le plus d'influence, et qui a été le plus diffusé dans la littérature.

En reprenant, les résultats de ces auteurs nous avons appliqué une autre catégorisation basée sur le principe de Pareto². Nous avons pu dégager selon cette méthode les perspectives les plus importantes en nous appuyant sur leur nombre de résurgences dans la littérature. Ainsi, trois classes distinguables (cf. table 1.17) ont été considérées par le poids cumulé des perspectives (Laradji 2019). Ce poids a été exprimé en pourcentage du total des récurrences.

- ◆ La classe « A » : constitue les perspectives les plus importantes vu leur nombre de répétitions qui est très élevé. Cette classe, conformément à la loi de Pareto, représente 20 % des perspectives recensées. Cela équivaut aux 9 premières perspectives : finance/coût, client, apprentissage/innovation, processus interne, flexibilité, fiabilité, temps, réactivité, qualité ;
- ◆ La classe « B » : identifie les perspectives assez importantes et concerne 6 perspectives : l'information, l'efficacité, l'actif, ressource, extrant, environnement ;
- ◆ La classe « C » : révèle les perspectives ayant très peu d'importance en raison de leur moindre prise en considération par les chercheurs. Ces perspectives sont au nombre de 4 : intégration, ressources humaines, six sigma, risque.

Table 1.17. Catégories des perspectives appliquées aux SCPMS

Modèle	Classe	Perspectives	Répétition	Poids	Poids cumulé	Contexte empirique
BSC/Neighbourhood Rough-set Theory	A	Finance/Coût	42	20,39 %	20%	Finance
BSC	A	Client	25	12,14 %	33%	Marketing
BSC/Neighbourhood Rough-set Theory	A	Apprentissage/Innovation	21	10,19 %	43%	Ressources humaines
BSC	A	Processus interne	20	9,71 %	52%	Gestion des opérations
SCOR/Composants de la performance/Neighbourhood Rough-set Theory	A	Flexibilité	17	8,25 %	61%	Marketing/Gestion des opérations
SCOR	A	Fiabilité	10	4,85 %	66%	Marketing/Gestion des opérations
Neighbourhood Rough-set Theory	A	Temps	10	4,85 %	70%	Gestion des opérations
SCOR	A	Réactivité	9	4,37 %	75%	Marketing/Gestion des opérations
Dutch—German tomato SC/Neighbourhood Rough-set Theory	A	Qualité	8	3,88 %	79%	Gestion des opérations
	B	Information	7	3,40 %	82%	Technologie de l'information
	B	Efficacité	6	2,91 %	85%	Finance
SCOR	B	Actif	5	2,43 %	87%	Finance
Composantes de la performance	B	Ressource	5	2,43 %	90%	Finance
Composantes de la performance	B	Extrant : résultat	5	2,43 %	92%	Finance/Marketing/Gestion des opérations
Collaborative decision-making (CDM) approach	B	Environnement	4	1,94 %	94%	Environnement
	C	Intégration	3	1,46 %	96%	Technologie de l'information
Pratique dans l'industrie textile	C	Ressources humaines	3	1,46 %	97%	Ressources humaines
	C	Six sigma	3	1,46 %	99%	Gestion des opérations
	C	Risque	3	1,46 %	100%	Finance
		Total	206	100%		

Source : Retraitée de Balfaqih et al. 2016 Tab. 4 et réadapté de Laradji 2019 tab. 2.

À l'instar d'Otto et Kotzab (2003), nous avons également attribué à chaque perspective un contexte empirique afin d'identifier leur généralisation. En ne reprenant que la classe « A » des perspectives du tableau précédent et en les regroupant par discipline nous avons obtenu la table 1.18 (cf. p. suiv.). Celle-ci révèle que les perspectives de la classe « A » sont focalisées sur quatre disciplines : finance, marketing, ressources humaines et la gestion des opérations. Elle révèle aussi que les disciplines : finance, marketing, et ressources humaines sont représentés par une seule perspective, alors que la gestion des opérations par six perspectives.

¹ Lesquels ont fourni un panorama sur les fondements du SCPMS.

² Voir la section 2.3.1.1 pour la présentation de la méthode.

Si nous examinons de plus près les perspectives mentionnées dans la gestion des opérations, nous constaterons qu'en réalité la perspective processus internes n'est qu'une induction des autres (Laradji 2019). À vrai dire, nous avons pu voir dans la section 4.1.1 que la flexibilité et la fiabilité sont des dimensions qui sont attribuées au système productif.

Table 1.18. Catégorisation des perspectives selon les disciplines

Contexte empirique	Perspectives ^a	Poids	Model
Finance	Finance/Coût	20%	BSC/Neighbourhood Rough-set Theory
Gestion des opérations	Processus interne	10%	BSC
	Flexibilité	8%	SCOR/Composants de la performance/Neighbourhood Rough-set Theory
	Temps	5%	Neighbourhood Rough-set Theory
	Fiabilité	5%	SCOR
	Réactivité	4%	SCOR
	Qualité	4%	Dutch—German tomato SC/Neighbourhood Rough-set Theory
Marketing	Client	12%	BSC
Ressources humaines	Apprentissage/innovation	10%	BSC/Neighbourhood Rough-set Theory

Note : Les perspectives sont ordonnées selon leur poids d'importance dans la classe « A ».

Au vu des tableaux présentés et particulièrement pour le dernier, nous remarquerons également la prédominance du modèle du tableau de bord équilibré (BSC), et du modèle SCOR. Ceci marque comme l'avaient remarqué Balfaqih et al. (2016) une tendance de la recherche vers le développement d'un consensus terminologique dont la mesure de la performance de la chaîne logistique a tant besoin. Concernant la propagation du BSC, le phénomène s'expliquerait par le raisonnement consistant qui a fondé le cadre, et qui s'est basé sur la notion de causalité. En revanche, l'utilisation massive de SCOR revient probablement à l'approche par processus adoptée par SCC.

4.1.3.1.2. L'approche par processus

L'approche par processus n'a pas cessé d'influencer la recherche sur les systèmes de mesure de la performance dédiés à la chaîne logistique depuis que l'ISO (1994 ; 2000 ; 2009) a édifié les fondements de cette méthodologie. L'étude de Balfaqih et al. (2016) manifeste cette influence en dévoilant que 41 % des articles revus dans les deux dernières décennies portaient sur ce paradigme.

La finalité de l'approche par processus est de déceler les activités clés d'une organisation et d'établir une sorte de typologie afin de construire un management approprié¹. L'application de cette approche dans le domaine de la chaîne logistique a produit des typologies plus ou moins semblables. La table 1.19 ci-après a été conçue afin de récapituler les catégories conçues par différents auteurs. Ce recensement a été élaboré à partir de l'étude de Balfaqih et al. (2016) et complété par notre propre revue de littérature.

Table 1.19. Typologies des activités de la chaîne logistique

Chronologie	Référence	Catégories de processus
1996	Stewart (1997)	Modèle SCOR version 1.0 : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Planifier ▪ Approvisionner ▪ Fabriquer ▪ Livrer
2001	Stephens (2001)	Modèle SCOR version 5.0 : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Planifier ▪ Approvisionner ▪ Fabriquer ▪ Livrer ▪ Retourner
2003	Chan et Qi (2003)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Approvisionnement ▪ Logistique amont ▪ Fabrication ▪ Logistique externe ▪ Marketing ▪ Vente
2004	Gunasekaran, Patel, et McGaughey (2004)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planifier ▪ Approvisionner ▪ Fabriquer/assembler ▪ Livrer
2007	Yeh, Cheng, et Chi (2007)	Application de la technique de Six Sigma : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Définir ▪ Mesurer ▪ Analyser ▪ Améliorer ▪ Contrôler
2009	Guinet et Baboli (2009)	Selon une adaptation du modèle de Porter (1986) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Infrastructure ▪ Gestion des ressources humaines ▪ Développement des technologies ▪ Achat ▪ Logistique interne ▪ Production ▪ Logistique externe ▪ Finance ▪ Services

¹ Pour plus de précision, se reporter à la section 1.1.

Chronologie	Référence	Catégories de processus
2009	Ducq et Berrah (2009)	Extension du modèle SCOR <ul style="list-style-type: none"> ▪ Achat/Marketing ▪ Conception ▪ Planifier ▪ Approvisionner
2010	Wang and Chin (2010)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fournisseur ▪ Producteur
2012	Supply Chain Council (2012)	Modèle SCOR version 11.0 : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Planifier ▪ Approvisionner ▪ Fabriquer

À l'observation de la table 1.19, nous remarquerons qu'il y a un certain consensus entre les auteurs autour des types de processus. Cependant, nous avons vu qu'il était également utile de calculer le nombre de fois où chaque type de processus nominativement a été considéré. La table 1.20 montre que les processus incontournables lorsqu'on parle de la chaîne logistique sont : la fabrication, l'approvisionnement, la planification, et la livraison.

Table 1.20. Citations des types de processus

Type de processus	Nombre de citations
Fabrication/Production/Assemblage	6
Approvisionnement	5
Planification	4
Livraison	4
Retour	2
Logistique interne	2
Logistique externe	2
Achat	2
Vente	1
Services	1
Producteur	1
Mesurer	1
Marketing	1
Logistique amont	1
Infrastructure	1
Gestion des Ressources humaines	1
Fournisseur	1
Finance	1
Distributeur	1
Développement des technologies	1
Définir	1
Contrôler	1
Conception	1
Analyser	1
Améliorer	1

4.1.3.1.3. L'approche par hiérarchisation

L'approche par hiérarchisation considère que les indicateurs de performance doivent être structurés par niveaux avec un procédé d'agrégation concomitant. Plusieurs critères ont été suggérés pour refléter la hiérarchie des indicateurs. Certains auteurs considèrent que les indicateurs devraient accompagner la prise de décisions à différents niveaux hiérarchiques (cf. fig. 1.40) ; à chaque niveau, les besoins en information divergent particulièrement en matière de portée temporelle (Reix 1995).

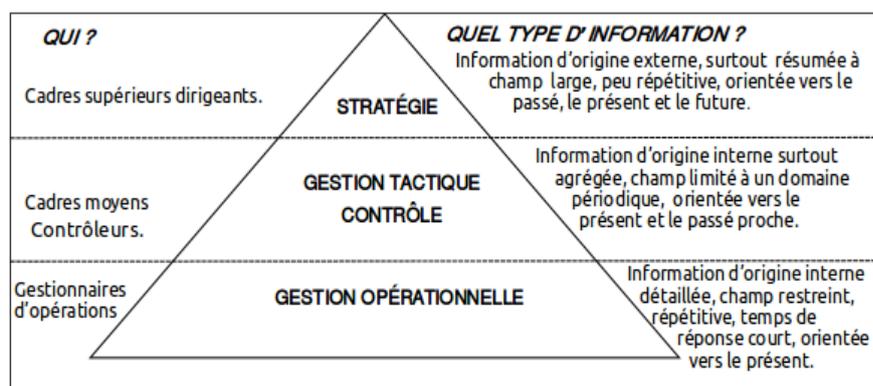


Figure 1.40. La hiérarchisation des besoins en informations. Par Reix 1995, 72.

Les indicateurs doivent refléter le déploiement de la stratégie au niveau opérationnel (Balfaqih et al. 2016). Suivant cette logique ils se distinguent d'après l'horizon de leur mesure en stratégique, tactique et opérationnel. Gunasekaran et al. (2004) reprennent cette articulation pour en faire un critère de catégorisation dans leur taxonomie des indicateurs de performance. Plusieurs auteurs par la suite (Berrah et Vernadat, 2012 ; Bhagwat et Sharma, 2009 ; Thakkar et al., 2009) ont repris directement ou indirectement le cadre Gunasekaran et al. (2004) et l'ont adapté à leur SCPMS.

Persson et Olhager (2002) proposent d'appliquer une hiérarchisation selon le niveau de composition d'un système, et suggèrent le niveau¹: basique, système et agrégat. Selon la même idée, Bullinger et al. (2002) distingue le niveau : fonction, processus, et chaîne logistique.

En mettant en avant le système de décision et la nécessité d'instaurer une cohésion entre le niveau inter-fonctionnel et inter-organisationnel Ducq et Berrah (2009) ont développé un SCPMS qui combine le modèle SCOR au cadre ECOGRAI². Les auteurs ont repris la hiérarchisation fonctionnelle de la grille GRAI — composante de ECOGRAI — afin d'intégrer le niveau local des centres de décision au niveau global de la chaîne logistique. La structure du système obtenu se présente comme suit :

- 1) Niveau de contrôle global : avec trois niveaux secondaires de décisions
 - i) Niveau stratégique : l'horizon des décisions est fixé sur 2 ans et révisé tous les 6 mois ;
 - ii) Niveau tactique 1 : l'horizon des décisions est fixé sur 1 an et révisé tous les 3 mois pour définir les moyens consacrés à l'atteinte des objectifs ;
 - iii) Niveau tactique 2 : l'horizon des décisions est fixé sur 6 mois et révisé tous les mois afin d'optimiser les flux tout au long de la chaîne logistique ;
- 2) Niveau de contrôle local : également avec trois niveaux secondaires de décisions, les deux premiers doivent assurer la synchronisation avec les deux derniers niveaux secondaires du niveau global :
 - i) Niveau stratégique : l'horizon des décisions est fixé sur 1 an et révisé tous les 3 mois ;
 - ii) Niveau tactique : l'horizon des décisions est fixé sur 6 mois et révisé tous les mois ;
 - iii) Niveau opérationnel : l'horizon des décisions est fixé sur 1 mois et révisé toutes les semaines.

4.1.3.1.4. Les approches intégratrices

L'état de l'art actuel des systèmes de mesure de la performance appliqués dans le contexte de la chaîne logistique indique l'association des différentes approches présentées dans les titres précédents. Sur la base du recensement fait par Balfaqih et al. (2016) nous avons remarqué que les approches intégratrices utilisant deux ou trois approches étaient de l'ordre de 34 % des articles revus. À l'intérieur de cette proportion, le nombre d'articles faisant la combinaison de deux approches — hiérarchisation et processus, hiérarchisation et perspective, processus et perspectives — était proche de 8 %. La proportion d'articles faisant l'assemblage des trois approches — hiérarchisation, processus, perspective — représentait 4 %, ce qui correspond à 3 articles seulement. Ces résultats pourraient être expliqués par la complexité du travail que revêt l'adjonction de telles approches.

Nous avons jugé utile de considérer parmi les approches intégratrices celles qui conjuguent plusieurs outils méthodologiques utilisés à des fins différents. Sur la base des travaux de Balfaqih et al. (2016) nous avons remarqué qu'entre les techniques recensées, certaines

¹ Ces niveaux sont expliqués dans la section 4.1.1.2. Ils ont été repris par Martínez Sánchez et Pérez Pérez (2005) pour présenter les niveaux de la flexibilité appliqués à la chaîne logistique.

² Voir la section 4.2.2.3.1.

présentaient quelque peu une concurrence telles que :

- ◆ Les techniques d'aide à la prise de décision dans un contexte multicritère :
 - ▶ AHP (*Analytic Hierarchy Process*),
 - ▶ ANP (*Analytic Network Process*),
 - ▶ PGP (*Preemptive Goal Programming*),
 - ▶ FAHP (*Fuzzy Analytic Hierarchy Process*),
 - ▶ MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*),
 - ▶ Théorie des ensembles approximatifs (*rough-set theory*),
 - ▶ MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*) ;
- ◆ Les techniques destinées à évaluer l'efficacité des processus telles que :
 - ▶ DEA (*Data Envelopment Analysis*),
 - ▶ OCRA (*Operational Competitiveness Rating Analysis*) ;
- ◆ Les techniques d'approbation basées sur les opinions :
 - ▶ La méthode Delphi,
 - ▶ Le sondage.

Par contre, d'autres techniques étaient utilisées de façon plus ou moins complémentaire et concernent :

- ◆ Les méthodes de l'incertain telles que la théorie des jeux et la logique floue ;
- ◆ La simulation.

Notons que la simulation au côté de la théorie de la chaîne de Markov sont des techniques recouru dans l'évaluation de la performance des processus métiers (Van der Aalst 1998), ce qui expliquerait leur emploi dans le SCM.

Balfaqih et al. (2016) avaient trouvé que les méthodes d'opinion : Delphi et le sondage, représentaient la plus grande part des techniques utilisées dans la recherche avec un pourcentage de 30 %. Elles étaient suivies des méthodes de l'incertain (24 %) et d'AHP (18 %). Par ailleurs, en nous appuyant sur les données fournies en annexe de leur article, nous avons trouvé que parmi les 83 études revues, 5 combinaisons de techniques étaient appliquées :

- ◆ 4 articles reliant AHP aux méthodes de l'incertain ;
- ◆ 1 article reliant les méthodes d'opinion aux méthodes de l'incertain ;
- ◆ 1 article reliant la simulation aux méthodes de l'incertain ;
- ◆ 1 article reliant les méthodes d'opinion à AHP ;
- ◆ 1 article reliant AHP à ANP.

L'ensemble des articles intégrant plusieurs techniques atteint donc 10 %, ce qui représente un taux faible. Mais les différentes combinaisons révèlent la persistance des techniques de l'incertain et la méthode AHP. Elles signalent, ce faisant, la tendance de la recherche lorsque des approches intégratrices sont adoptées.

4.1.3.2. Principe et difficultés de la mesure de la chaîne logistique

Au fil du développement de ce traité, nous avons observé les fondements d'élaboration des PMS dans le contexte de la chaîne logistique, mais nous n'avons pas vu comment la mesure devait se réaliser. À ce propos, Holmberg (2000) met l'accent sur le fait qu'il est nécessaire de percevoir les processus de la chaîne logistique comme des systèmes interdépendants. La mesure de la performance de la chaîne logistique nécessite d'évaluer l'efficacité des processus transversales en plus de son résultat global. Ceci vient du fait que ce résultat global dépend des variations de la performance des processus. Par conséquent, une surveillance doit être accomplie afin d'identifier les causes produisant des déviations vis-à-vis de l'atteinte des objectifs assignés (Varma, Wadhwa, et Deshmukh 2008).

En outre, Thakkar, Kanda, et Deshmukh (2009) avaient marqué les exigences d'un tel dispositif et sa nuance par rapport au traditionnel PMS. Ces auteurs considèrent qu'un SCPMS devrait revêtir certaines particularités :

- 1) Il doit être destiné à apporter aux cadres dirigeants des solutions pour améliorer la performance et la compétitivité de la chaîne logistique ;
- 2) Il doit contenir les considérations des maillons de la chaîne, refléter leur intégration et l'orientation stratégique ;
- 3) Il doit s'appuyer sur une planification avec laquelle la responsabilité de chaque participant et l'amélioration de la chaîne sont stimulées ;
- 4) Il doit contenir des indicateurs appréciant le concours de chaque maillon dans une nouveauté organisationnelle, la réalisation de la stratégie, et le renforcement de la compétitivité de la chaîne logistique.

La mesure de la performance de la chaîne logistique rejoint donc la vision de l'optimisation globale d'un système qui n'est pas forcément due à une optimisation partielle de ses sous-ensembles (J. Colin, Mathé, et Tixier 1998 ; Laurentie et al. 2000). Toutes ces assertions renvoient en fin de compte à l'adoption d'une approche systémique. Néanmoins, Balfaïh et al. (2016) dans leur revue de littérature sur les systèmes de mesure de la performance stipulent que peu de travaux examinent la chaîne logistique à partir d'une vue holistique.

La mesure de la performance de la chaîne logistique est reconnue, tout de même, comme n'étant pas un exercice facile (Basu et Wright 2008). Des difficultés apparaissent d'une part, de la profusion des indicateurs de mesures qui compliquent l'accomplissement d'un choix pertinent en regard de la complexité du système, et de l'autre de la multiplicité des objectifs : chaque maillon essaye d'atteindre ses propres buts sans tenir compte des intérêts des autres (égocentrisme des compagnies). Dans certains cas, des objectifs contradictoires apparaissent et produisent des comportements qui ont des conséquences négatives sur tout le système (Aramyan et al. 2007). Cet aspect pousse à croire qu'il n'est pas possible de mesurer la performance de la chaîne logistique sans qu'une organisation ne puisse dominer ses partenaires où qu'elle n'impose un certain pilotage moyennant l'influence (Basu et Wright 2008). Cependant, l'idée qui suggère de voir la chaîne logistique comme un enchaînement de processus implique la supposition que chaque maillon soit focalisé sur la satisfaction de son client direct. Ainsi, la mesure de la performance de la chaîne logistique d'un point de vue global devient vraisemblable, étant donné que la performance de chacun de ses segments se répercute sur l'autre (Basu et Wright 2008). par ailleurs, d'autres problématiques spécifiques à la mesure de la performance de la chaîne logistique sont essentiellement liées :

- ◆ Au manque de pertinence des métriques pour le benchmarking et la prise de décision, et la focalisation sur le coût (Beamon 1999) ;
- ◆ À la disproportion entre les indicateurs financiers et non financiers (Gunasekaran, Patel, et McGaughey 2004) ;
- ◆ À l'impertinence de certains indicateurs financiers en raison de leurs carences en matière de suivie des progrès, et à leur manque d'adéquation en regard de l'environnement actuel des entreprises (Balfaïh et Yunus 2014).

4.2. Le système tableau de bord

Le de tableau de bord est à l'origine une notion empruntée au monde des véhicules (avion, automobile, moto, etc.) pour désigner les instruments utilisés par les conducteurs afin de guider leur engin. Il est donc un artefact constitué d'un certain nombre d'indicateurs choisis pour assurer le pilotage d'une organisation ou d'une de ses parties (Plauchu 2005). Il reflète précisément le système de mesure de la performance.

Plauchu (2005, 9) définit un tableau de bord comme « un ensemble d'indicateurs permettant d'avoir une vue d'ensemble (sur l'entreprise, une fonction ou un projet), de suivre le niveau

de réalisation des objectifs, de déceler les écarts, les retards et les perturbations, et de prendre les décisions de pilotage qui s'imposent ».

Le tableau de bord ne doit pas être confondu avec le reporting même si ce dernier utilise des indicateurs. Les mesures du reporting sont plus synthétiques, orientées vers le passé, et destinées au sommet de la hiérarchie. Le reporting est plutôt focalisé sur l'aspect financier et stratégique de l'organisation (Plauchu 2005). Il se différencie également du tableau de bord par les analyses et les appréciations qu'il procure sur le niveau des moyens utilisés, sur le degré d'achèvement des activités, et sur les résultats atteints (Radnor et Barnes 2007).

Le tableau de bord se présente de manière structurée avec des indicateurs organisés selon différentes dimensions. Son architecture révèle en général les perspectives de la performance et les priorités de mesures vis-à-vis des exigences de suivi et d'évaluation.

Les cadres de conception du tableau de bord se sont proliférés à travers le temps. Ils seront exposés selon leur évolution. Mais avant cela, nous avons tenté de rassembler les principes globaux d'élaboration dans un titre à part entière.

Il est important de mentionner que la mise en place d'un système de mesure de la performance, c'est-à-dire, l'implantation d'un tableau de bord est un processus qui consomme beaucoup de temps, comme le fait remarquer (Bourne et al. 2000). La durée dépassant parfois 10 ans est liée aux difficultés de leur mise en place (Bourne et al. 2003a). Ce point a été traité dans un titre subséquent.

4.2.1. Principes de conception

L'élaboration d'un système de mesure de la performance, en l'occurrence un tableau de bord, suscite beaucoup de questions rassemblées par Neely, Gregory, et Platts (2005). L'une des importantes d'entre elles concerne les principes sur lesquels s'établit la conception. Sur ce sujet, Maskell (1991) apporte quelques éléments de réponses qui se focalisent sur le dispositif productif, mais qui restent néanmoins suffisamment génériques :

- ◆ Le rattachement du système de mesure à la stratégie de l'entreprise ;
- ◆ Le recours à des indicateurs non financiers ;
- ◆ L'utilisation de mesures variées adaptées pour chaque décomposition de l'organisation ;
- ◆ L'évolution des indicateurs en fonction des besoins du changement ;
- ◆ L'introduction de mesures non compliquées et faciles à employer ;
- ◆ Les indicateurs doivent être parlant dans la mesure où ils permettent de tirer des informations, ou faire des déductions (l'obtention d'un feed-back) ;
- ◆ Le système de mesure devrait conduire vers le progrès et ne pas se limiter à la surveillance.

Globerson (1985) avait proposé pour sa part des principes permettant de guider le choix des indicateurs :

- ◆ Les indicateurs devraient découler des objectifs de l'organisation ;
- ◆ L'objet de la mesure doit être bien explicité ;
- ◆ Les mesures devraient permettre la comparaison entre les entités (réalisation d'un benchmarking) ;
- ◆ La collecte des données et les modalités de calcul des indicateurs doivent être bien précisées ;
- ◆ Favoriser le rendu du calcul des indicateurs en valeur relative (ratio) plutôt qu'en valeur absolue ;
- ◆ Les indicateurs de mesure doivent être à la disposition de ceux qui gèrent la fonction concernée ;
- ◆ Les indicateurs sont choisis par concertation des personnes concernées ;
- ◆ Les indicateurs devraient être sélectionnés sur des bases objectives.

Ittner et Larcker (2003) avaient remarqué dans leur étude que les PMS portaient des erreurs relatives à l'absence de liens entre les indicateurs et la stratégie, et ce, malgré l'utilisation de cadres d'élaboration de tableau de bord (cf. sect. 4.2.2). Lorsque les indicateurs étaient identifiés, ils n'étaient pas validés, de plus, les mesures étaient mal formulées et mal jalonnées. À partir de ces constats, ils recommandèrent fortement de développer, avant toute autre chose, un modèle de causalité scientifiquement solide. Celui-ci devrait relier aussi bien les indicateurs non financiers aux indicateurs financiers qu'à des leviers d'action promouvant l'atteinte des objectifs stratégiques.

Par ailleurs, la dialectique formulée par Neely, Gregory, et Platts (2005) sur les PMS permet d'inférer en plus de ceux cités les principes suivants :

- ◆ Le PMS doit faire partie intégrante du système de contrôle stratégique ;
- ◆ Le PMS doit refléter les trois horizons de la gestion : le long, le moyen et le court terme ;
- ◆ Le PMS doit tenir compte de la culture de l'organisation ;
- ◆ Dans une entreprise industrielle, le PMS doit évoluer en fonction du cycle de vie des produits et être bien intégré au système productif ;
- ◆ Il est nécessaire de s'assurer que le PMS est cohérent, autrement dit que les indicateurs de performance n'entrent pas en conflit les uns avec les autres ;
- ◆ Le PMS devait être un système ouvert, c'est-à-dire attentif à l'environnement de l'organisation. En cela, l'écoute du client est primordiale, et l'établissement d'une veille concurrentiel est nécessaire ;
- ◆ Le PMS devrait être greffé au benchmarking ;
- ◆ Le PMS devrait être aligné à la structure organisationnelle.

Sur le dernier point, il est possible de présenter plusieurs types de tableaux de bord selon les besoins hiérarchiques du pilotage. Dans certains cas, le système de tableau de bord est une structure composite constituée de plusieurs autres tableaux de bord secondaire organisé de manière hiérarchique. Ces tableaux de bord annexes qui peuvent s'étaler sur plusieurs niveaux s'attachent à un, ou plusieurs objectifs assignés dans un niveau supérieur dans la hiérarchie (Plauchu 2005). Cette organisation du tableau de bord, qui répond à la logique de l'éclatement des objectifs stratégiques en objectifs tactiques puis opérationnels, est pratiquement calquée sur l'organigramme de l'entreprise et suit la configuration de la ligne hiérarchique.

L'intégration de l'environnement externe dans un PMS est un sujet qui a interpellé Neely, Gregory, et Platts (2005) sachant que peu de tableau de bord prennent en considération ce que font les concurrents. Ils estiment que le benchmarking est une technique adaptée pour remplir cette fonction.

Le benchmarking peut s'appliquer sur deux paramètres pour hisser la performance organisationnelle : l'action et la mesure. En ce qui concerne l'action, il s'agit de comparer les pratiques et d'intégrer celles qui se présentent comme meilleures. Concernant la mesure, des valeurs de référence, comme des cibles à atteindre par les indicateurs de performance, sont introduites dans un système de mesure de la performance. L'intégration de l'environnement externe par ce dispositif est présentée avec plus de précision à travers les deux titres qui vont suivre.

L'assignation des cibles revêt un élément essentiel à l'élaboration d'un tableau de bord. Il constitue un composant important dans le modèle de gestion du système de la performance développé par Ferreira et Otley (2009) (cf. sect. 4.1.2.2). Ce volet, qui est exposé plus amplement dans le titre suivant, est lié d'après les propos Bourne et al. (2000) à l'évaluation : il établit la phase d'utilisation des mesures.

4.2.1.1. Attribution des référents

Les tableaux de bord doivent être pratiques d'emploi et esthétique pour favoriser leur lecture ainsi que leur communication. L'interprétation rapide directe et utile des indicateurs est une qualité qui peut être apportée par à travers le balisage des valeurs de mesures. Ce dispositif qui permet de faire une comparaison entre la situation actuelle et la situation désirée s'effectue en instaurant l'un des trois possibles référents devant être définis au préalable : une cible, un objectif, ou une norme. L'intérêt de la définition d'un référent est en réalité triple (Mollard 2006) :

- 1) Il permet par une analyse d'écart de déduire les actions de soutien ou correctives à entreprendre ;
- 2) Il permet par l'analyse de la tendance d'évaluer le caractère positif ou négatif des évolutions ;
- 3) Il permet de constater plus facilement les nuances d'une bonne ou mauvaise performance, ou d'attribuer une appréciation qualitative à celle-ci.

En outre, si le système de mesure de la performance est relié à la stratégie, l'évaluation du niveau de la performance sévirait à réviser (Bourne et al. 2000) :

- 1) L'efficacité de la stratégie : la question engagée est celle de se demander si la stratégie déployée fonctionne ;
- 2) La bonne implémentation de la stratégie : c'est-à-dire s'assurer qu'elle a été réellement déployée, ou bien correctement déployée. Le test provoquera éventuellement la reconsidération des valeurs cibles, l'ajustement des indicateurs, la définition d'une autre mesure, ou la rénovation de la stratégie actuelle.

Les techniques de jalonnement des indicateurs sont variées, et se résument par (Mollard 2006; Globerson 1985) :

- ◆ L'exploitation des données historiques pour dégager une performance moyenne ou la plus élevée ; ou bien estimer de manière statistique une valeur prévue en utilisant la régression linéaire. L'information obtenue devra par la suite être améliorée selon les nouvelles données produites par l'activité. Il est également possible de dégager avec les données une courbe non linéaire qui sera considérée comme un modèle d'apprentissage ;
- ◆ L'application de la direction par objectif selon laquelle les responsables définissent eux-mêmes les cibles à atteindre, en fonction des ressources disponibles;
- ◆ L'examen précis des processus par lequel sera établie de façon normative une performance théorique. Par exemple, l'usage des méthodes de mesure du travail comme l'analyse du temps, ou l'usage des techniques associées à l'organisation scientifique du travail ;
- ◆ L'étude des exigences du client suite auquel se définiront des valeurs qui seront visées pour atteindre sa satisfaction ;
- ◆ Le recours au benchmarking en prélevant la meilleure performance enregistrée chez le concurrent, ou dans une autre unité organisationnelle comparable (cf. sect. 4.2.1.2) ;
- ◆ Se conformer aux normes internationales ou aux normes nationales. Lorsqu'elles existent, elles revêtent parfois un caractère légal et deviennent par conséquent obligatoires.

Le contrôle statistique des processus et la méthode des Six Sigma constituent d'autres techniques qui peuvent être exploitées pour définir des seuils de satisfaction. Elles peuvent être aussi employées dans le cadre de la mesure prédictive de la performance, pour définir des points de repère permettant d'alerter des anomalies allant se produire (A. Neely, Gregory, et Platts 2005). Originellement, elles font partie des outils de gestion de la qualité. Elles développent des indicateurs spécifiques pour mesurer la fiabilité des processus en fonction des défauts produits. Plus précisément, la méthode du contrôle statistique des processus

définit une limite inférieure et une limite supérieure (plage de tolérance) entre lesquelles la mesure devrait vaciller sans quoi un dysfonctionnement est anticipé. La méthode des Six Sigma développée par Motorola compare avec son principal indicateur de performance DPMO (Défaut Par Million d'Opportunités) plusieurs paliers de qualité standard exprimés par l'écart type. Selon la correspondance de la mesure avec l'un des niveaux, l'appréciation de la mesure s'effectue. Notons que Six Sigma associée à d'autres approches comme le Lean ont dépassé le stade de l'amélioration de la qualité, pour devenir une démarche de satisfaction totale des clients (Pillet 2005).

Les cibles peuvent être toutefois être introduit de façon statique, où ils restent inchangés sous l'hypothèse d'une certaine constance. Ils seront dans ce cas, redéfinis qu'après une nouvelle analyse. Ils peuvent être également introduits selon une approche dynamique qui permet de promouvoir l'amélioration continue. Les cibles seront modifiées graduellement lorsqu'ils ont été atteints, afin de parvenir facilement à réaliser un objectif plus important. Les modestes modifications peuvent être réalisées en fonction des améliorations prévues, selon entre autres le phénomène d'apprentissage (Mollard 2006; Globerson 1985). À ce propos, Gunasekaran et al. (2004) stipulent que la performance des processus de la chaîne logistique doit être comparée à des standards relativement stables.

4.2.1.2. Intégration de l'environnement externe

Les nouveaux systèmes de gestion de la performance donnent une grande importance à l'implication des parties prenantes pour soutenir l'organisation (Viara Popova et Sharpanskykh 2010). Ces systèmes sont censés être capables de favoriser la réactivité de l'organisation par rapport à son environnement interne et externe et permettre une évaluation de sa stratégie pour soutenir une amélioration continue (Garengo, Biazzo, et Bititci 2005).

Le benchmarking dans un système de mesure de la performance sert à intégrer l'environnement externe pour trouver des pistes permettant à l'organisation d'améliorer sa performance. Il est aussi un moyen de constituer une veille concurrentielle et d'intégrer les meilleures pratiques exercées dans le secteur (A. Neely, Gregory, et Platts 2005). Le benchmarking n'est pas seulement un outil de pilotage, mais aussi une technique d'amélioration de la qualité qui permet d'identifier les écarts de performance par une analyse comparative, de les amenuiser par l'étalonnage des mesures et l'imitation des meilleurs modes de fonctionnement des opérations (Kanji et Asher 1996).

On distingue en général le benchmarking interne et le benchmarking externe, suivant la source des informations utilisée. Hormis cette démarcation, le benchmarking peut être appliqué selon quatre directions (A. Neely, Gregory, et Platts 2005) :

- 1) Utilisation à orientation interne : le benchmarking interne sert à comparer la performance des unités organisationnelles appartenant à la même entreprise, et sachant qu'elles ont des traits suffisamment similaires ;
- 2) Utilisation à orientation compétitive : tourné vers l'environnement externe de l'entreprise, le benchmarking externe utilise les données récoltées de la concurrence directe pour en faire des points de références ;
- 3) Utilisation à orientation fonctionnelle : comme le précédent type, il s'agit d'exploiter les informations de l'environnement externe, mais à partir d'entités organisationnelles qui ne sont pas nécessairement des concurrentes ;
- 4) Utilisation à orientation générique : dans ce dernier cas, les références ont un caractère plutôt théorique, car il ne s'agit pas de les constater à partir d'entités particulières, mais plutôt à partir de normes générales, ou d'un fonctionnement idéal. Elles concernent donc des activités standards, communes par la plupart des organisations, comme le processus de traitement des commandes et le processus de livraison, etc.

La littérature est abondante sur la procédure de déroulement d'un benchmarking (A. Neely, Gregory, et Platts 2005). Dans le cadre de la gestion de la qualité totale, Kanji et Asher (1996) proposent neuf étapes, sommairement présentées ci-dessous :

- Étape 1. Définir la mission (rôle, but, objectifs) ;
- Étape 2. Identifier les facteurs clés de succès ;
- Étape 3. Déterminer les processus critiques pour faire intervenir les facteurs clés de succès ;
- Étape 4. Cartographier les processus, déceler les écarts et les déficiences ;
- Étape 5. Assigner des standards aux processus ;
- Étape 6. Déterminer comment mesurer les processus ;
- Étape 7. Voir comment les compagnies semblables effectuent le même processus.

D'après Neely, Gregory, et Platts (2005), la meilleure procédure proposée dans la littérature concernant l'implantation du benchmarking revient à Camp (1989). Ils ont ajusté les 9 processus lui revenant d'après les étapes suivantes :

- Étape 1. Déterminer le champ d'application de la comparaison ;
- Étape 2. Déterminer les entreprises avec lesquelles la comparaison devra être réalisée ;
- Étape 3. Déterminer la manière avec laquelle les informations seront collectées, puis exécuter l'opération ;
- Étape 4. Déterminer l'écart de performance ;
- Étape 5. Programmer l'amélioration de la performance ;
- Étape 6. Diffuser les résultats et obtenir une approbation ;
- Étape 7. Définir des objectifs fonctionnels ;
- Étape 8. Instituer les actions de progrès et surveiller l'évolution ;
- Étape 9. Réajuster le benchmarking ;

Ces étapes sont supposées permettre à une organisation d'acquérir une performance supérieure, en adoptant les meilleures pratiques observées dans le secteur. Nonobstant le benchmarking est considéré comme un outil et une démarche indépendante. Son enchaînement dans un PMS de manière adéquate et cohérente nécessite une adaptation. C'est dans cet esprit que Oge et Dickinson (1992) ont proposé leur modèle, dans lequel le benchmarking fonctionne conjointement avec un PMS (cf. fig. 1.41).

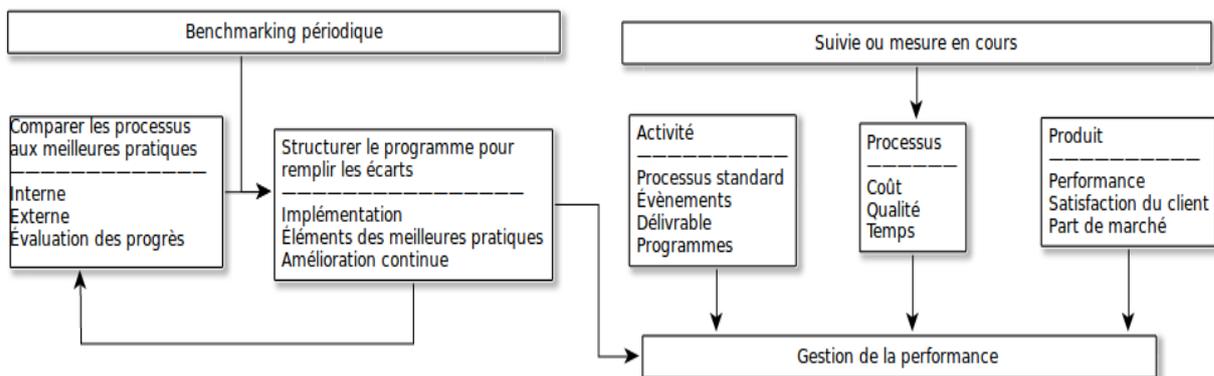


Figure 1.41. Benchmarking associé au PMS. Adaptée de Neely, Gregory, et Platts 2005, fig. 6.

4.2.2. Des cadres d'élaboration

Plusieurs méthodes académiques et pratiques se sont développées pour traiter la conception et l'implantation d'un tableau de bord avec des approches distinctes et originales (Bourne et al. 2003a). Afin d'avoir un aperçu homogène de leur différence nous les avons scindées en 4 types de méthodes : unidimensionnelles, multidimensionnelles, ontologiques et celles orientées sur le SCM. Les approches unidimensionnelles, qui sont focalisées uniquement sur des indicateurs financiers, ont été les plus critiquées, ce qui a conduit à l'apparition des

tableaux de bord multidimensionnels (Bourne et al. 2000). Les méthodes ontologiques par contre se sont développées distinctement, employant des techniques de représentation, l'approche systémique, et l'ingénierie des exigences pour assurer la consistance du PMS et pour mieux répondre aux besoins des organisations industrielles.

La démarcation élaborée peut être qualifiée de longitudinale. Elle est moins subtile à la typologie réalisée par Bourne et al. (2003a), mais contient l'avantage d'être plus facile à comprendre et montre clairement l'évolution du développement des systèmes de tableau de bord.

Notons que notre brève description des cadres d'élaboration ne concernera que ceux qui sont considérés comme populaires. Cette popularité qui n'a pas été étudiée empiriquement. Elle est envisagée dans notre texte de façon subjective. Elle se base en partie sur les propos de quelques auteurs (A. Neely, Gregory, et Platts 2005; Yenyurt 2003) et sur notre propre appréciation¹ fondée sur la récurrence de leur citation à travers les publications et dissertations.

Répondre à toutes les exigences formulées sur les tableaux de bord n'est pas évident à réaliser, bien qu'elles aient été suffisamment théorisées. Les différentes comparaisons réalisées sur plusieurs cadres et approche d'élaboration des PMS, ou tableaux de bord ont montré que chaque proposition présentait des avantages et des inconvénients. De même, aucune n'était totalement complète pour répondre à tous les aspects nécessaires au pilotage de la performance (Yenyurt 2003; M. Ravelomanantsoa, Ducq, et Vallespir 2010; A. Neely et Adams 2000).

4.2.2.1. Les méthodes unidimensionnelles

La mesure de la performance a débuté à l'ère préindustrielle et se basait à l'époque uniquement sur les informations comptables disponibles. La comptabilité générale ou financière et la comptabilité analytique ont joué juste après la guerre mondiale un rôle majeur dans la fourniture de mesures de performance, mais elles étaient essentiellement basées sur le coût (Bourne et al. 2003a).

Le contrôle budgétaire figure parmi les outils classiques de la mesure de la performance qui se rapporte à des considérations financières. Son mode de gestion est du genre rétrospectif. Il se base sur les ressources déployées et les compare au coût historique (Bouquin 2001). Comme il a été mentionné dans la section 3.1.1.2 et 4.1.1, le contrôle budgétaire et l'approche purement financière ont été lourdement critiqués. Nonobstant, certaines mesures ont émergé pour tenter de pallier ses carences, comme l'indicateur de la valeur ajoutée économique et l'indicateur de la valeur ajoutée des actionnaires. Avant de présenter ces deux majeurs outils rappelons que les principales mesures classiques à caractère financier sont : le ROI (*Return On Investment*), le ROE (*Return On Equity*), l'EPS (*Earning Per Share*), le ROA (*Return On Asset*), le ROC (*Return On Capital*) et le résultat résiduel.

4.2.2.1.1. La valeur ajoutée économique

Plus connu sous le nom d'EVA[®] (*Economic Value Added*) cet outil est en fait un index (indicateur composite) propriétaire² qui implique d'autres indicateurs subséquents. Son originalité consiste à introduire la notion du coût du capital (Yenyurt 2003). Ce dernier constitue le revenu qui incombe au pourvoyeur de fonds : les intérêts concernant les emprunts et le taux des gains exigé par les propriétaires (Rappaport 1998).

EVA est obtenue en constatant la différence entre le résultat net de l'entreprise et le coût du capital (cf. formule 4.2.1, p. suiv.) (S. Chen et Dodd 1997). Il est considéré comme une mesure notoire, appréciée par les financiers du fait qu'elle est portée sur la création de la

¹ Sans utiliser une quelconque mesure quantitative.

² Appartenant à *Stern Stewart Management Services*.

valeur, et du fait qu'elle incite à développer des actions dans le sens de la réduction de l'inefficience¹ (Yeniyurt 2003).

$$EVA = (ROI - CPMC) \times CI \quad (4.2.1)$$

$$ROI = \frac{RNE}{CI}$$

RNE : Résultat net d'exploitation ;

CI : Capitaux Investi ;

CMPC : Coût Moyen Pondéré du Capital.

L'EVA encourage l'organisation à exploiter l'effet du levier pour multiplier ses revenus. Elle se distingue des indicateurs comptables classiques (ROI, ROE, ROA, ROC, etc.) par sa capacité à donner une idée précise sur le profit économique, et par son aptitude à refléter l'impact sur la création de la valeur, de toutes les politiques entamées par les gestionnaires. Sur ce dernier point, trois alternatives s'offrent aux décideurs (Chen et Dodd 1997) :

- 1) Utiliser plus de ressources financières pour augmenter le profit d'exploitation ;
- 2) Diminuer les ressources financières en préservant le même niveau de profit ;
- 3) Initier des investissements qui produisent des profits supérieurs au coût du capital.

EVA a été admise comme un index ayant une grande retombée sur la valeur boursière des actifs, par conséquent, les investisseurs sont très sensibles à sa variation (S. Chen et Dodd 1997). Juste après son apparition elle a connu une popularité fulgurante créant un engouement par les compagnies, et ce, en croyant qu'elle était le nec plus ultra à la suite de quelques succès (S. Chen et Dodd 1997). Cependant, les études qui ont été menées pour évaluer cette mesure restent mitigées. Certaines considèrent qu'elle permet de prédire la valeur boursière, alors que d'autres estiment qu'elle est moins pertinente que les anciens indicateurs financiers comme le résultat résiduel (Yeniyurt 2003), ou le résultat d'exploitation (S. Chen et Dodd 2001). EVA est tout de même bien reliée à la bourse, et apporte de meilleures informations que les anciens indicateurs, mais en contrepartie, ces derniers sont plus pertinents à l'évaluation du profit comptable. Enfin, elle développe tout au moins le même effet que le ROI sur le comportement des managers (S. Chen et Dodd 1997).

4.2.2.1.2. La valeur ajoutée des actionnaires

En conséquence des limites des indicateurs comptables et du changement contextuel courant les années 80, la création de la valeur pour les investisseurs est devenue un standard international. La valeur ajoutée des actionnaires ou SVA (*Shareholder Value Added*) est une approche de mesure basée sur un ensemble d'hypothèses (Rappaport 1998) :

- ◆ Le gestionnaire développe un comportement qui n'est pas contre l'intérêt des investisseurs pour les raisons suivantes :
 - ▶ la mise en jeu de ses propres fonds dans le capital de l'organisation,
 - ▶ l'intéressement dans lequel il perçoit une prime de bonne performance,
 - ▶ l'exposition au risque d'une reprise par une autre organisation,
 - ▶ l'existence d'une compétitivité dans le marché du travail qui pourrait impliquer son remplacement ;
- ◆ L'arbitrage entre les intérêts des investisseurs (la valeur) et les autres parties prenantes (client, employée) doit être balancé vers les premiers lorsqu'il existe un conflit d'intérêts structurel, sans quoi l'organisation peut tomber dans l'échec, ou être amenée à se délocaliser ;
- ◆ La croissance des revenus ne se traduit pas nécessairement par une augmentation de la valeur économique pour diverses raisons : l'effet de l'inflation, et le déphasage entre la valorisation comptable des revenus et le cashflow (valorisation financière).

¹ L'amenuisement de l'inefficience s'effectue par réduction de l'utilisation du capital, ou par l'augmentation des revenus.

Comme l'EVA, le SVA se présente sous forme d'un indicateur principal qui prend en considération le coût du capital, mais à sa différence il le déduit du cashflow espéré (cf. formule 4.2.2). Ceci insinue que de la valeur pour les actionnaires est créée seulement si les gains générés par les capitaux investis sont supérieurs aux coûts qu'ils engendrent. SVA peut être autrement vue comme le cumul de la différence entre les valeurs annuelles créées pour les actionnaires dans une période de prévision (Rappaport 1998).

Le contraste entre EVA et SVA est substantiel dans la mesure où le niveau de granularité de l'évaluation peut être plus raffiné avec SVA. En effet, celui-ci permet d'évaluer une décision prise par les managers qui n'a pas forcément une portée sur toute l'entreprise. Ceci est possible en comparant la marge de profit créée, ou prévue, de chaque alternative stratégique avec le coût du capital qui représente un seuil de la performance (Rappaport 1998).

$$\begin{aligned}
 \text{SVA} &= \text{Valeur actuelle cumulée des cashflows} \\
 &\quad - \text{Valeur actuelle cumulée de l'incrémentation des investissements} \\
 &= \sum_{t=1}^{t=n} \text{RNE}_t (1 + \text{CMPC})^t - \sum_{t=1}^{t=n} I_t (1 + \text{CMPC})^t
 \end{aligned}
 \tag{4.2.2}$$

RNE : Résultat Net d'exploitation ;
CMPC : Coût Moyen Pondéré du Capital ;
I : Investissement ;
n : période de prévision.

Le lien entre SVA et les différentes stratégies possibles permettent ainsi de fixer des objectifs opérationnels, comme la croissance des ventes à un niveau qui dépasse un seuil requis. Globalement, les décisions prises pour augmenter le SVA peuvent être de nature :

- ◆ Stratégique en termes financiers : augmentation du capital par les emprunts ou par les fonds propres, autrement dit le choix d'une politique financière.
- ◆ Tactique : augmentation des stocks ou de la capacité de production ;
- ◆ Opérationnelle comme la fixation de la politique des prix, des promotions, et la diffusion de la publicité ;

L'équation de SVA est aussi rattachée à plusieurs variables critiques ou clés (*value drivers*), qui peuvent être entendues comme des sous-indicateurs reliés à des objectifs, et qui sont influencées par les décisions prises. C'est pour cette raison qu'on pourrait considérer SVA comme un système de mesure de la performance (cf. fig. 1.42).

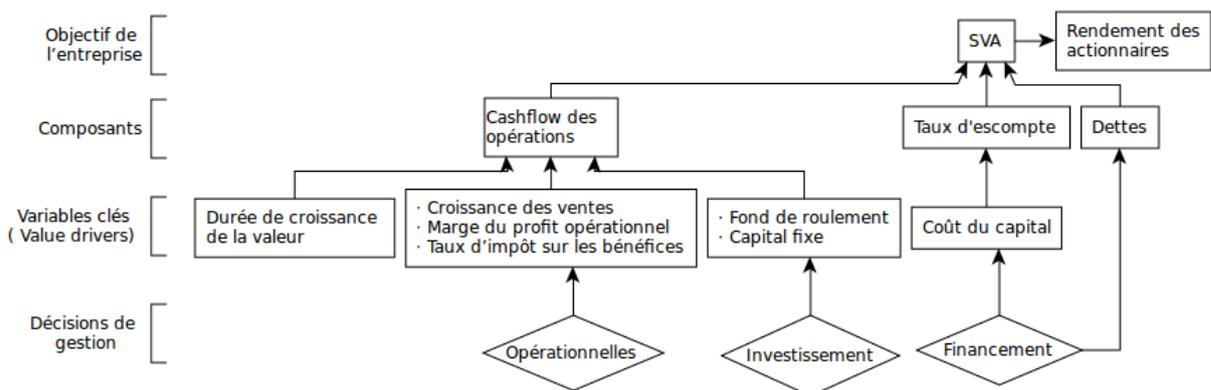


Figure 1.42. Système de mesure de la performance selon SVA. Adaptée de Rappaport 1998, fig. 3.1.

SVA est un PMS financier très puissant, nonobstant il lui est reproché de faire abstraction des attentes des autres parties prenantes de l'organisation. Dans certains contextes, il peut être utile, mais dans certains autres il peut mener vers la catastrophe (A. Neely et Adams 2000). Par ailleurs, il est focalisé sur le cashflow, c'est-à-dire sur le résultat de l'activité et non pas sur les facteurs les menant, ce qui handicape sa pertinence vis-à-vis du pilotage (Kaplan et Norton 1992).

4.2.2.2. Les méthodes multidimensionnelles

Les méthodes multidimensionnelles remettent en cause la prédominance des PMS basés sur une seule perspective. Ils ont tenté de proposer une nouvelle génération de tableaux de bord avec la principale préoccupation d'engendrer la satisfaction des parties prenantes, notamment le client externe, pour accroître la performance. La nature et le nombre de perspectives ainsi que leur cohérence a été un sujet de discussion, et même parfois de confrontation entre les différentes approches développées. Toutefois, au fil de leur alternance des leçons ont été tirées conduisant vers une certaine maturité observée. Le recours à la métaphore pour présenter certains d'entre eux témoigne, d'un autre côté, une conceptualisation hautement réfléchie et subtile. Cela dit, cela est sans surprise, car la réalité de la mesure est en essence complexe et inatteignable.

4.2.2.2.1. Le tableau de bord prospectif

Le tableau de bord prospectif (BSC¹) a vu le jour avec les deux auteurs Kaplan et Norton (1992) qui le prétendaient comme un outil n'ayant pas de précédent (Thakkar, Kanda, et Deshmukh 2009). Cependant, l'idée d'équilibre suggérée par ce modèle a été auparavant avancée par Parker (1979) (Johanson et al. 2006). BSC reste tout de même le tableau de bord le plus populaire, le plus promu (Bourne et al. 2003 a, 2003b) et le plus utilisé comme SCPMS (Balfaqih et al. 2016). Kaplan et Norton (1992) sont partis de l'idée qu'il faut équilibrer la structure d'un tableau de bord entre des indicateurs purement financiers et non financiers, et ce, après avoir recensé les carences et les inconvénients des systèmes traditionnels de mesure de la performance (Johanson et al. 2006). Ils insistent aussi sur le fait que les systèmes de mesure ne doivent pas contenir beaucoup d'indicateurs, et de ne choisir que les mesures qui sont pertinentes (Cobbold et Lawrie 2002).

BSC est adapté aux compagnies qui ont adopté une intégration transversale, l'amélioration continue, et l'esprit de la responsabilité du groupe (Kaplan et Norton 1992). Son approche repose sur certains principes de base, sur lesquels le cadre a été élaboré :

- ◆ La focalisation sur la stratégie : BSC est centrée sur la stratégie et non pas sur le contrôle traditionnel. Ce dernier a été critiqué comme étant trop rigide vis-à-vis du comportement des individus, parce qu'il fournit des informations tronquées, en se basant uniquement sur des considérations financières. Les changements constants dans l'environnement nécessitent de doter les employés d'une certaine flexibilité dans la conduite des actions, à condition que leur comportement s'inscrive dans le sens de la vision développée par l'organisation (Kaplan et Norton 1992) ;
- ◆ La causalité : c'est le fondement le plus important qui est apparu dans le cadre (après sa révision). Celui-ci rapporte l'idée de construire un modèle dont la relation de cause à effet est élicitée. La causalité signifie qu'une décision prise à un certain point d'une organisation fait apparaître des effets à un moment donné sur un autre point (Johanson et al. 2006). L'approche du BSC va plus loin en exposant comment il est possible d'améliorer le tableau de bord par la corrélation des indicateurs et la simulation (Bourne et al. 2003a). En mettant les liens de causalité par la corrélation, il est possible d'analyser les interactions entre les mesures, et d'évaluer le niveau d'impact des unes sur les autres. Par la simulation, des valeurs de référence peuvent être produites de façon prédictive, selon différents scénarios supposés (Bourne et al. 2003a) ;
- ◆ L'équilibre entre les indicateurs financiers et non financiers (cf. fig. 1.43, p. suiv.) : le cadre a été élaboré en prenant en considération les critiques faites sur les PMS purement financiers, et pour répondre aux besoins de conception d'un tableau de bord multidimensionnel. Par conséquent, BSC a marqué la genèse d'une nouvelle famille de

¹ *Balanced ScoreCard*. Nous l'avons précédemment désigné par le tableau de bord équilibré pour marquer le fait qu'il est proportionné.

tableaux de bord, en établissant dans son modèle quatre axes d'évaluation de la performance (Kaplan et Norton 1992) :

- ▶ La perspective client : elle s'intéresse à la vue externe menée sur l'organisation, particulièrement celle qui émane du consommateur. Sachant que le client apprécie l'offre qui leur est proposée en matière de qualité, de délais, de coût, et de service, les objectifs de performance doivent s'inscrire dans cette perspective en relation avec ces paramètres. Les indicateurs sont par la suite désignés en fonction de ces objectifs ;
- ▶ La perspective processus internes : les objectifs déterminés et centrés sur le client devraient être suivis par l'identification des facteurs clés qui permettent de les atteindre. Il est par conséquent nécessaire d'accompagner ces facteurs du succès avec des indicateurs, car c'est sur eux que les processus internes devront agir. Toutes les mesures liées à ces facteurs doivent être décomposées au niveau inférieur de la structure de l'organisation, jusqu'au niveau opérationnel pour diriger les actions ;
- ▶ La perspective apprentissage et innovation : BSC suppose que le levier de la productivité est obtenu par le processus d'apprentissage (Johanson et al. 2006). Sa démarche, qui identifie les facteurs au niveau opérationnel menant à une compétitivité par les paramètres évoqués dans la perspective client, exige des changements organisationnels et des améliorations continues, qui à leur tour impliquent l'enrichissement des connaissances et la promotion de l'innovation. Ainsi, les retombées de toutes les dispositions prises pour soutenir l'apprentissage et l'innovation doivent être évaluées par des indicateurs clés. Par exemple, le pourcentage des ventes des nouveaux produits est un indicateur destiné à mesurer l'innovation et les problèmes de conception ;
- ▶ La perspective financière : selon les développeurs de BSC, les résultats financiers peuvent être mesurés par le cashflow, le retour sur les actifs, et par bien d'autres indicateurs. Ils sont la conséquence de l'accroissement des ventes qui provient de la satisfaction des clients. Mais, le rôle le plus important confié aux indicateurs financiers est celui de corriger la stratégie mise en place, si les améliorations réalisées au niveau opérationnel n'arrivent pas à se traduire en une performance financière satisfaisante pour les investisseurs.

Les perspectives dans BSC n'ont pas en réalité la même importance, et le terme d'équilibre ne se réfère pas à cela. Pour les entreprises privées, motivées par le profit, la perspective financière prévaut sur les autres, alors que dans les organisations ne recherchant pas le profit cette perspective est placée en dernière importance (Johanson et al. 2006).

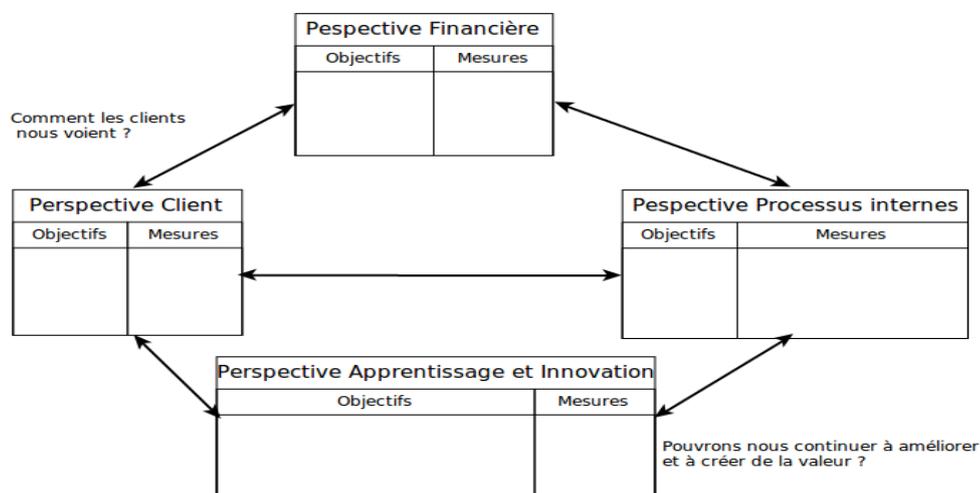


Figure 1.43. Le tableau de bord prospectif. Adaptée de Kaplan et Norton 1992, 3.

Le processus de mise en place d'un BSC prend sept phases, dans lesquels il est indiqué comment définir les objectifs de l'entreprise par des rondes de meeting et d'atelier de travail. Il est également montré comment intégrer la perspective client dans l'outil à travers une série d'interviews. Le tout conduit par des consultants. Cette première version désignée par *Putting the balanced scorecard to work* (cf. fig. 1.43) a été un peu floue, car elle proposait de faire une sélection d'un nombre restreint d'indicateurs au lieu de préciser comment les définir. De plus, l'assignation d'un indicateur à une perspective posait un léger flottement dans le choix (Cobbold et Lawrie 2002). Par la suite, une autre version sous le nom de *Translating strategy into action* faisait intervenir des animateurs (coordinateur, facilitateurs) au lieu des consultants. Elle montrait comment de manière structurée on pouvait dériver de la stratégie des objectifs et des indicateurs selon les quatre fameuses perspectives. Pour cela, il a été suggéré de poser de façon récurrente deux questions fondamentales : quoi ? Comment ?

Cette mouture a été en réalité développée sur les idées de Eccles et Pyburn (1992). Ces auteurs proposèrent ce qu'ils appelèrent un modèle de performance basé sur les liens de causalité (Bourne et al. 2003a). BSC a conséquemment intégré un nouveau composant : la carte stratégique, considérée comme un outil qui permet de bien formaliser le lien entre la stratégie et les indicateurs de mesures. La version s'est distinguée également en explicitant la relation entre la gestion stratégique et la gestion de la performance.

L'évolution du BSC s'est poursuivie pour fournir plus tard une troisième édition. Cette version améliorée a traité deux carences : le consensus sur les objectifs et l'assignation des cibles (Cobbold et Lawrie 2002). Deux particularités ont été constatées sur cette parution (Gurd et Gao 2007) :

- 1) Le développement d'un système de contrôle stratégique ;
- 2) L'élaboration de la dyade plan d'action — cibles, et son intégration à un système d'intéressement.

L'utilisation de BSC s'est diffusée de manière très rapide dans le monde des affaires et dans les organisations publiques avec des retours d'expérience mitigés. Il semblerait que les implémentations accompagnées d'une réussite étaient majoritaires (Johanson et al. 2006). Il n'en reste pas moins que comme tous les modèles, il n'est complètement pas parfait. Certaines critiques lui ont été attribuées :

- ◆ le BSC ne prend pas en compte de ce que font les concurrents, et donc il ne se préoccupe pas de son environnement externe (Holmberg 2000; A. Neely, Gregory, et Platts 2005) ;
- ◆ En dépit du fait que BSC a adopté l'idée de la causalité, les indicateurs clés de performance demeurent indépendants (Viara Popova et Sharpanskykh 2010) ;
- ◆ BSC est accusé de ne pas bien refléter correctement la relation cause à effet en raison de la mesure qui se fait au même instant. Certes, l'impact des actions mené et leur apparition prend du temps, ainsi, il existe un déphasage entre le moment où la mesure est réalisée et le moment où la performance se manifeste, ce qui remet en cause l'hypothèse de causalité (Nörreklit 2000) ;
- ◆ L'implémentation du BSC véhicule l'idée d'imposer la mentalité de la haute direction sur le reste de l'organisation, en raison d'une démarche qui ne sollicite pas la participation du personnel. Les cadres supérieurs se retrouvent en conséquence de cela devant le défi de répondre aux nécessités du modèle, tout en étant confronté aux obstacles liés à son implémentation (Johanson et al. 2006) ;
- ◆ BSC faillait à mesurer les apports de l'aspect humain dans l'entreprise, notamment à mesurer le niveau de la culture organisationnelle (environnement interne) et ses effets sur son fonctionnement. Le modèle s'est trompé aussi sur cet aspect, du fait que l'esprit humain, à moins qu'il ne soit aliéné, n'est pas contrôlable et ne doit pas être considéré comme un objet. Encore moins ses envies d'apprendre, d'innover et de créer.

Les managers doivent tout au plus les supposer, les encourager, et espérer en retour une contribution en faveur de la performance de l'entreprise (Johanson et al. 2006) ;

- ◆ Contrairement à ce qui peut être cru, BSC n'est pas générique comme il a été proclamé. Des études ont montré la nécessité de le modifier et de le réadapter au contexte des PME/PMI et aux spécificités des entreprises publiques. Pour les premières, l'attention est portée sur le court terme, alors que les organisations publiques, particulièrement celles qui ne cherchent pas de profit, la perspective finance est négligée, la perspective apprentissage est parfois complètement abandonnée. Par conséquent, dans certains cas l'utilité du tableau de bord est remise en question, dans d'autres cas, il est tout simplement transformé (Johanson et al. 2006) ;
- ◆ Selon Galasso et al. (2016), BSC n'intègre que des perspectives couvrant la coopération inter-fonctionnelle et ne propose pas la mesure de l'interopérabilité. En d'autres termes, BSC n'accorde pas de réflexion s'agissant l'intégration des systèmes et la constatation de la performance dégagée de la synergie organisationnelle. En ce sens, les nouveaux paradigmes tels que le réseau d'entreprise, l'entreprise virtuelle, la chaîne logistique ne sont pas assimilés.

4.2.2.2. Le navigateur Skandia

Développé par une société d'assurance scandinave, qui a d'abord inventé une fonction consacrée à la gestion du capital intellectuel, le navigateur Skandia est focalisé sur le levier du patrimoine intangible pour améliorer la performance de l'organisation (Edvinsson 1997 ; Yeniyurt 2003). Le tableau de bord a principalement pour objet d'évaluer l'actif intangible de l'organisation sur lequel les PMS classiques ont été blâmés, en raison de leur incapacité à le quantifier (Yeniyurt 2003). L'esprit du tableau de bord, qui au départ a été élaboré dans l'intention de constituer un reporting formalisé en une seule page, est fondé d'une part sur la volonté de soutenir à long terme les revenus, et de l'autre sur le besoin de construire une vue holistique et multidimensionnelle de la performance (Edvinsson 1997).

L'évaluation du capital intellectuel qui est une question problématique (Yeniyurt 2003), aussi bien dans la conceptualisation que dans la mesure, s'effectue d'après la logique de Skandia en s'appuyant sur une nouvelle comptabilité qui aura comme vocation l'extraction de la valeur et l'estimation du potentiel caché de l'organisation par un ensemble d'indicateurs. La philosophie de Skandia repose pour cela sur son propre modèle qui formalise un ensemble de concepts (cf. fig. 1.44.(a)) et dans lequel elle définit principalement le capital intellectuel comme la somme du capital humain et du capital structurel (Edvinsson 1997). De ces deux composantes découle une série de notions qui édifient en profondeur l'idée de valeur intangible, et permettent de comprendre comment la valeur du marché est créée. Dans ce modèle, le capital intellectuel est aussi important que le capital financier (Edvinsson 1997).

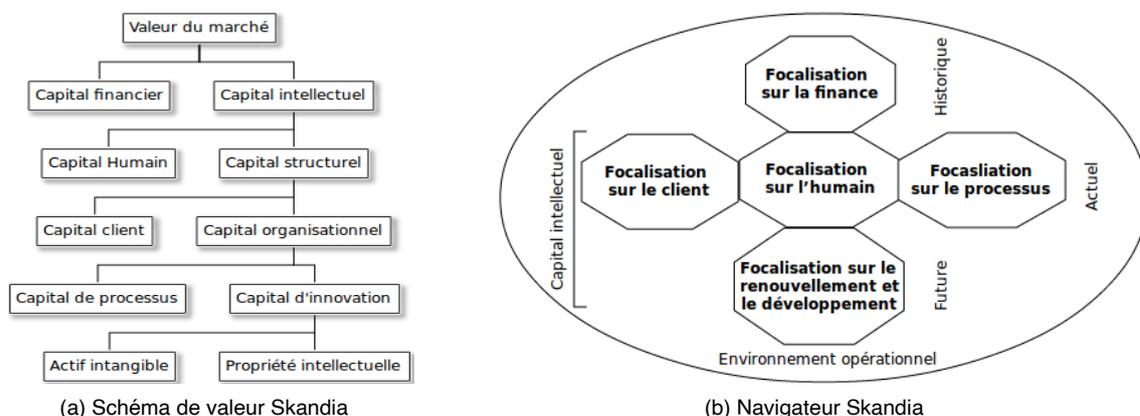


Figure 1.44. Tableau de bord de Skandia. Adaptée de Edvinsson 1997, fig. 3 et 4.

Le navigateur Skandia (fig. 1.44(b)) représente un tableau de bord qui concentre son attention sur les employés et s'appuie sur leur progrès pour soutenir la valeur future de l'organisation (Edvinsson 1997). Il est considéré comme assez proche du BSC, du fait qu'il retient pratiquement les mêmes perspectives et qu'il relie la stratégie aux indicateurs de mesures (Yeniyurt 2003). La perspective renouvellement et développement, qui est un supplément par rapport au BSC, constitue l'axe sur lequel les gestionnaires sont incités à prévaloir et à accroître le capital intellectuel (Edvinsson 1997). La perspective focalisation sur l'humain est pour sa part orientée vers la satisfaction des employés (Yeniyurt 2003).

4.2.2.3. Le prisme de la performance

Par analogie à l'instrument qui a plusieurs flancs et ayant la propriété de décomposer la lumière (qui symbolise la performance), le prisme de la performance est un PMS centré sur sa fragmentation en plusieurs dimensions (les rayons), en passant en premier par la satisfaction qui provient de toutes les parties prenantes de l'organisation. Cette métaphore conceptuelle nous rappelle la nécessité d'intégrer et de consolider toutes les perspectives qui peuvent être dégagées de l'organisation. Défilant soigneusement cinq axes de la performance, chaque position dans le modèle manifeste l'importance des perspectives adoptées (cf. fig. 1.45). Ainsi, la perspective satisfaction des parties prenantes se trouve au sommet de la structure révélant sa prépondérance, les perspectives : stratégie, processus et capacité, sont alignées au même niveau. La perspective contribution des parties prenantes, qui est à la base du dispositif, soutien les autres.

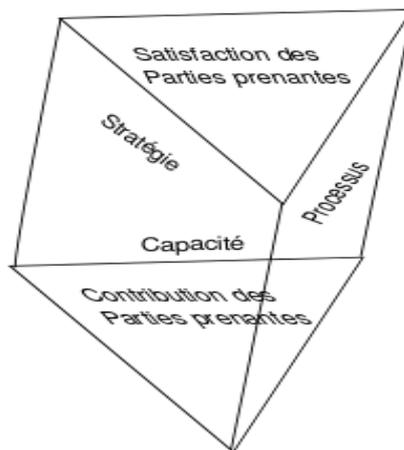


Figure 1.45. Prisme de la performance.
Adaptée de Neely et Adams 2000, fig. 1.

L'innovation du prisme de la performance ne provient pas seulement de ses perspectives non conventionnelles, mais plutôt de sa méthodologie qui suggère de formaliser les indicateurs à partir de la satisfaction des parties prenantes au lieu de la stratégie. Selon la logique qui sous-tend ce tableau de bord, c'est en connaissant quelles valeurs à apporter à ces protagonistes que la stratégie sera définie. Ces valeurs constituent les cibles à poursuivre, et la stratégie la manière de les atteindre¹. La stratégie est développée dans l'intérêt du groupe le plus influent dans l'organisation, et ses indicateurs prennent place pour vérifier si la stratégie est appliquée, et si les actions vont en sa faveur. Elle sert également à communiquer et à opérationnaliser un mécanisme d'intéressement (A. Neely et Adams 2000). Les processus seront là pour réaliser la stratégie alors que la capacité constitue le potentiel nécessaire pour faire fonctionner les processus et les faire progresser (individus, pratiques, technologie et infrastructure) (A. Neely, Adams, et Crowe 2001). Les mesures dans ces deux dernières perspectives seront consacrées à vérifier si le processus spécifié est mis en œuvre, et si les capacités requises sont disponibles, de même, pour motiver le personnel à les soutenir. La détermination des

¹ Et non pas un point de mire comme l'insinuent certains auteurs.

indicateurs dans la perspective processus doit être laissée aux principaux acteurs gérant les activités, car ils sont les mieux placés à connaître les besoins opérationnels de mesures, et à identifier les indicateurs appropriés. Les indicateurs de capacité doivent à la fois s'assurer que les ressources de l'organisation sont singulières, acquises ou programmées, et préservées pour développer un avantage concurrentiel (A. Neely et Adams 2000; A. Neely, Adams, et Crowe 2001).

Il faut savoir que la notion de parties prenantes s'adapte avec le contexte où les TIC jouent un rôle important dans l'économie. Ainsi les parties prenantes ne comprennent pas seulement les actionnaires, les clients et les fournisseurs, mais également, sans être exhaustif, les groupes de pression, les investisseurs, les autorités de régulation, les intermédiaires, certaines compagnies partenaires (qui offre un service complémentaire) et la communauté (A. Neely, Adams, et Crowe 2001). Le tableau de bord, en ce sens, tente de prendre en considération les attentes de toute personne ou collectivité pouvant jouer un rôle dans l'organisation (A. Neely et Adams 2000).

La contribution des parties prenantes est sans doute la perspective la plus originale par rapport aux autres cadres, tant pour son objet que pour sa position intentionnellement disposée par symétrie à la perspective satisfaction des parties prenantes. Elle exprime pour ainsi dire la contrepartie attendue et équivalente de ces acteurs. Pour reprendre l'allégorie, les deux facettes du prisme ont la même forme et dimension. On peut remonter cette conceptualisation aux influences du modèle emblématique de Barnard et Simon sur l'équilibre organisationnel. Dans ce modèle, chaque participant recevant une rémunération ou compensation apporte une contribution à la hauteur du retour reçu. Dans cet esprit, le prisme de la performance va mesurer pour chaque partie prenante son niveau d'apport dans la création de la valeur. Il mesurera par exemple (A. Neely et Adams 2000) :

- ◆ Le degré de loyauté et de profitabilité des clients ;
- ◆ La rapidité et la fiabilité des fournisseurs ;
- ◆ Les efforts physiques et intellectuels déployés par le personnel ;
- ◆ Le niveau des ressources financières injectées et le niveau du risque consenti concernant les pourvoyeurs de fonds (actionnaires, investisseurs) ;
- ◆ La rigueur et l'équitabilité des règles de la part des régulateurs, ainsi que les suggestions de la part de la communauté.

Le prisme de la performance constitue peut-être une petite révolution par rapport aux anciens PMS de la même lignée. Il a su dépasser certaines carences du BSC, en particulier en ce qui concerne sa généralité. Ainsi il peut être appliqué dans une entreprise à but lucratif ou non, du moment où les perspectives suggérées sont assez générales, et du fait qu'elles ne dépendent pas des particularités de l'organisation. D'un autre côté, la perspective satisfaction des parties prenantes à elle seule comprend la perspective financière, la perspective client et intègre d'autres négligées (A. Neely, Adams, et Crowe 2001). On peut voir à travers ce cadre une mixture de théories et d'outils entremêlés harmonieusement et structurés par perspectives. En effet, comme nous l'avons mentionné précédemment, la perspective contribution des parties prenantes peut être reliée à la théorie des organisations ; la perspective satisfaction au marketing et la gestion de la qualité totale ; la perspective processus à l'ingénierie des processus ; la perspective capacité au modèle SWOT ; et la perspective stratégie au domaine de la stratégie d'entreprise (dans le sens qui est apparu au début de sa théorisation).

4.2.2.2.4. Le système de mesure de la performance intégré

Le rassemblement des meilleures pratiques managériales et leur intégration dans un modèle de référence, avec lequel est audité l'organisation, et sur lequel est bâti un tableau de bord, constitue l'approche choisie par les auteurs du cadre IPMS (*Integrated Performance Measurement System* : système de mesure de la performance intégré). Élaboré par l'université

de Strathclyde, ce PMS repose sur l'idée principale de mettre en place des indicateurs qui ne sont pas en contradiction avec la stratégie. Ce fondement, qui n'est évidemment pas propre à ce cadre, est mis sur pied par l'instauration de deux propriétés interreliées (Bititci, Carrie, et McDevitt 1997) :

- 1) L'intégrité du système : cette qualité selon ce cadre pourrait être accomplie en suivant la théorie VSM (Viable System Model). Dans cette approche, chaque système doit contenir cinq sous-systèmes et un méta-système, avec des fonctionnalités particulières, pour que celui-ci soit viable ;
- 2) Le déploiement de la vision de l'entreprise : il peut être assuré par l'un des sous-systèmes selon le modèle de VSM. Il permet d'intégrer à la stratégie les mesures déployées sur les niveaux de l'organisation, par un mécanisme de gestion de la performance.

La gestion de la performance est également un apport de IPMS qui vient en concomitance avec son PMS qui se trouve en son centre. Il est considéré comme un processus dans lequel la vision de l'entreprise est d'une part propagée par une stratégie, des objectifs, des facteurs clés de succès, et des plans, de l'autre la vision est régulée par des retours d'informations provenant des indicateurs de performance. La gestion de la performance est en ce sens un mécanisme avec une boucle fermée qui exploite des mesures diversifiées — indicateurs financiers et non financiers — introduites dans un tableau de bord qui s'intègre à la stratégie et s'adapte à la structure, processus environnement de l'organisation, et à leurs relations (Bititci, Carrie, et McDevitt 1997).

Au final, IPMS se présente sous forme d'un modèle de référence (cf. fig. 1.46) sur lequel on essaiera de reproduire dans une organisation, en auditant son système de mesure actuel et en essayant de combler les écarts. L'architecture du modèle expose quatre niveaux d'agrégation : entreprise, domaines d'activité, processus métiers, et activités. Sur ces niveaux, la stratégie est propagée, et cinq facteurs sont retrouvés de manière récursive dans chacun d'eux : les parties prenantes, les critères de contrôle, les indicateurs externes, les objectifs d'amélioration, et les indicateurs internes. Un ensemble de techniques et de modèles sont prévus pour accompagner chaque niveau de la structure (Bititci, Carrie, et McDevitt 1997).

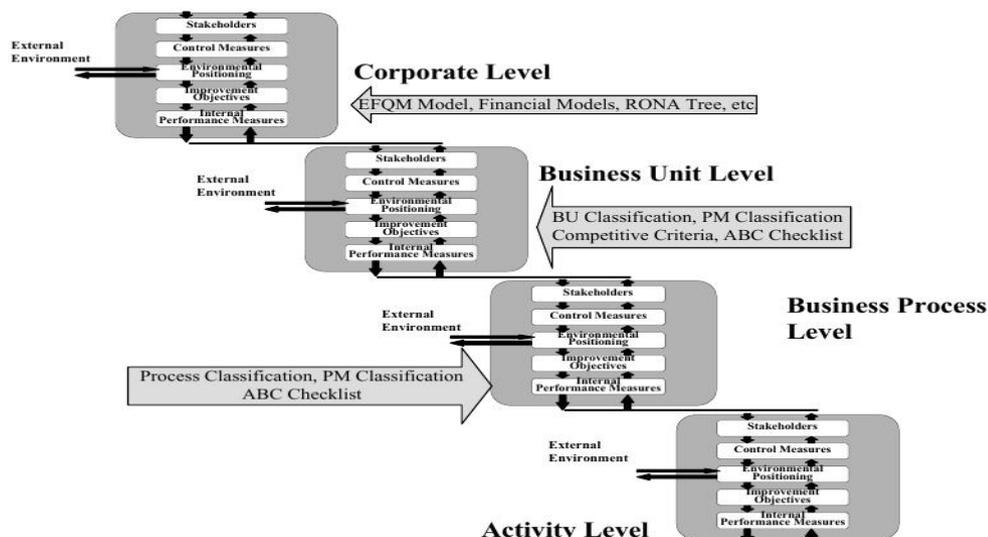


Figure 1.46. Modèle de référence du cadre IPMS. Par Bititci, Carrie, et McDevitt 1997, fig. 5.

IPMS est un cadre qui se distingue complètement de ses prédécesseurs (BSC, Navigateur Skandia, Prisme de la performance), notamment en ne s'appuyant pas explicitement sur la notion de perspective. Il a suivi une voie qui n'a pas été explorée auparavant. Il semble être plus large que les PMS cités, mais au détriment de la simplicité. En effet, il propose des concepts nouveaux et s'appuie sur une théorie qui est complexe en soi : la cybernétique. Cela

présume qu'il ne peut être implémenté que par ses concepteurs, ou par des consultants ayant une bonne maîtrise de sa praxis.

4.2.2.2.5. SCORcard

Nous avons présenté dans la section 1.1.3.4 le modèle SCOR comme un référentiel du management par le processus d'un point de vue général et comme un standard pour la gestion de la chaîne logistique dans un cadre particulier. La méthodologie qui a été déroulée sur ce même titre a révélé la possibilité de constituer un PMS dédié au pilotage du SCM.

Le SCORcard se présente dans la version 11 du référentiel SCOR comme un SCPMS qui possède quatre axes : fiabilité, réactivité, agilité, coût et gestion des actifs (APICS Supply Chain Council 2015). Notons que l'agilité remplace la flexibilité mentionnée dans la version 8 (Ganga et Carpinetti 2011), et que dans la première version du cadre il y avait quatre perspectives seulement : service client, flexibilité réactivité, coût et actifs (Allab et al. 2000). Ces dimensions sont considérées comme des attributs qui s'attachent au premier niveau du référentiel, à l'endroit où se situent les types de processus (APICS Supply Chain Council 2019). Elles sont toutefois distinguées en deux axes — celles focalisées sur la perception du client, et celles orientées sur la performance interne (Paul et Laville 2007).

Le modèle SCOR propose un catalogue de métriques prédéfini pour chaque classe de processus hiérarchisé dans son cadre (type, catégorie, élément). Considérées comme des indicateurs clés de performances, les métriques peuvent être incorporées directement au tableau de bord pour correspondre à la texture de la chaîne logistique cartographiée (Paul et Laville 2007). Les indicateurs qui se trouvent sur le premier niveau sont des attributs servent à comparer les organisations, et à situer leur position compétitive dans le secteur. Ils sont calculés indirectement à partir des sous-indicateurs qui coïncident au niveau inférieur du cadre SCOR (APICS Supply Chain Council 2019). Le SCORcard se présente donc avec une structure calquée sur l'architecture du modèle de description issu de l'application de la méthodologie SCOR (Paul et Laville 2007). La figure 1.47 donne un exemple d'une articulation des indicateurs clés de performances.

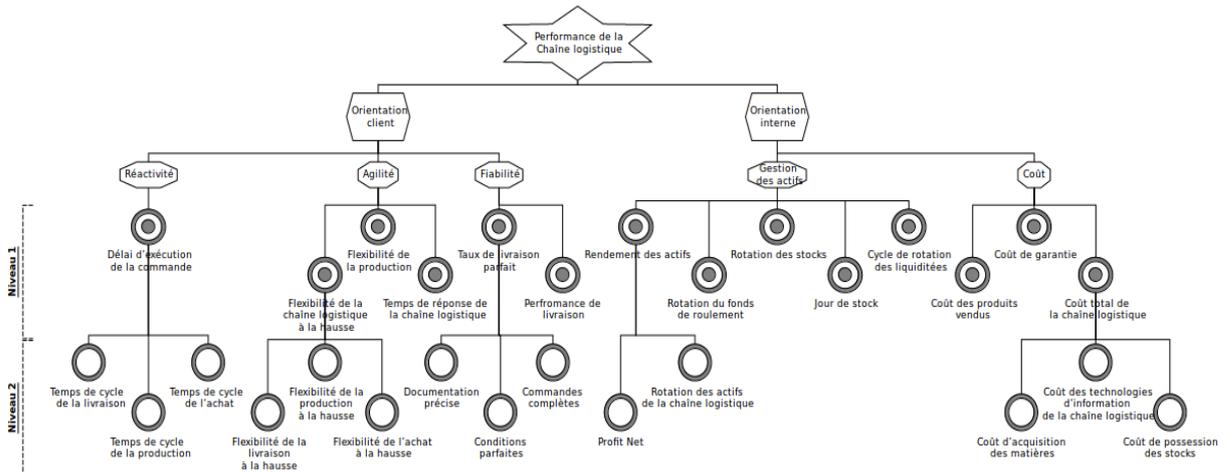


Figure 1.47. Exemple du modèle SCORcard. Adaptée de Ganga et Carpinetti 2011, fig. 6; Allab et al. 2000, fig. 9 ; Harmon 2002, fig. 5 ; Paul et Laville 2007, fig. 5.

4.2.2.3. Les méthodes ontologiques

Nous avons désigné les méthodes ontologiques concernant les cadres de tableaux de bord, ceux qui utilisent des techniques d'ingénieur pour spécifier les indicateurs, et ceux basés sur la modélisation conceptuelle des entreprises. Cette dernière qui est présentée plus amplement dans le chapitre 2 est inspirée de l'ingénierie des systèmes. Ainsi, ces méthodes marquent probablement la naissance d'une nouvelle génération de PMS qui ont la caractéristique d'être

rigoureuses et parfois plus aisées à implémenter, car elles utilisent des langages munis d'un certain formalisme favorisant leur exploitation par l'informatique de manière plus facile. Certaines d'entre elles s'appuient directement sur les théories des organisations (Bourne et al. 2003a) et par conséquent, elles ont un fondement théorique solide.

4.2.2.3.1. ECOGRAI

ECOGRAI est une méthodologie de développement d'un système de mesure de la performance, essentiellement basée sur la technique de modélisation GRAI présentée dans le chapitre 2. La démarche a été initialement développée pour les entreprises industrielles, dans le but de piloter le système de production (Bourne et al. 2003a). L'objectif était de construire un tableau de bord cohérent entre les objectifs et les décisions, tout en présentant un petit nombre d'indicateurs (M. S. Ravelomanantsoa 2009).

L'approche de ECOGRAI est centrée sur la prise de décision, et s'articule autour de six phases essentielles en considérant l'entreprise, d'un point de vue conceptuel, comme une entité composée de trois sous-systèmes interreliés : le système physique, le système informationnel, et le système décisionnel (Bourne et al. 2003a). Le PMS découle du système physique (les fonctions) et du système décisionnel (les centres de décisions). Il est implanté dans le système informationnel selon les étapes suivantes (Bourne et al. 2003a ; Ravelomanantsoa 2009) :

- Étape 1. Constitution de la grille GRAI : cette première étape plus amplement expliquée dans la section 1.2.3.1 du chapitre 2 va constituer une matrice représentant les fonctions de production, les centres de décision, et la dimension temporelle des objectifs (cf. chap. 2, fig. 2.6) ;
- Étape 2. Identification des objectifs : pour chaque fonction et centre de décision liés à la production, des objectifs sont définis. Au niveau global du système de production, des objectifs généraux sont également définis. Le développement des objectifs sur les centres de décision suivra une approche descendante d'après les trois horizons temporels : stratégique, tactique, et opérationnel. Par contre, l'évaluation de la performance sera ascendante par mécanisme d'agrégation, ainsi, la performance opérationnelle sera comptée dans à la performance tactique, et cette dernière dans la performance stratégique ;
- Étape 3. Identification des variables de décision : il s'agit dans cette étape de déterminer les leviers mis à disposition au gestionnaire et d'analyser leurs liens, leur cohérence, et leur priorité avec les objectifs ;
- Étape 4. Attribution des mesures : les objectifs et les variables de décision leur sont rattachés des indicateurs. Ces mesures sont bien spécifiées et formalisées afin de faciliter leur introduction dans une plateforme informatique. Mais avant cela, leur cohérence aux objectifs et aux variables de décision est analysée en utilisant un outil mis au point pour cela, il est désigné par la table de correspondance ;
- Étape 5. Conception du système d'information : cela revient à élaborer une base de données qui contient les caractéristiques de chaque indicateur. En cela, la spécification contiendra : le nom de la mesure et son emplacement, la fonction et le centre de décision relié, les objectifs et les variables de décision rattachés, les données nécessaires, les traitements à effectuer, les résultats éventuels non conformes, et la façon d'exposer les indicateurs ;
- Étape 6. Implémentation du système des indicateurs dans le système d'information : cette dernière étape implique la sélection du mécanisme d'exploitation des données qui peut se faire selon plusieurs technologies, telles que l'OLAP¹ et l'EIS².

¹ *On Line Analytical Processing.*

² *Executive Information System.*

La mise en place du système de mesure de la performance selon ECOGRAI est effectuée avec la participation de trois types de groupes (Bourne et al. 2003a) :

- 1) L'équipe de synthèse qui approuve le travail effectué par les autres équipes ;
- 2) L'équipe fonctionnelle qui précise les indicateurs de performance ;
- 3) L'équipe d'analystes qui examine les indicateurs de performance et leur système, et présente les résultats de leur étude.

4.2.2.3.2. MetricM

Neely, Gregory, et Platts (2005) avaient évoqué dans leur article situant l'état de l'art des PMS le problème lié à l'éventuelle existence de conflit entre les indicateurs de mesure. Cette question n'a été adressée d'aucune façon par les cadres d'élaboration, à l'exception de ECOGRAI de manière plus ou moins formelle. Cette question est importante, d'autant plus que l'interprétation des mesures par les différents acteurs concernés peut causer des problèmes, tels que la prise de décision erronée lorsque la sémantique utilisée n'est pas partagée. La représentation graphique des indicateurs permet, d'après certains auteurs, d'avoir un aperçu de leurs effets sur la performance, et ainsi identifier les discordances et les contradictions (Strecker et al. 2012). Par ailleurs, le développement des langages de modélisation d'entreprise dans les années 90 a favorisé l'apparition de techniques orientées but, initialement utilisées dans l'ingénierie des exigences, telles que i^*1 , KAOS², NFR³, GBRAM⁴, et pour traiter le problème des conflits entre les parties prenantes. Celles-ci sont des approches rigoureuses qui ont pour objet de représenter les objectifs et leurs interdépendances. Elles permettent par conséquent de détecter les vulnérabilités d'un système et sa consistance. Par la suite, d'autres travaux ont été menés de façon similaire pour lier les indicateurs au processus métiers et aux objectifs, pour aussi les spécifier, les formaliser, et étudier leur cohérence (Roubtsova et Michell 2014; V. Popova et Sharpanskykh 2006; Viara Popova et Sharpanskykh 2010; 2011; Pourshahid et al. 2009; del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés 2010). Quelques-unes de ces travaux ont fourni les premières bases au développement de MetricM (Strecker et al. 2012).

MetricM n'est pas à vrai dire un cadre d'élaboration d'un PMS, mais un langage de modélisation spécifique à ce dernier domaine. Il permet de faciliter la communication entre les parties prenantes, de clarifier les liens entre les indicateurs et les processus, de révéler les interdépendances entre les indicateurs, et de construire une compréhension partagée sur le système de mesure. Pour accomplir cela, le raisonnement de la méthode s'est reposé sur les fondements ci-après (Strecker et al. 2012) :

- ◆ La transparence et la traçabilité : ce premier principe renvoie à la mise en exergue des intentions et des hypothèses qui soutiennent la définition des indicateurs et de leur système. La traçabilité présume la justification des indicateurs ;
- ◆ La définition précise de l'indicateur : ceci insinue la formalisation des indicateurs et de leur spécification, afin de construire une interprétation commune et d'éviter les ambiguïtés ;
- ◆ La multiplicité des niveaux d'abstraction et des perspectives : en raison des différentes préférences en matière du niveau de détail, des perceptions, et des attentes des parties prenantes, il est nécessaire de constituer un raffinement et de définir plusieurs dimensions pour les indicateurs ;
- ◆ La contextualisation : dans ce principe, l'indicateur doit être adapté aux circonstances de l'organisation : processus, ressources, rôles, responsabilités, et scénarios de décision.

¹ Prononcé *i stars* pour désigner *distributed intentionality*.

² *Knowledge Acquisition in automation*.

³ *Non-Functional Requirements Framework*.

⁴ *Goal-Based Requirements Analysis Method*.

Ces principes ont constitué le cadre dans lequel le langage de modélisation a été conçu. Ce langage a été par la suite conjugué avec la plateforme de la technique MEMO⁵. Toutefois, les développeurs de MetricM mentionnent qu'il peut être intégré à n'importe quel autre langage. MEMO a été favorisé en raison de sa composition, qui à l'origine possède les perspectives et les concepts requis à l'édification de la méthode. Ainsi, le langage de MetricM se présente avec les symboles empruntés et étendus de MEMO (cf. fig. 1.48).

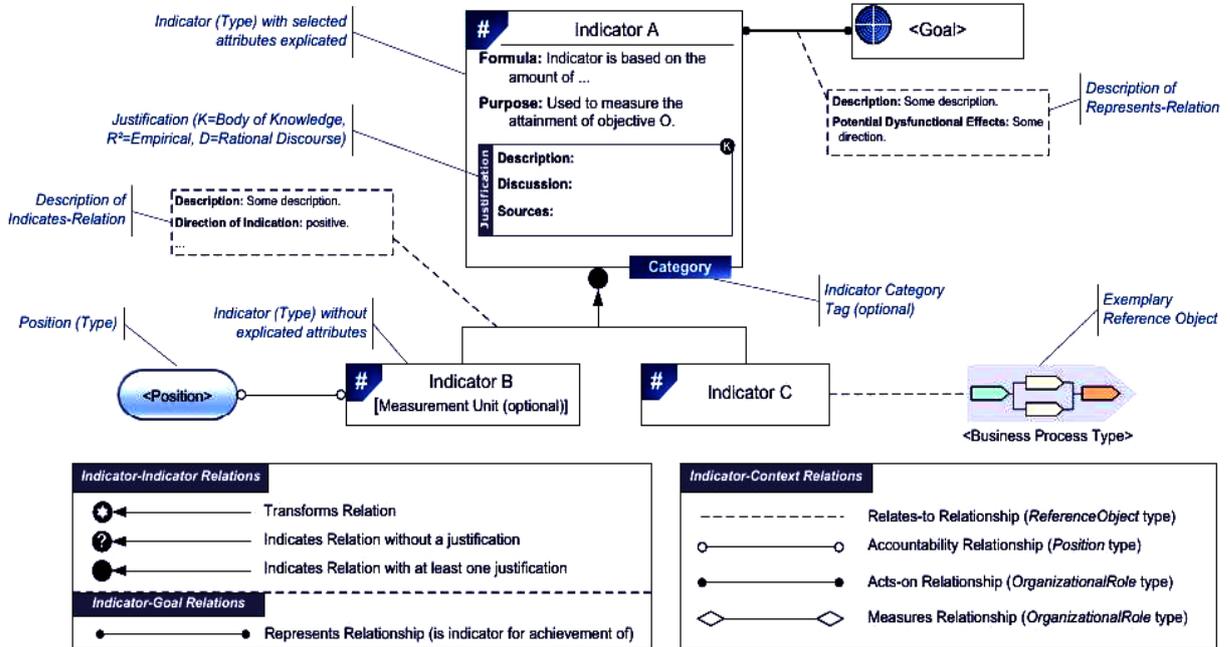


Figure 1.48. Les symboles de MetricM. Par Strecker et al. 2012, fig. 3.

L'exemple de la figure 1.49 donne un aperçu d'un PMS qui peut être élaboré avec le langage MetricM. Les relations entre les indicateurs sont formalisées et leurs liens avec les objectifs et les processus métiers (contexte de l'organisation) sont précisés. Les perspectives des indicateurs (finance, client, processus interne, apprentissage) sont également exposées.

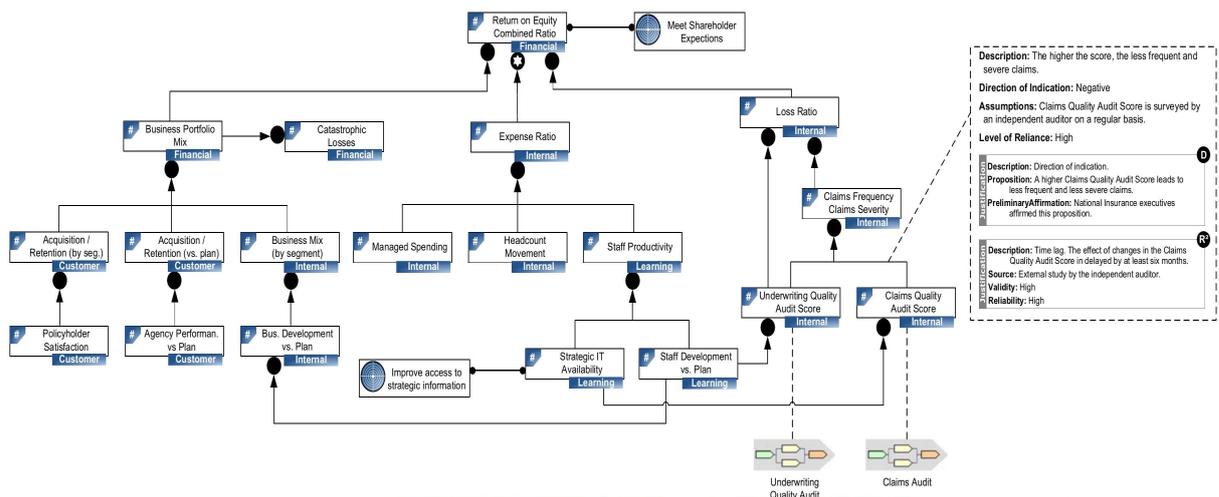


Figure 1.49. Exemple de PMS conçu avec MetricM. Par Strecker et al. 2012, fig. 6.

Rappelons que la méthode ne suggère pas de dimensions pour l'évaluation de la performance. Elle ne dicte pas non plus la façon avec laquelle les objectifs sont déterminés. Elle jette seulement la lumière sur :

- ◆ Les dépendances entre les indicateurs avec lesquels il est possible de détecter de nouvelles relations non soupçonnées ;

⁵ Multi-Perspective Enterprise Modeling.

- ◆ Les liens directs et indirects avec les objectifs, et dans quelle mesure ces derniers peuvent être influencés par les indicateurs ;
- ◆ La manière avec laquelle se reflète le niveau d'accomplissement des objectifs sur les indicateurs ;
- ◆ La consistance du PMS, et comment il est possible de l'améliorer en ajoutant ou supprimant des objectifs.

4.2.3. Difficultés de mise en place

La mise en place d'un tableau de bord signifie l'initiation d'un projet d'amélioration qui implique certains changements organisationnels, et comme tout projet de ce genre la communication est un facteur important à sa réussite. Être attentif aux préoccupations des acteurs et employer l'intelligence relationnelle sont les deux principaux moyens pour préparer le terrain et remédier aux réticences qui peuvent apparaître. L'aspect psychologique y est pour beaucoup, en cela il est nécessaire de présenter le système avec ses atouts, plutôt que de se focaliser sur sa magnificence technique, qui pourrait provoquer une incompréhension de la part des acteurs. En effet, les personnes impliquées ne sont pas en général familières avec les concepts complexes utilisés, et en fin de compte, ils ne voient pas leurs utilités (Engerran, Ledauphin, et Le moigne 2005). Toutefois, cela reste insuffisant et dans la plupart des cas se développent, sous une forme ou une autre, la résistance aux changements (Bourne et al. 2003b).

D'après une étude longitudinale réalisée par Bourne et al. (2000) sur la question du processus de mise en place d'un tableau de bord, les auteurs ont découvert trois principaux facteurs qui constituent des obstacles à sa bonne tenue :

- 1) L'adversité de certains individus à implanter des indicateurs de mesure. Ce phénomène est dû selon les auteurs aux préjugés des employés sur la reconfiguration du pouvoir, et sur la durée de mise en place de l'outil ;
- 2) L'état du système informatique devant servir de support pour l'implémentation du système. À ce propos, la taille des données à manipuler et l'efficacité des logiciels mis en service jouent un rôle important. Lorsque le nombre de mesures employées et les informations liées ne sont pas très importants, il est possible de recourir à une procédure semi-manuelle dans la collecte et le calcul des indicateurs (utilisation d'un simple tableur). Dans le cas contraire, il est nécessaire d'automatiser le dispositif par des applications issues du domaine de l'informatique décisionnelle pour traiter la quantité énorme d'information (logiciel de reporting et de constitution des cubes OLAP). Toutefois, l'usage de ces systèmes informatisés peut être remis en cause lorsque des carences de fiabilité surgissent. D'après Engerran (2005), il serait trop risqué de confier un projet de tableau de bord à une équipe qui contiendrait trop d'informaticiens, car cela engendrerait une lourdeur provenant de la sélection des outils adéquats pour une implémentation maîtrisée ;
- 3) Le manque d'implication des chefs dirigeant dans le processus de mise en place. Parfois, l'attention des managers est détournée par des problèmes qui leur semblent plus urgents à régler. De ce fait, il se peut que l'édification d'un tableau de bord perde sa priorité, ou tous simplement elle est abandonnée.

Sur le plan théorique, Bourne et al. (2003b) avaient essayé d'expliquer pourquoi l'implantation d'un tableau de bord échouait, en revenant aux principes et démarches du management du changement. Ils avaient conclu qu'il était d'abord un processus incomplet en le comparant au modèle de référence de Lewin. Ce fameux modèle comprend trois phases : dégel (*defreezing*), mouvement (*moving*) et regel (*refreezing*). La mise en place d'un tableau de bord engage uniquement la première étape, qui consiste à dissoudre la situation actuelle inappropriée par la création d'un sentiment d'insatisfaction chez les acteurs, et jouer sur les rapports de force entre ceux qui sont pour et ceux qui sont contre le changement, à travers la

dynamique du groupe (agir sur les normes, les valeurs et les rôles). Ensuite, les auteurs avaient remarqué qu'un tel projet ne devrait pas être initié selon la théorie de la contingence du changement, sauf si les modifications mineures ou bouleversantes sont supportées par les parties prenantes. Cette condition qui favorise la collaboration et la participation du personnel à sa mise en œuvre restreint, ceci dit, les contextes pouvant promouvoir la mise en place d'un tableau de bord. Dans un autre article Bourne et al. (2003a) avaient résumé à partir d'une revue de littérature les différents écueils auxquels pouvait faire face la mise en place d'un tableau de bord. En voici les principaux points qui ont été relevés :

- ◆ Problème lié à la détermination des priorités relatives aux indicateurs de performance ;
- ◆ Problème de détermination des leviers adéquats pour la performance ;
- ◆ Problème de spécification ou de formalisation des indicateurs ;
- ◆ Difficulté d'aligner les objectifs aux attentes des parties prenantes ;
- ◆ Longue durée de mise en place, ainsi que le problème du coût élevé ;
- ◆ Problème du nombre des indicateurs qui peut masquer l'effet de chacun lorsque celui-ci est trop grand ;
- ◆ Problème de la quantification des aspects qui sont de nature qualitative ;
- ◆ Difficulté liée à l'éclatement des objectifs sur les niveaux les plus bas de l'organisation ;
- ◆ Carence en matière de consensus porté sur la vision exhibée par la haute direction ;
- ◆ L'existence d'une rupture entre certaines fonctions, ou certains individus, et la stratégie ;
- ◆ Indépendance entre la planification stratégique et la gestion budgétaire ;
- ◆ Inadéquation du feed-back lorsqu'il est porté sur le court terme alors qu'il devrait être stratégique.

Quoi qu'il en soit, la conduite d'un projet de mise en place d'un tableau de bord nécessite l'application d'une gestion de changement qui s'appuie d'une part sur la sensibilisation des acteurs à la nécessité du changement, et de l'autre sur une rhétorique permettant de les adhérer à une vision du futur pour qu'elle puisse être partagée (Bourne et al. 2003b).

4.3. Considérations techniques et procédés de mesure

Les problèmes à caractères techniques de l'élaboration d'un PMS sont liés de façon générale à la mesure. Ils sont associés d'une part aux questions relatives à la théorie de la mesure (Mendling 2008), et de l'autre à l'analyse multicritère de décision (MCDA/MCDM)¹ (OECD, European Union, et Joint Research Centre – European Commission 2008). Toutefois, ces deux champs ne sont pas indépendants et certaines préoccupations sont partagées entre les deux, notamment la question prééminente du choix de l'échelle de mesure.

La théorie de la mesure expose trois éléments à prendre en compte dans un acte d'évaluation réalisé par une métrique : le problème de représentation, d'unicité, et de signification. Le premier concerne la justesse et la cohérence de la mesure à l'égard du phénomène mesuré. Le deuxième fait allusion à la stabilité du sens produit par la mesure suite à une transformation d'échelle. Le troisième est en rapport à l'interprétation faite sur les données produites par la mesure, et à la véracité des déductions qui découlent de l'emploi de l'échelle (Mendling 2008).

La représentation de la mesure est un problème bien connu en statistique. Il est traité suivant deux qualités de l'échelle de mesure (Mendling 2008; Carricano, Pujol, et Bertrandias 2008) :

- 1) La validité : il s'agit de s'assurer que les différents degrés choisis pour quantifier un phénomène reflètent bien sa réalité. Autrement dit, il faudrait se demander si l'échelle

¹ Qu'on trouve dans la littérature sous le nom du domaine *Multi-Criteria Decision Analysis* ou *Multi-Criteria Decision Making*.

de mesure choisie est capable de donner à la valeur mesurée une image fidèle de l'objet examiné. À ce moment-là, la validité devrait être vérifiée en matière de :

- i) contenu : pour s'assurer que la mesure est capable de saisir toutes les facettes, ou tous les sens observables du phénomène étudié,
 - ii) construit : pour s'assurer que la mesure est pertinente en termes de représentation du phénomène. En cela, il est recommandé d'analyser sa corrélation avec d'autres mesures potentielles, en utilisant par exemple l'analyse factorielle exploratoire,
 - iii) prédiction : pour s'assurer que la mesure est véritablement en connexion avec le phénomène examiné ;
- 2) La fiabilité : est une propriété qui indique la constance de la mesure à travers le temps et les entités, c'est-à-dire la production du même résultat lorsque la mesure a été effectuée plusieurs fois, sur plusieurs phénomènes identiques, ou sur le même phénomène à différent instant.

Le problème de l'unicité apparaît dès lors que plusieurs indicateurs possèdent plusieurs unités de mesure. La divergence des unités de mesure pose plusieurs restrictions comme :

- ◆ La conversion : par exemple, il n'est pas possible de transformer le gramme en mettre linéaire et vice versa, il y a en ceci une incommensurabilité ;
- ◆ L'agrégation : il n'est pas toujours possible de calculer un indicateur composite ayant une unité hybride (A. Neely 2007).

Concernant le problème de signification, celui-ci n'a pas atteint selon Mendling (2008) un stade de maturité. Par conséquent, il ne sera pas développé dans notre texte.

Les questions liées au domaine de MCDA/MCDM sont de leur part pratiquement les mêmes que ceux qu'on pourrait rencontrer dans l'implémentation d'un PMS. Les deux domaines sont concernés par la même chose — la mesure — en utilisant des terminologies différentes, mais assez proches dans le sens. Ainsi, la notion de critère et d'attribut dans le MCDA/MCDM correspond à celles d'indicateur, de métrique, ou de manière générale de mesure dans le PMS. L'autre notion, qui est également d'usage, est celle d'alternative, ou de stratégie, et correspond selon notre conceptualisation à celle de performance. Il est courant dans le MCDA/MCDM de calculer un score synthétique pour comparer les alternatives et décider du meilleur choix. Cela correspond également dans le domaine du PMS à calculer un indicateur ou un index composite, qui reflète une performance globale. Cette étroite analogie implique les mêmes problématiques de développement qui sont (A. Neely 2007 ; Great Britain et Department for Communities and Local Government 2009 ; OECD, European Union, et Joint Research Centre – European Commission 2008 ; Kazemkhanlou et Ahadi 2015 ; Munda et Nardo 2005) :

- ◆ L'agrégation : il est le mécanisme du calcul du score ou de l'indicateur composite. La question consiste à choisir le bon modèle mathématique qui permet de faire la synthèse ;
- ◆ Le problème de pondération des critères : il s'agit de déterminer le poids de chaque mesure composant le score composite. Ce poids est principalement subjectif, et sa quantification peut se faire selon plusieurs heuristiques ;
- ◆ L'effet de compensation : selon Kazemkhanlou et Ahadi (2015), l'utilisation d'un indice global pour évaluer la performance de la complexité d'un système a des effets pervers, comme travestir les failles de certaines de ses composantes, ou dérober l'efficacité de celles-ci. L'agrégation pourrait être également en défaut de pouvoir informer sur la contribution des sous-processus d'une organisation .

Sur l'ensemble de ces préoccupations, les titres suivants vont traiter le problème de la pondération des critères, juste après avoir examiné les différentes méthodes pour régler le problème de l'hétérogénéité des unités de mesure, et ce, dans le but de constituer un indicateur composite. Le reste concerne des aspects qui sortent de notre cadre de recherche et

sont finalement laissés pour compte.

Par ailleurs, d'autres considérations techniques sont liées à l'alimentation du dispositif de calcul des indicateurs. Ce sujet qui a rapport avec la collecte des données et l'implémentation d'un système d'information particulier s'inscrit dans un domaine en plein essor, qui est celui de l'informatique décisionnelle (*business intelligence*). Il sera présenté brièvement en dernier lieu.

4.3.1. Normalisation des mesures

Nous avons vu dans les sections précédentes que la plupart des PMS et tableaux de bord modernes sont de nature multidimensionnelle, et qu'ils impliquent des perspectives variées. Hormis la perspective financière dans laquelle tous les indicateurs s'expriment en valeur pécuniaire, nous pouvons apercevoir, à titre d'exemple, que la perspective processus internes de BSC fait appelle à des indicateurs qui emploient des unités de mesure distinctes. Par conséquent, si nous voulons calculer un indicateur composite qui reflète la performance sous cette perspective, il sera impossible de le réaliser sans les transformer en une unité de mesure générique. Une des solutions intuitives serait, comme le fait la comptabilité analytique, de les valoriser en utilisant la formule : $V = Q \times P$, sachant que :

- ◆ Q : représente la quantité des unités de mesure de l'indicateur ;
- ◆ P : le prix de l'unité de mesure ;
- ◆ V : la valeur de l'indicateur exprimé en unité de mesure.

Cependant, ce procédé trivial implique d'une part que nous sommes toujours sous la perspective financière. D'autre part, il suppose que les prix soient connus — il faut déjà être capable d'attribuer un prix à l'aspect mesuré — et fixe (au minimum dans une période), à défaut, on pourrait avoir des inconsistances de mesure, sans oublier que le prix doit être revu périodiquement en raison des évolutions.

Par ailleurs, pour pallier ces carences plusieurs solutions existent. Elles consistent toutes à déterminer ce qui est appelé par le score (*scoring*) (Great Britain et Department for Communities and Local Government 2009 ; Teknomo 2006) :

- 1) La cotation (ou la notation directe [*Rating-scale*]) : est une technique réalisable de façon directe, sans faire une transformation d'une échelle vers une autre, ou par le biais d'une fonction de transposition. L'appréciation des valeurs d'un indicateur est faite par un spécialiste qui évalue et fournit des mesures. La cotation peut être appliquée avec des valeurs nettes¹, c'est-à-dire selon une échelle discrète entre 0 et 100 ou comme celle de Likert, ou au contraire selon des intervalles exprimant par elle une certaine incertitude (Fu et al. 2006). Le recours à cette procédure est justifié lorsqu'il n'existe pas à l'origine une échelle consensuelle. Elle est une procédure rapide, mais qui présente une très grande subjectivité qui conduit à des inconsistances ;
- 2) Le recours au rang : la méthode consiste à transformer la valeur de tous les indicateurs en une autre échelle de valeurs prédéfinie, limitée et discrète. Par exemple, transformer les mesures d'un indicateur suivant l'échelle de Likert en 5 points (1, 2, 3, 4, 5). Cette méthode propose, donc, de standardiser l'étendue des indicateurs. Mais malgré sa simplicité, elle fait perdre beaucoup d'informations dans la transformation. En effet, en raison de l'abstraction faite sur les distances, la conversion des variables continues en variables ordinales est accompagnée d'approximations ;
- 3) La comparaison en paire : elle fait partie comme la précédente parmi les procédures directes. Elle peut être effectuée suivant trois principales méthodes : AHP, REMBRANT et MACBETH. Ces dernières ont le point commun d'établir une comparaison entre deux performances (mesures) et de balancer l'une vis-à-vis de l'autre. Chaque niveau de performance est présenté qualitativement, soit exprimé par

¹ Afférent aux *crisp scale*.

un langage naturel, mais correspondant à une valeur quantitative. Ceci permet, suite à toutes les comparaisons et une série de traitement, d'ordonner les niveaux selon une échelle allant de 0 à 100. Toutefois, le choix du type d'échelle n'est pas sans conséquence. Ainsi, AHP à l'origine propose une échelle linéaire allant entre 0 et 9. Divers auteurs, en outre, ont essayé de l'améliorer en suggérant d'autres bases mathématiques. Les quatre dernières, qui figurent dans la table 1.21, sont considérées comme les meilleures, avec la supériorité de l'échelle logarithmique (Ishizaka, Balkenborg, et Kaplan 2011) ;

Table 1.21. Les échelles possibles dans les méthodes de comparaison en paire

Échelle	Base mathématique	Paramètres
Linéaire (Version initiale d'AHP)	$c = a \times x$	$a > 0; x = 1, 2, 3, \dots, 9$
Exponentielle	$c = x^a$	$a > 1; x = 1, 2, 3, \dots, 9$
Géométrique	$c = a^{(x-1)}$	$a > 1; x = 1, 2, 3, \dots, 9$
Logarithmique	$c = \log_a(x+1)$	$a > 1; x = 1, 2, 3, \dots, 9$
Racine carrée	$c = \sqrt[a]{x}$	$a > 1; x = 1, 2, 3, \dots, 9$
Linéaire inverse	$c = \frac{9}{10-x}$	$x = 1, 2, 3, \dots, 9$
Balancée	$c = \frac{w}{1-w}$	$w = 0.5, 0.55, 0.6, \dots, 0.9$

Source : Adaptée de Ishizaka, Balkenborg, et Kaplan 2011 Tab.3.

Note : Si deux performances (items) a et b sont comparées, alors : $c = 1 \Rightarrow A \approx B$, $c > 1 \Rightarrow A > B$.

- 4) Le classement (*Ranking*) : cette procédure ressemble à la précédente dans la mesure où une comparaison est faite, néanmoins à sa différence celle-ci ne se réalise pas deux à deux, mais d'une seule traite sur toutes les performances (items) suivant un classement. Par la suite, une valeur est attribuée à chaque performance constatée dans une échelle allant de $\frac{100}{n}$ à 100, sachant que n représente le nombre d'items. Cette procédure engendre des distances équivalentes entre les performances qui correspondent à $(\frac{100}{n})$. La plus haute performance est égale à 100 ;
- 5) La transformation linéaire : cette technique essaye, en plus de la standardisation de l'étendue des indicateurs, de régler le problème des distances. Elle propose de transformer les valeurs originales vers une autre portée, en utilisant une technique mathématique assimilable à l'interpolation linéaire. Plus précisément, cette méthode consiste à traduire une échelle de l'unité originale vers une autre échelle, le plus souvent entre 0 et 100 pour des valeurs absolues, ou entre 0 et 1 pour des valeurs relatives. La valeur dans l'unité originale est transformée en un score selon la formule (4.3.1). Le score est représenté dans la figure 1.50(a) (cf. p. suiv.) sur l'axe vertical. Il se situe dans l'échelle dite de rapport (échelle proportionnelle) ;

$$S = \frac{VIO - L_{Inf}^{EO}}{L_{Sup}^{EO} - L_{Inf}^{EO}} \times (L_{Sup}^{ER} - L_{Inf}^{ER}) + L_{Inf}^{ER} \quad (4.3.1)$$

S : est le Score ou la nouvelle valeur se situant dans l'échelle de rapport ;

VIO : Valeur l'Indicateur dans l'Échelle Originale ;

L_{Inf}^{EO} : Limite Inférieure dans l'Échelle Originale ;

L_{Sup}^{EO} : Limite Supérieure de l'Échelle Originale ;

L_{Inf}^{ER} : Limite Inférieure de l'Échelle de Rapport ;

L_{Sup}^{ER} : Limite Supérieure de l'Échelle de Rapport.

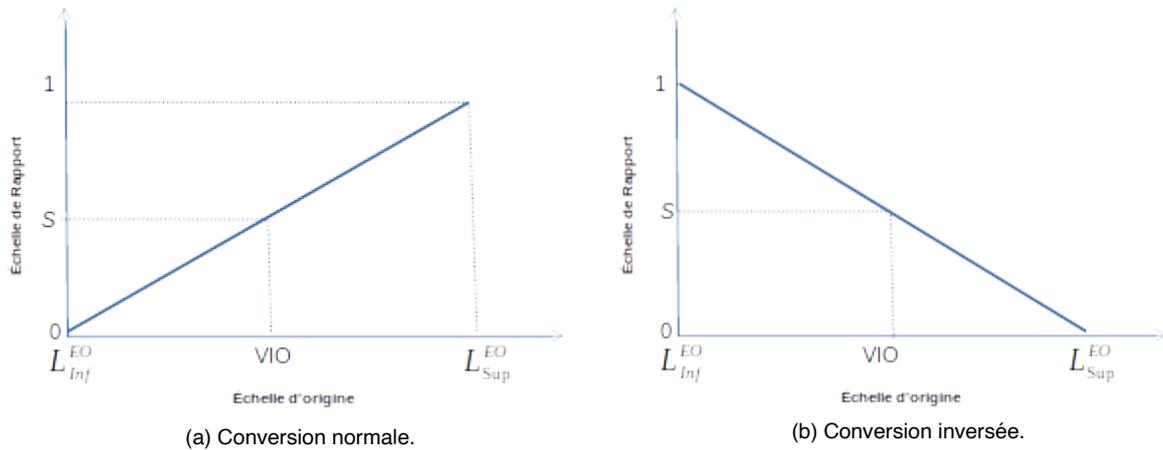


Figure 1.50. Conversion d'échelle d'intervalle.

La figure 1.50(b) présente par contre une transformation qui exprime un score inverse, c'est-à-dire que la plus haute valeur du score indique la valeur la plus basse venant de l'échelle d'origine. Et la plus faible valeur du score renvoie à la plus grande valeur de l'échelle d'intervalle d'origine. Cette transformation linéaire correspond à l'équation (4.3.2).

$$S = \frac{VIO - L_{Sup}^{EO}}{L_{Inf}^{EO} - L_{Sup}^{EO}} \times (L_{Sup}^{ER} - L_{Inf}^{ER}) + L_{Inf}^{ER} \quad (4.3.2)$$

La procédure d'inversement est particulièrement utile dans le cas où un indicateur devrait être minimisé pour exprimer une situation meilleure. Il permet, en outre, d'éviter l'utilisation du nombre négatif. Car l'autre procédure possible, consiste à changer le signe des valeurs d'un indicateur à minimiser parmi d'autres indicateurs à maximiser pour que cet indicateur devienne aussi à maximiser. La transformation linéaire présuppose que les limites de l'échelle d'origine des valeurs soient connues. Certaines techniques d'optimisation permettent de définir ces limites. Cependant, le procédé de la transformation linéaire présente l'inconvénient de suggérer une équivalence arbitraire lorsqu'il s'agit de transformer une échelle contenant des valeurs qualitatives. Le point zéro en est la raison. Il n'a pas le même sens entre l'échelle d'origine et la nouvelle échelle. La nouvelle échelle est désignée par l'échelle de ratio lorsque le zéro signifie l'absence d'une propriété prise en compte dans l'échelle d'origine (Mendling 2008). Par ailleurs, la formule (4.3.1) est sous la forme d'une fonction linéaire de type $y = ax + b$, où x appartient à l'échelle d'origine et y à la nouvelle échelle de rapport, dite échelle d'intervalle. Si dans cette même formule $b = 0$ alors $y = ax$ et produira une échelle de ratio (Stevens 1946). En résumé, dans l'échelle d'intervalle le zéro ne garde pas sa signification intrinsèque, alors que dans l'échelle de ratio cela est possible ;

- 6) La transformation non linéaire : la logique de cette procédure est analogue à la transformation linéaire, cependant au lieu d'avoir la même distance, celle-ci est soit majorée ou minorée dans l'échelle de rapport, conformément à la fonction mathématique employée. La transformation non linéaire ne préserve pas donc l'invariance entre les deux échelles. Elle est recouru pour des besoins spécifiques, ou sous un cadre théorique qui justifie son emploi. La table 1.21 présentée précédemment propose, hormis la première ligne, des modèles mathématiques qui s'inscrivent dans ce type de normalisation ;
- 7) La définition d'une fonction d'utilité : la transformation linéaire est à vrai dire un cas particulier d'un modèle plus général bien connu en micro-économie sous le nom de

fonction d'utilité. Le score produit par cette fonction exprime plutôt des niveaux de préférences, ou de désirabilités, qui varient entre 0 et 1, mais avec deux possibles nuances de signification selon l'échelle utilisée :

- i) L'échelle relative : elle dépend de la signification du critère (indicateur) auquel correspond le score. Le 0 marque la plus mauvaise préférence, le 1 la meilleure préférence ;
- ii) L'échelle fixe : dans celle-ci, quelle qu'elle soit la signification du critère, le 0 marque le minimum faisable, et le 1 le maximum faisable ;

Une fonction d'utilité peut être dans certains cas non linéaire (cf. fig. 1.51). La non-linéarité provient de l'existence d'au moins un point après lequel l'utilité n'évolue pas de la même proportion. La procédure de définition d'une fonction d'utilité a été décrite dans le modèle SEU (*Subjective Expected Utility*) utilisé dans la finance, et élargie dans le modèle MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*) ;

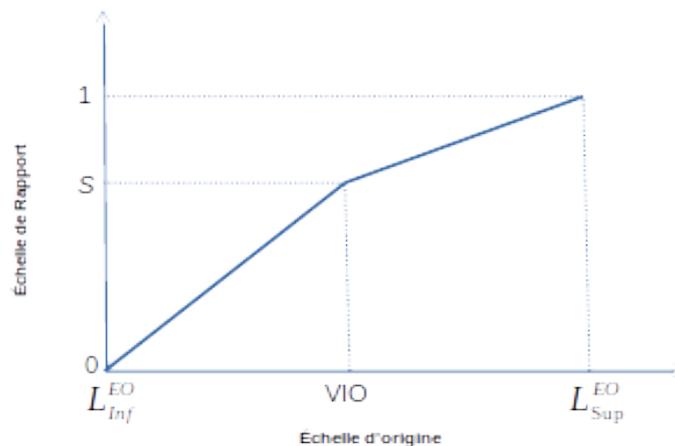


Figure 1.51. Fonction non linéaire d'un score. Adaptée de Great Britain et Department for Communities and Local.

- 8) La transformation vers des nombres flous¹: la méthode de la logique floue est considérée comme une technique appropriée pour traiter l'incertitude et la subjectivité (Ganga et Carpinetti 2011). En quelque sorte, elle est semblable à une fonction d'utilité (Dubois 2011). Elle est capable de traiter les données approximatives avec une rationalité proche du raisonnement humain (Kahraman, Cebeci, et Ulukan 2003). Toutefois, l'article remarquable de Dubois (2011) sur la logique floue et ses différentes applications et extension avec d'autres méthodes a montré que ce paradigme n'est pas encore arrivé à un niveau de maturité, et que davantage de recherches sont nécessaires pour la rendre assez robuste.

Certaines des méthodes citées souffrent de quelques limites qui tendent à produire, statistiquement parlant, des variables qualitatives plutôt que des variables quantitatives, ce qui rend difficile l'interprétation de quelques paramètres statistiques importants, tels que la moyenne et l'écart type. Toutefois, selon Scheibe, Skutsch, et Schofer (2002) les méthodes qui produisent une variable qui a la propriété d'une échelle d'intervalle (variable quantitative) sont :

- 1) La procédure du classement (*Ranking*) ;
- 2) La procédure de cotation (*Rating-scale*) ;
- 3) La comparaison en paire.

Dans une étude d'expérimentation qui a été réalisée par ces mêmes auteurs, afin de déterminer quelle est la méthode la plus juste et la plus pertinente dans le cadre de l'application de la méthode Delphi, la technique de l'échelle de notation s'avère être la plus facile à utiliser, et

¹ L'utilisation de la logique floue est amplement détaillée dans la section 4.3.2.2.

moins consommatrice de temps par rapport à la méthode des comparaisons en paire. La méthode de classement, pour sa part, devient difficile à utiliser lorsque le nombre d'items est grand. Une forte mémorisation est nécessaire pour pouvoir effectuer le classement. De plus, elle force l'utilisateur à classer deux items qui sont considérés comme équivalents.

4.3.2. Détermination des poids

La définition des poids concerne dans notre travail de recherche aussi bien les perspectives que les indicateurs de performance. C'est une opération considérée comme délicate, car elle repose sur une part de subjectivité des personnes. Les outils actuellement disponibles pour mesurer le poids des critères sont fondés sur des logiques distinctes difficilement comparables. Toutefois, quelques approches communes les conduisent (Great Britain et Department for Communities and Local Government 2009 ; Schoemaker et Waid 1982 ; OECD, European Union, et Joint Research Centre — European Commission 2008 ; Nardo et al. 2005) :

- 1) La pondération à priori : les poids des critères sont définis indépendamment de leurs valeurs. Dans cette approche, on retrouve :
 - i) les méthodes de comparaison en paires telles qu'AHP, ANP, FAHP, REMBRANT et MACBETH,
 - ii) les méthodes incluant l'incertitude. On cite la méthode *Swing weighting* dérivée de MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*), la logique floue, et récemment la théorie des ensembles approximatifs,
 - iii) la méthode *Conjoint Analysis*,
 - iv) la méthode de l'allocation directe des points ;
- 2) La pondération a posteriori : le poids des critères est déduit par les valeurs que présentent les indicateurs. Selon cette approche, on peut citer :
 - i) la méthode de l'entropie. Cette technique est employée pour corriger les imprécisions des mesures,
 - ii) BOD (*Benefit of the Doubt*),
 - iii) la méthode TOPSIS,
 - iv) les méthodes statistiques : dans cette catégorie, les calculs se basent sur des données historiques. On peut citer :
 - a) la méthode des facteurs ou des composantes principales (AFP/ACP),
 - b) la méthode des moindres carrés pondérés qui emploie la régression pour déterminer les poids,
 - c) l'UCM (*Unobserved Components Models*) qui est une méthode statistique semblable à AFP/ACP, mais qui ne requiert pas de données pour les variables dépendantes. En outre, elle exige des données historiques sur les indicateurs eux-mêmes,
 - v) la technique de la programmation linéaire : elle est utilisée pour faire l'analyse multidimensionnelle des préférences,
 - vi) DEA (*Data Envelopment Analysis*) : c'est une méthode issue de la micro-économie utilisée à l'origine pour évaluer l'efficacité.

Toutes les méthodes de pondération ont des avantages et des inconvénients, même si certaines sont basées sur les statistiques (OECD, European Union, et Joint Research Centre - European Commission 2008). Dans l'ensemble, les approches qui nous intéressent sont celles qui produisent des poids à priori, car elles sont :

- ◆ Indépendantes des données, et donc extrinsèques aux informations disponibles ;
- ◆ Elles permettent de surmonter le problème de l'indisponibilité des données ;
- ◆ Elles sont de nature participative, ce qui veut dire qu'elles intègrent la perception des parties prenantes à l'égard du sujet étudié et définissent les poids à l'issue de leur contribution.

La méthode de l'allocation directe des points avec sa variante désignée par allocation des points aux budgets (Great Britain et Department for Communities and Local Government 2009) est sans doute le procédé le plus simple et le plus économique parmi ceux cités. Cependant, il lui manque un fondement théorique solide et formel (Schoemaker et Waid 1982). De surcroît, la méthode est optimale que lorsqu'elle implique un nombre limité d'indicateurs, entre 10 et 12, au-delà de ce nombre elle demande beaucoup d'effort cognitif et devient embarrassante (Great Britain et Department for Communities and Local Government 2009).

L'autre méthode possible pour déterminer les poids en se basant sur la fonction d'utilité revient à la technique *Swing Weighting* ou *Conjoint Analysis*. Malgré la consistance relative de ces techniques, elles restent lourdes d'emploi et demandent beaucoup de ressources en termes de temps (Nardo et al. 2005; Great Britain et Department for Communities and Local Government 2009). En outre, elles héritent du principal inconvénient de MAUT : la dépendance de la technique de l'échelle des valeurs. Si cette échelle venait à changer, les poids des critères changent. En raison de cela, nous avons écarté l'éventualité d'utiliser cette méthode, et nous avons préféré recourir à une méthode plus simple et plus directe.

La logique floue et la théorie de l'ensemble approximatif représentent de nouveaux outils mathématiques très sophistiqués et assez proches. La logique floue introduit l'incertitude de manière non probabiliste, et n'a pas vraiment de valeur telle quelle. Ainsi, elle est dans la plupart du temps combinée avec une autre méthode comme AHP. La théorie de l'ensemble approximatif reste pour sa part soumise à de nouvelles recherches, et son implémentation est jugée particulièrement complexe. Ceci nous a amenés à ne pas l'employer.

Nous avons vu dans le développement de la section 4.1.3.1.4 qu'AHP constituait une technique qui se base sur la comparaison en paire, et qu'elle était l'une des plus utilisées dans le SCPMS. La comparaison des indicateurs en paires repose sur le jugement des personnes. Elle est adaptée aussi bien pour les critères qualitatifs que quantitatifs (Nardo et al. 2005). Pour cette raison, et pour les autres avantages qu'elle procure (fondement formel, très peu d'inconvénients relativement aux autres¹) que cette technique a été adoptée. Par conséquent, elle est examinée en profondeur avec FAHP et ANP qui sont ses principales extensions.

4.3.2.1. Analytical Hierarchy Process

AHP est une méthode multicritère de prise de décision introduite par T. L. Saaty (1977). Elle s'est popularisée et répandue à travers plusieurs domaines d'application : SCM, système d'information, service public, secteur de la santé, stratégie, la défense, le cyberapprentissage, et l'industrie (Ishizaka, Balkenborg, et Kaplan 2011). Le développement d'AHP a été basé sur quelques principes considérés aujourd'hui comme ses principaux axiomes (Zhü 2014) :

- ◆ L'accomplissement de jugements réciproques ;
- ◆ L'accomplissement de comparaisons homogènes ;
- ◆ La structuration du problème en hiérarchie ;
- ◆ La synthèse des résultats de l'analyse.

AHP est en réalité une approche intégrée, dans le sens où elle assimile en une seule démarche la définition de l'échelle de mesure, la pondération des critères, et le calcul d'un score composite. Son procédé est centré autour de l'idée de priorité, qui peut avoir deux fonctions (T. L. Saaty 2004b) :

- 1) Constituer le poids d'un critère ;
- 2) Établir un score pour une alternative selon un critère.

¹ Les deux seuls inconvénients de la méthode reportés par Nardo et al. (2005) concernent les longs calculs qu'elle exige, et la nécessité de recourir à des experts ayant une certaine expérience dans le sujet étudié. Cependant, le premier inconvénient peut être surmonté avec un logiciel adapté, comme SuperDécision, et le deuxième peut être résolu avec une bonne sélection des participants.

Les priorités sont construites selon une méthode simple qui consiste à faire une comparaison en paire. La comparaison utilise toujours trois éléments : deux critères confrontés vis-à-vis d'un but, ou deux alternatives confrontées vis-à-vis d'un critère (T. L. Saaty 2004b; Rozann W. Saaty 2003). La comparaison des critères selon cette procédure permet de constituer leur poids, et la comparaison des alternatives permet d'établir un score sous chaque critère. Par la suite, une agrégation est réalisée pour chaque alternative, en pondérant ses scores par le poids des critères correspondants.

Dans la version classique, la comparaison est réalisée selon une appréciation verbale reproduisant une échelle allant de 1 à 9. Pour faciliter la comparaison, celle-ci est proposée en utilisant uniquement des chiffres impairs, c'est-à-dire : 1, 3, 5, 7, 9 (cf. table 1.22). Les chiffres pairs expriment des niveaux intermédiaires (Rao 2013).

Table 1.22. Échelle d'importance pour les critères dans AHP

Jugement	Correspondance chiffrée
Importance équivalente (indifférence)	1
Intermédiaire entre 1 et 3	2
Modérément plus important	3
Intermédiaire entre 3 et 5	4
Fortement plus important	5
Intermédiaire entre 5 et 7	6
Très fortement important	7
Intermédiaire entre 7 et 9	8
Extrêmement fortement plus important	9

Source : Adaptée de Rao 2013, 8.

AHP a la particularité de pouvoir constituer une seule évaluation moyenne lorsque plusieurs experts participent dans le processus de comparaison. En d'autres termes, la valeur d'une comparaison finale entre deux éléments impliquant plusieurs participants est calculée selon une moyenne géométrique par la formule (4.3.3) (Varma, Wadhwa, et Deshmukh 2008) ou selon une moyenne arithmétique par la formule (4.3.4) (D.-Y. Chang 1996).

$$\bar{c}_{ij} = \sqrt[m]{\prod_{e=1}^m c_{ije}} = \left(\prod_{j=1}^m c_{ije} \right)^{\frac{1}{m}} \tag{4.3.3}$$

\bar{c}_{ij} : est la moyenne géométrique de la comparaison de l'élément i avec l'élément j ;

c_{ije} : est le jugement de l'expert e entre l'élément i et l'élément j ;

$e=1,2, \dots, m$ sont les pexperts.

$$\bar{c}_{ij} = \frac{\sum_{e=1}^m c_{ije}}{m} \tag{4.3.4}$$

\bar{c}_{ij} : est la moyenne arithmétique de la comparaison de l'élément i avec l'élément j .

En considérant par ailleurs que les experts n'ont pas la même importance, la formule (4.3.5) sera plutôt utilisée (Jaganathan, Erinjeri, et Ker 2006) :

$$\bar{c}_{ij} = \prod_{j=1}^m c_{ije}^{v_e} \tag{4.3.5}$$

\bar{c}_{ij} : est la moyenne géométrique de la comparaison de l'élément i avec l'élément j ;

c_{ije} : est le jugement de l'expert e entre l'élément i et l'élément j ;

m : est le nombre total d'experts ;

v_e : est le poids de l'expert e dans la prise de décision.

Les comparaisons sont par la suite réorganisées dans une matrice réciproque dans laquelle les lignes et les colonnes représentent les critères à comparer (cf. table 1.23, p. suiv.). Le nombre total de comparaisons à réaliser peut être calculé par $\frac{n(n-1)}{2}$, qui dépend du nombre d'éléments à comparer n dans chaque matrice. La diagonale de la matrice est égale à 1 et

indique que les critères sont comparés à eux-mêmes, c'est-à-dire : lorsque $i = j$ alors $c_{ij} = 1$. Cependant, la partie inférieure à la diagonale indique l'inverse de la comparaison faite dans la partie en dessus, autrement dit : $c_{ji} = \frac{1}{c_{ij}}$. La lecture des valeurs issues de la matrice réciproque est faite de la manière suivante : le critère i est c_{ij} fois plus important que le critère j (T. L. Saaty 2004a).

Table 1.23. Matrice de comparaison des critères

Critères → ↓	1	2	3	...	j	...	n	W_j
1	1	c_{12}	c_{13}	...	...	...	c_{1n}	W_1
2	c_{21}	1					c_{2n}	W_2
3	c_{31}		1				c_{3n}	W_3
...	...			1			...	...
i	...				1		...	W_i
...	...	...	...	...	...	1	...	...
n	c_{n1}	c_{n2}	c_{n3}	...	...	...	1	W_n

Source : Adaptée de Rao 2013, 9.

La matrice de comparaison nous permet, par deux opérations, de calculer le poids de chaque critère. La première étape consiste à calculer la moyenne géométrique de chaque ligne de la matrice, selon la formule (4.3.6).

$$MG_j = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n c_{ij}} = \left(\prod_{j=1}^n c_{ij}\right)^{\frac{1}{n}} \tag{4.3.6}$$

MG : est la Moyenne Géométrique pour n critères.

La deuxième étape nous permet d'avoir un poids normalisé de chaque critère suivant la formule (4.3.7).

$$w_j = \frac{MG_j}{\sum_{j=1}^n MG_j} \tag{4.3.7}$$

w_j : est le poids normalisé du critère j .

Les poids obtenus des critères constituent ce qui est appelé par le vecteur de priorité. Ce vecteur est exposé dans la dernière colonne dans la table 1.23. Il n'existe pas une seule et unique méthode pour obtenir les poids des critères (Rosann W. Saaty 1987; P.-T. Chang et Lee 1995). Il est possible, par exemple, d'utiliser une régression logarithmique considérée comme appropriée pour faire la comparaison entre un nombre assez important de critères (cf. la formule (4.3.8)), ou d'utiliser la méthode du vecteur propre (Van Laarhoven et Pedrycz 1983).

$$\sum_{j=1}^n \sum_{\substack{k=1 \\ j \neq i}}^{\delta_{ij}} \ln c_{ijk} \tag{4.3.8}$$

$i, j = 1, 2, \dots, n \quad k = 1, 2, \dots, \delta_{ij}$

k : représente les différentes comparaisons des participants.

La méthode du vecteur propre passe également par deux étapes (Teknomo 2006 ; P.-T. Chang et Lee 1995) : la première consiste à construire une matrice normalisée par rapport à la somme de chaque colonne (cf. formule (4.3.9)).

$$c_{ij}^* = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=1}^n c_{ij}} \tag{4.3.9}$$

La deuxième étape calcule le poids de chaque critère d'après la moyenne de chaque jugement normalisé, obtenu dans la première étape (cf. formule (4.3.10)).

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}^*}{n} \quad (4.3.10)$$

Il est indispensable par la suite de vérifier la consistance de la matrice de comparaison. La consistance signifie que la comparaison a été établie de façon cohérente, et qu'ils n'existent pas de contradictions dans l'ordre des priorités.

La consistance d'une matrice de comparaison exige que pour tous les c_{ij} ils existent des poids w_i et des poids w_j de façon à ce que $c_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ (Ohnishi et al. 2008). Ceci implique que tous les c_{ij} soient définis avec une précision parfaite ; chose impossible étant donné qu'elle se réfère à des jugements qui sont par nature subjectifs. Cette contrainte est toute de même relaxée en admettant une consistance approximative. Le ratio de consistance (CR) (cf. formule (4.3.11)) est une mesure consacrée à évaluer la cohérence de la matrice.

$$CR = \frac{\frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}}{RCI} \quad (4.3.11)$$

λ_{max} : est le vecteur propre ;
 RCI : est l'indice de consistance.

L'indice de consistance (RCI) est un référent prédéfini qui varie selon la taille de la matrice. Ainsi, la table 1.24 montre la correspondance pour plusieurs nombres de critères. La règle de décision sur la consistance consiste à s'assurer que le CR est inférieur à 10 %. Si c'est le cas, la matrice est alors considérée comme ayant une consistance acceptable (Rosann W. Saaty 1987).

Table 1.24. *Random Consistency Index*

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RCI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Source : Par Rosann W. Saaty 1987, 171.

Enfin, la dernière étape d'AHP se résume par le calcul des poids des alternatives selon la formule (4.3.12) et d'établir un ordre croissant des alternatives en fonction de leur priorité moyenne composite. L'alternative qui présente le plus grand poids est considérée comme la meilleure. Notons entre parenthèses que cette étape se rapporte au calcul du score composite, qui est présenté avec plus de précision dans la section 4.3.3.

$$A_i = \sum_{q=1}^m w_q a_{iq} \quad (4.3.12)$$

A_i : sont les priorités globales ou les poids finales des alternatives ;
 w_q : est le poids locale du critère q ;
 a_{iq} : sont les priorités locales des alternative i sous le critère q .

Toutefois, dans le cas où l'opinion du groupe d'experts n'aurait pas été synthétisée par la formule (4.3.3) au début des étapes, il est possible de le faire dans ce stade, en calculant la moyenne géométrique, ou la moyenne arithmétique des poids des alternatives (cf. formules (4.3.13), p. suiv.) (Jaganathan, Erinjeri, et Ker 2006).

$$\bar{A}_i = \prod_{e=1}^m (A_{ie})^{v_e} \quad (4.3.13)$$

ou alors

$$\bar{A}_i = \sum_{e=1}^m v_e A_{ie}$$

sachant que

$$\sum_{e=1}^m v_e = 1$$

A_i : est le poids moyen de l'alternative i ;

$e = 1, 2, \dots, m$: sont les pexperts ;

v_e : est le poids de l'expert e dans la prise de décision.

L'utilisation d'AHP a connu divers succès depuis son apparition (Ishizaka, Balkenborg, et Kaplan 2011). Mais en contrepartie, elle a été confrontée à des controverses essentiellement liées à la négligence de l'incertitude dans le traitement des problèmes de décision. Les reproches ont donné naissance, par la suite, à plusieurs solutions qui ont traité cet aspect distinctement comme (Jaganathan, Erinjeri, et Ker 2006) :

- ◆ L'incorporation d'un intervalle pour les mesures ;
- ◆ L'insertion des probabilités ;
- ◆ Le recours à la théorie des ensembles flous.

La dernière approche est la plus utilisée, en observant la littérature. Elle constitue une véritable extension connue sous le nom de *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*. Vu son importance, nous l'avons examinée de plus près dans le titre suivant.

4.3.2.2. Fuzzy Analytical Hierarchy Process

Malgré sa popularité, la méthode AHP a subi des critiques portant spécialement sur le procédé de la mesure, et la négligence de l'incertitude (Jaganathan, Erinjeri, et Ker 2006). L'utilisation même de valeurs fixes pour exprimer les jugements a été considérée comme mal fondée (Dubois 2011). Certains chercheurs ont considéré après cela qu'il était possible d'utiliser, à la place des valeurs exactes dans AHP, des valeurs vagues dans le processus de comparaison en paire (Buckley 1985). Van Laarhoven et Pedrycz (1983) proposèrent pour la première fois une extension d'AHP par la logique floue. La combinaison de la logique floue avec AHP donna ce qui est connu par l'abréviation FAHP (*Fuzzy Analytical Hierarchy Process*) (Kubler et al. 2016). Elle consiste à définir des jugements avec des nombres flous, obtenus par la fonction d'appartenance, et de transformer les priorités locales en priorités globales par l'opération d'agrégation (Koul et Verma 2011). Vu l'abondance des notions et des fondements liés à la logique floue, il est nécessaire de la présenter séparément avant de voir comment elle s'intègre dans AHP.

4.3.2.2.1. L'environnement flou

Contrairement à la logique traditionnelle (l'algèbre de boules) dans laquelle une proposition est dichotomique : vrais ou faux, ils existent des situations incertaines où la proposition ne peut être vraie qu'à un certain degré, et fautive qu'à un certain autre degré. Ces situations s'occasionnent dans un environnement dit flou — à différencier avec un environnement incertain, considéré comme probabiliste (Dubois 2011). La logique floue est, ainsi, supposée être adaptée pour quantifier des attributs qualitatifs, qui sont le plus souvent appréciés avec une certaine inexactitude, car ils sont soumis à la subjectivité, ou parce qu'ils sont présentés avec des données quantitatives imprécises. Cette imprécision peut provenir d'une information incomplète ou partiellement atteignable, ou d'une certaine méconnaissance de sa fiabilité (Wu, Lin, et Chen 2009). La logique floue se rapporte, dans un tel contexte, à la conception d'un système composé des parties suivantes, qui vont constituer l'environnement

flou¹ :

1) La fuzzification : sur le plan théorique, la logique floue repose sur l'idée de l'appartenance d'un objet (physique ou conceptuel) de façon non catégorique à un ensemble, c'est-à-dire avec un certain degré apprécié entre 0 et 1. L'appréciation est mesurée par un outil mathématique désigné par la fonction d'appartenance (Dubois 2011). Cette fonction permet de transformer des valeurs quantitatives ou qualitatives, venant du domaine de discours, vers des nombres flous marqués par un tilde « ~ » (Ganga et Carpinetti 2011 ; Kahraman, Cebeci, et Ulukan 2003). La fonction d'appartenance peut avoir plusieurs formes :

i) une forme triangulaire (TMF²) : cette variante produit un nombre flou \tilde{M} sous forme de triplet (a, b, c) (forme bornée), ou alternativement par le couple (a/b, b/c). Elle est représentée par un graphe triangulaire (cf. figure 1.52). La fonction d'appartenance notée par μ est défini selon la formule (4.3.14) (Ganga et Carpinetti 2011 ; Kahraman, Cebeci, et Ulukan 2003) ou selon la formule (4.3.15) (Van Laarhoven et Pedrycz 1983) ;

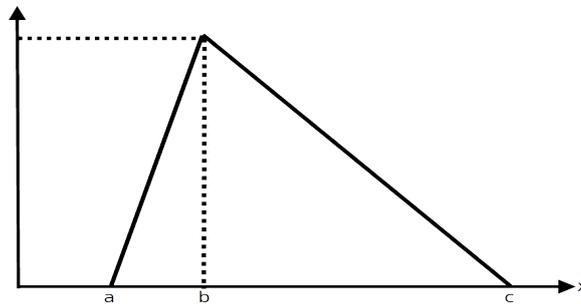


Figure 1.52. Forme triangulaire de la fonction d'indépendance.
Adaptée de Ganga et Carpinetti 2011, fig. 2.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{si } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{si } b \leq x \leq c \\ 0 & \text{si } x \geq c \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} a : \text{ est la plus petite valeur possible du domaine de discours (le minimum ou la} \\ \text{limite inférieure) ;} \\ b : \text{ est la valeur la plus prometteuse du domaine de discours ou la moyenne ;} \\ c : \text{ est la plus grande valeur possible du domaine de discours (le maximum ou la} \\ \text{limite supérieure).} \end{array} \right\} \quad (4.3.14)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}x - \frac{a}{b-a} & \text{si } a \leq x \leq b \\ \frac{1}{b-c}x - \frac{c}{b-c} & \text{si } b \leq x \leq c \\ 0 & \text{si autres} \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} a : \text{ est la plus petite valeur possible du domaine de discours (le minimum} \\ \text{ou la limite inférieure) ;} \\ b : \text{ est la valeur la plus prometteuse du domaine de discours ou la} \\ \text{moyenne ;} \\ c : \text{ est la plus grande valeur possible du domaine de discours (le} \\ \text{maximum ou la limite supérieure).} \end{array} \right\} \quad (4.3.15)$$

Avec cette fonction, il est possible de transformer des valeurs qualitatives selon plusieurs échelles (3, 5, 7, 9,11 points) vers un nombre flou. L'échelle de 9 points est plutôt utilisée avec la méthode AHP³ (Koul et Verma 2011). L'échelle à 11 points proposée par Chen et Hwang (1992) compte parmi les plus précises. Elle est déterminée avec la même fonction d'appartenance de 7 points définie par la formule (4.3.16) (cf. p. suiv.). La table 1.25 (cf. p. suiv.) présente ces deux échelles (Rao 2013) ;

¹ D'après Dubois (2011), l'environnement flou est constitué des opérations d'agréations, de la modélisation des préférences et de l'analyse des intervalles.

² *Triangular Membership Function.*

³ Cette échelle est exposée dans la table 1.27 avec la méthode FAHP dans la section suivante 4.3.2.2.2.

$$\mu_{max}(x) = \begin{cases} x & \text{si } 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{si autres} \end{cases} \tag{4.3.16}$$

$$\mu_{min}(x) = \begin{cases} 1-x & \text{si } 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{si autres} \end{cases}$$

Table 1.25. Conversion des termes linguistiques en nombres flous

Échelle en 7 points			Échelle en 11 points		
i	Termes linguistiques	Nombres flous Nombres flous triangulaires	i	Termes linguistiques	Nombres flous Nombres flous triangulaires
1	Aucun	\tilde{M}_1 0.0000 ; 1.0000 ; 0.0000	1	Exceptionnellement bas	\tilde{M}_1 0.0909 ; 1.0000 ; 0.0455
2	Très bas/Très faible	\tilde{M}_2 0.1818 ; 0.9091 ; 0.1364	2	Extrêmement bas	\tilde{M}_2 0.1818 ; 0.9091 ; 0.1364
3	Bas/Faible	\tilde{M}_3 0.4167 ; 0.7500 ; 0.3333	3	Très bas	\tilde{M}_3 0.2727 ; 0.8182 ; 0.2273
4	Moyen	\tilde{M}_4 0.5833 ; 0.5833 ; 0.5000	4	Bas	\tilde{M}_4 0.3636 ; 0.7273 ; 0.3182
5	Haut/Bon	\tilde{M}_5 0.7500 ; 0.4167 ; 0.6667	5	En dessous de moyen	\tilde{M}_5 0.4545 ; 0.6364 ; 0.4091
6	Très haut/Très Bon	\tilde{M}_6 0.9091 ; 0.1818 ; 0.8636	6	Moyen	\tilde{M}_6 0.5455 ; 0.5455 ; 0.5000
7	Excellent	\tilde{M}_7 1.0000 ; 0,0000 ; 1.0000	7	En dessus de moyen	\tilde{M}_7 0.6364 ; 0.4545 ; 0.5909
			8	Haut	\tilde{M}_8 0.7273 ; 0.3636 ; 0.6818
			9	Très haut	\tilde{M}_9 0.8182 ; 0.2727 ; 0.7727
			10	Extrêmement haut	\tilde{M}_{10} 0.9091 ; 0.1818 ; 0.8636
			11	Exceptionnellement haut	\tilde{M}_{11} 1.0000 ; 0.0909 ; 0.9545

Source : Adaptée de Rao 2013, 251–253.

ii) une forme trapézoïdale : quatre paramètres a, b, c, d sont définis pour cette variante avec la condition : $a \neq b$, ou $b \neq c$, ou $c \neq d$, pour constituer un nombre flou \tilde{M} par le couple $(a/b, c/d)$. La représentation graphique de cette forme est illustrée par la figure 1.53 ;

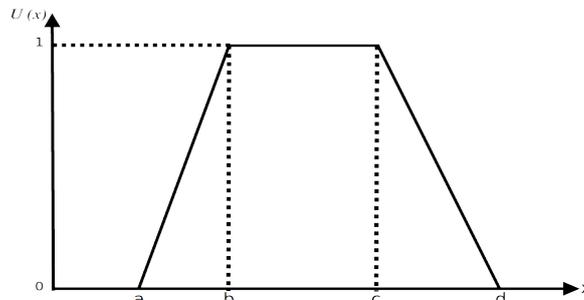


Figure 1.53. Forme trapézoïdale de la fonction d'indépendance. Adaptée de Liou et Wang 1992, fig. 4.

2) Le système d'inférence : il implique la définition des opérateurs flous et de leur comportement. L'inférence permet de construire des valeurs logiques floues composites. Il existe à vrai dire plusieurs systèmes d'inférence (système de Zadeh, de yager, paraboloïde hyperbolique, opérateurs linguistiques). En supposant que les nombres flous ont la forme TMF, et en définissant : $\tilde{I} = (a, b, c)$, $\tilde{A} = (d, e, f)$, sachant que a, b, c, d, e, f sont des nombres positifs, alors l'utilisation des opérateurs arithmétiques auront la signification qui suit¹ (Kahraman, Cebeci, et Ulukan 2003 ; P.-T. Chang et Lee 1995 ; Van Laarhoven et Pedrycz 1983) :

a) pour le changement de signe :

$$-(a, b, c) = (-c, -b, -a) \tag{4.3.17}$$

¹ Ces opérations sont également valables pour la forme trapézoïdale (P.-T. Chang et Lee 1995).

b) pour l'addition :

$$\begin{aligned}\tilde{I} + \tilde{A} &= (a+d, b+e, c+f) \\ k + \tilde{I} &= (k+a, k+b, k+d) \\ k &: \text{est un nombre ordinaire constant.}\end{aligned}\tag{4.3.18}$$

c) pour la soustraction :

$$\begin{aligned}\tilde{I} - \tilde{A} &= (a-f, b-e, c-d) \\ \tilde{I} - k &= (a-k, b-k, d-k) \\ k &: \text{est un nombre ordinaire constant.}\end{aligned}\tag{4.3.19}$$

d) pour la multiplication :

$$\begin{aligned}\tilde{I} \times \tilde{A} &\simeq (ad, be, cf) \\ k \times \tilde{I} &= (ka, kb, kd) \\ k &: \text{est un nombre ordinaire constant.}\end{aligned}\tag{4.3.20}$$

e) pour la division scalaire :

$$\tilde{I} \div k = \left(\frac{a}{k}, \frac{b}{k}, \frac{c}{k}\right)\tag{4.3.21}$$

f) pour l'inverse :

$$\tilde{I}^{-1} \simeq \left(\frac{1}{c}, \frac{1}{b}, \frac{1}{a}\right)\tag{4.3.22}$$

g) pour la logarithmique :

$$\ln \tilde{I} \simeq (\ln a, \ln b, \ln c)\tag{4.3.23}$$

h) pour l'exponentiel :

$$e^{\tilde{I}} \simeq (e^a, e^b, e^c)\tag{4.3.24}$$

i) pour la racine-N :

$$I^{\frac{1}{N}} \simeq (a^{\frac{1}{N}}, b^{\frac{1}{N}}, c^{\frac{1}{N}})\tag{4.3.25}$$

3) La commande floue : la logique floue permet de faire une programmation et de construire un moteur d'inférence. Un moteur d'inférence est constitué d'un ensemble de règles avec lesquelles il est possible de réaliser des déductions ;

4) La *defuzzification* : est l'opération inverse de la fuzzification, il s'agit donc de transformer une valeur floue vers une valeur fixe. Il existe plusieurs techniques pour réaliser cette opération.

Rao (2013) prétend que l'utilisation des nombres flous ne doit pas être exagérée, et ne devrait pas être appliquée que lorsqu'ils existent des variables qualitatives qui sont par nature arbitraires. Selon le même auteur, l'application de la logique floue sur des variables quantitatives assez précises n'a pas un grand intérêt, de même, elle fausserait et compliquerait les calculs.

Il est par ailleurs, possible d'utiliser une échelle linéaire en dehors de la logique floue pour servir le même intérêt. En ce sens, Rao (2013) propose l'échelle exposée dans le tableau 1.26 (cf. p. suiv.) qui est très proche des nombres flous.

Table 1.26. Transformation par une échelle linéaire des variables qualitatives

Termes linguistiques	Score simple
Exceptionnellement bas	0,0
Extrêmement bas	0,1
Très bas	0,2
Bas	0,3
En dessous de moyen	0,4
Moyen	0,5
En dessus de moyen	0,6
Haut	0,7
Très haut	0,8
Extrêmement haut	0,9
Exceptionnellement haut	1,0

Source : Adaptée de Rao 2013, 254.

4.3.2.2.2. Démarche de FAHP

FAHP suit globalement les mêmes étapes qu'AHP et introduit, au lieu d'une échelle de jugements nets, une échelle de mesure floue semblable à celle de la table 1.27. La valeur de la constante δ est définie de façon arbitraire. Elle peut aller selon la convenance de l'utilisateur entre 0,25 et 1 (Koul et Verma 2011 ; Jaganathan, Erinjeri, et Ker 2006). Une échelle floue contient finalement, des nombres flous avec la forme TMF ou trapézoïdale (P.-T. Chang et Lee 1995)¹. TMF est exprimé donc par $\tilde{M}_i = (a, b, c)$ sachant que $a, b, c \in [\frac{1}{9}, 1] \cup [9, 1]$.

Table 1.27. Échelle en nombres flous triangulaires avec 9 points de Saaty

Jugement linguistique	Nombres flous	Nombres flous triangulaires
Importance équivalente (indifférence)	$\tilde{1}$	1- δ , 1, 1+ δ
Intermédiaire entre $\tilde{1}$ et $\tilde{3}$	$\tilde{2}$	2- δ , 2, 2+ δ
Modérément plus important	$\tilde{3}$	3- δ , 3, 2+ δ
Intermédiaire entre $\tilde{3}$ et $\tilde{5}$	$\tilde{4}$	4- δ , 4, 4+ δ
Fortement plus important	$\tilde{5}$	5- δ , 5, 5+ δ
Intermédiaire entre $\tilde{5}$ et $\tilde{7}$	$\tilde{6}$	6- δ , 6, 6+ δ
Très fortement important	$\tilde{7}$	7- δ , 7, 7+ δ
Intermédiaire entre $\tilde{7}$ et $\tilde{9}$	$\tilde{8}$	8- δ , 8, 8+ δ
Extrêmement fortement plus important	$\tilde{9}$	9- δ , 9, 9+ δ

Source : Traduit et adaptée de Koul et Verma 2011, 966; Jaganathan, Erinjeri, et Ker 2006, 1255.

Selon cette échelle, les participants n'auront pas à définir avec exactitude une valeur d'importance, mais plutôt une approximation selon un intervalle donné. Ce qui est plus naturel et plus facile pour les participants (Buckley 1985).

L'insertion d'une échelle floue n'est pas, toutefois, sans conséquence sur les calculs (Jaganathan, Erinjeri, et Ker 2006). Celle-ci influence les opérations arithmétiques floues et les valeurs de la fonction d'appartenance qui dépendent du sens donné à chaque échelon. La signification du 0 et du 1 de la fonction d'appartenance dépendent de ce qui est mesuré : une préférence, une satisfaction, une probabilité, le niveau d'incertitude, etc. et n'expriment pas forcément le plus mauvais et le meilleur (Dubois 2011).

L'utilisation de la logique floue dans AHP pose en général un grand problème de consistance (Kubler et al. 2016 ; Zhü 2014 ; Koul et Verma 2011). Il n'est pas possible de la tenir systématiquement en raison de l'opération de multiplication qui ne maintient pas la forme

¹Une autre forme existe aussi, mais peu utilisé, c'est la forme gaussienne. Comme son nom l'indique, elle ressemble à la courbe de gauss qui a l'aspect d'une cloche.

triangulaire des nombres flous (TMF) (Ohnishi et al. 2008). Afin de surmonter ce problème, des extensions ont été proposées. Parmi les plus utilisées est celle de Chang (1996) (Kubler et al. 2016).

L'extension de Chang (1996) est une démarche qui est considérée comme la version de développement de FAHP la plus importante dans l'évolution de FAHP, après celle de Van Laarhoven et Pedrycz (1983) puis de Buckley (1985) (Zhü 2014). La principale contribution de celle-ci se rapporte à la proposition d'une méthode permettant d'obtenir, de manière relativement simple, des priorités locales et globales non floues, sans passer par un procédé de *defuzzification*. Elle a été élaborée à vrai dire sur la base de l'extension de Van Laarhoven et Pedrycz (1983), et concerne ainsi principalement la forme TMF¹ (Zhü 2014). L'application de l'extension de Chang passe par les étapes suivantes (Mahendran, Moorthy, et Saravanan 2014) :

- 1) Présenter un questionnaire de variable linguistique correspondant à des variables floues triangulaires ;
- 2) Construire la matrice de comparaison pour chaque niveau hiérarchique du modèle AHP ;
- 3) Calculer la moyenne géométrique pour chaque ligne (qui représente un critère) : le calcul nous fournit de nouveaux paramètres (l, m, u) ;
- 4) Déterminer la forme triangulaire de chaque critère : pour cela, on calcule $\frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i}, \frac{m}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{u}{\sum_{i=1}^n u_i}$. Le résultat de ce calcul forme un triplet (a, b, c) pour chaque critère nommé M_i ;
- 5) Concevoir la fonction d'appartenance triangulaire pour les M_i ;
- 6) Comparaison en paire des M_i : la comparaison a pour objectif de déterminer les intersections entre les M_i . La valeur d'appartenance du point d'intersection de chaque comparaison est considérée comme un poids de ce point-là, et aussi du critère considéré. Selon cette procédure, on obtient un poids w_i pour chaque critère M_i qui par la suite sera normalisé ;
- 7) Effectuer l'analyse de l'extension de Chang (1996) : ceci implique de suivre les sous-étapes suivantes :
 - i) calculer la valeur étendue floue synthétique : pour cela, il faut calculer les priorités synthétiques par la formule (4.3.26),

$$S_j = \sum_{i=1}^m M_i^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_i^j \right]^{-1} \quad (4.3.26)$$

j : représente le niveau hiérarchique du modèle AHP.

- ii) calculer le degré de possibilité :

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (4.3.27)$$

x, y : sont des valeurs sur l'axe de la fonction d'appartenance.

Cette même expression pourrait être réécrite avec la formule (4.3.28) :

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & \text{si } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{si } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{si autres} \end{cases} \quad (4.3.28)$$

l_i : est la plus petite valeur possible du domaine de discours (le minimum) pour M_i ;
 m_i : est la valeur la plus prometteuse du domaine de discours ou la moyenne pour M_i ;
 u_i : est la plus grande valeur possible du domaine de discours (le maximum) pour M_i .

¹ Voir le TMF proposé par Van Laarhoven et Pedrycz (1983) selon la formule (4.3.15).

iii) trouver le poids de l'alternative : selon la formule (4.3.29).

$$d(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (4.3.29)$$

$k=1,2,\dots,n$ sachant que $k \neq i$
 A_i : est l'identifiant de l'opération i ;
 $W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), \dots, d(A_n))^T$
 W : est le poids de l'alternative normalisé.

Malgré la grande diffusion de l'extension de Chang (1996) dans les travaux de recherche (Kubler et al. 2016) elle reste contestée par plusieurs auteurs, au même titre que les travaux précurseurs de Van Laarhoven et Pedrycz (1983) et de Buckley (1985). Zhü (2014) en particulier, a réalisé une analyse en profondeur de FAHP. Il avait démontré qu'aussi bien la logique des ensembles flous que les principes d'AHP avaient été violés :

- ◆ Les nombres flous ainsi que la fonction d'appartenance ont été utilisés dans la littérature avec une certaine confusion ou totalement mal utilisés ;
- ◆ les principes et les axiomes d'AHP n'ont pas été respectés, comme la réciprocité, la consistance, et la continuité¹, ce qui rend FAHP mathématiquement incorrecte.

En dehors de la consistance, FAHP souffre du problème de classement des nombres flous, qui plus est un problème général des ensembles flous (Dubois 2011). Plusieurs méthodes ont été proposées pour résoudre cette question, mais aucune n'a obtenu une acceptation unanime. Certains auteurs vont jusqu'à aller prétendre qu'il n'est pas possible d'ordonner les nombres flous, ou du moins, il est possible de le faire que partiellement (Zhü 2014). Zhü (2014) révèle, pour sa part, que la méthode AHP sans nombres flous donnerait les mêmes résultats en termes de classement qu'avec FAHP, et ce, en utilisant le paramètre « b » (le mode) des nombres flous. Le recours à la *defuzzification* comme solution alternative ne donne pas également satisfaction, car comme l'avait révélé Dubois (2011) ce procédé est contradictoire : l'utilisation des nombres flous ne servirait à rien puisque finalement, des valeurs nettes sont manipulées, de plus, selon Zhü (2014) la *defuzzification* ne garantit pas l'obtention d'une seule valeur nette correspondante à un nombre flou (perte de l'information). Par conséquent, selon le même auteur, l'introduction de la logique floue à la méthode ANP (cf. sect. 4.3.2.3), qui est une généralisation d'AHP, n'a pas de sens. Ceci vient du fait que l'association de ANP avec la logique floue est initiée par la plupart des utilisateurs avec la *defuzzification*. Aussi, parce qu'il n'a pas été possible d'introduire les nombres flous dans le traitement de la supermatrice. Ceci nous amène, pour bien comprendre cette implication, à présenter ANP.

4.3.2.3. Analytical Network Process

ANP (*Analytical Network Process*) est une méthode multi-attribut qui ajoute à AHP la prise en compte de l'effet de l'interdépendance des critères. ANP est donc une extension d'AHP qui rend son applicabilité plus générale et plus adaptée à des problématiques de prise de décision complexes (Ordoobadi 2012) et plus proches de la réalité. AHP devient selon cette généralisation un cas particulier de ANP (T. L. Saaty 2004a). D'après Ordoobadi (2012), ANP présente quelques avantages de plus par rapport aux autres méthodes multicritères de prise de décision. Contrairement aux méthodes de classement et d'optimisation, ANP s'appuie sur les opinions du preneur de décision, et ne présente pas de modèles complexes difficiles à comprendre. ANP selon le même auteur permet de :

- ◆ Mettre en évidence les relations et les rétroactions qui se produisent dans un modèle ;
- ◆ Conjuguer aussi bien des critères quantitatifs que qualitatifs dans un même modèle ;
- ◆ Mettre le lien entre les jugements, les connaissances et l'expérience des managers.

¹ En appliquant l'axiome de continuité selon la théorie de l'utilité sur les nombres flous, il devrait y avoir un paramètre $p \in [0,1]$ de tel façon que : $\tilde{M}_2 \sim p \tilde{M}_3 + (1-p) \tilde{M}_1$; Sachant que : $\tilde{M}_1 > \tilde{M}_2 > \tilde{M}_3$. Cependant, l'application de cet axiome montre que p obtient plusieurs valeurs plutôt qu'une seule valeur nette (Zhü 2014).

L'application de ANP s'est diffusée à très grande échelle dans différents domaines et questions de recherche : sélection des fournisseurs, choix technologiques, sélection et étalonnage des ERP, sélection des projets R et D, sélection des vendeurs dans le secteur pharmaceutique, implémentation d'un système de production de type Lean, choix des localisations des entrepôts, et appréciation de différentes logistiques inverses des ordinateurs (Ordoobadi 2012).

ANP s'articule par deux phases dont la première reprend identiquement les étapes d'AHP. La première phase consiste donc à construire le modèle hiérarchique des attributs et des sous-attributs. La deuxième phase consiste à construire le réseau d'influences entre les attributs et les alternatives. Les attributs et les critères sont considérés comme des nœuds avec des rétroactions. Autrement dit, et contrairement à AHP, les alternatives influencent également les critères. Par conséquent, les poids des critères dépendent des alternatives (Rozann W. Saaty 2003). Ce qui suit présentera la démarche de ANP en 11 étapes adaptée des 12 étapes évoquées par T. L. Saaty (2004b) :

Étape 1. Fixer les composantes du modèle : après avoir bien appréhendé le problème de décision, les composantes de son modèle doivent être déterminées. Ces constituants sont les objectifs, les critères, les sous-critères, les acteurs participants à la décision, les alternatives de décision, et les effets de chaque composante (T. L. Saaty 2004b) ;

Étape 2. Déterminer la hiérarchie des critères de contrôle : l'idée générale de ANP et de construire plusieurs réseaux contenant des critères et des sous-critères, et de les organiser de façon hiérarchique, à la manière d'AHP. Chaque élément d'un réseau contrôle les éléments du réseau appartenant au niveau inférieur (T. L. Saaty 2004a). ANP fait globalement la jonction de deux parties dont l'une est un réseau de critères de contrôle et l'autre est un réseau d'influence entre des grappes (T. L. Saaty 2004a). Cette étape construit la première partie du modèle en déterminant la hiérarchie des critères et des sous-critères de contrôle, ainsi que leurs priorités par des comparaisons en paires. Les grappes des critères de contrôle sont comparées deux à deux par rapport à leur grappe parente (le but) en termes de dominance, d'influence, d'importance, de préférence, ou de vraisemblance (Rozann W. Saaty 2003). Autrement dit, examiner la grappe qui a relativement le plus d'impact sur la grappe parente. Dans un réseau simple où les critères de contrôle sont absents, la comparaison est réalisée directement par rapport au but du modèle. Le résultat de cette étape est récapitulé sur la matrice des poids des grappes des critères de contrôle. Les critères ne dépassant pas un poids de 3 % peuvent être éliminés de la suite des étapes. Soit dit en passant, que cette recommandation avait été initialement proposée dans AHP, après avoir constaté que les critères au-dessous de ce seuil avaient un effet dérisoire sur les résultats ;

Étape 3. Construire le modèle de réseau : ceci revient à structurer la deuxième partie du modèle sous chaque critère ou sous-critère de contrôle (T. L. Saaty 2004a). Cette étape consiste plus précisément à regrouper les critères et les alternatives (les nœuds) dans des grappes séparées et labellisées (voir l'exemple de la fig. 1.54, cf. p. suiv.). Le réseau de manière générale apparaît avec des grappes parentes et des grappes enfants. Un modèle ANP peut se présenter alors selon différents niveaux de complexités (Rozann W. Saaty 2003) :

- 1) Un réseau sous forme simple : est un réseau qui n'a pas de sous-réseaux et dans lequel les critères et les alternatives sont tous rassemblés ;
- 2) Un réseau à deux niveaux : celui-ci contient une première couche contenant des critères de haut niveau désignés par les critères de contrôle. La deuxième couche détaille les sous-réseaux appartenant chacun à un critère de contrôle particulier. C'est dans cette couche que les alternatives ainsi que les critères d'évaluation qui composent le critère de contrôle se situent. À titre indicatif, on pourrait considérer qu'un sous-réseau est un réseau simple. Par défaut, la méthode ANP présente un

réseau à deux niveaux d'après un modèle de référence dit BOCR. Ce modèle contient quatre critères de contrôle prédéfinis et désignés par mérites : Bénéfices, Opportunité, Coût et Risques ;

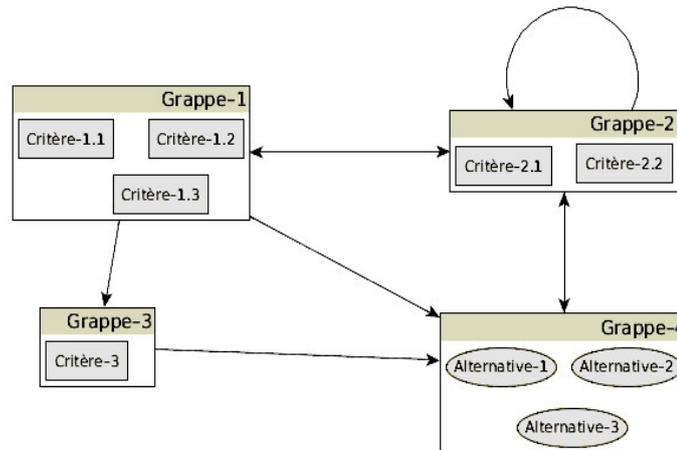


Figure 1.54. Composantes et connexion d'un réseau ANP.

- 3) Un réseau complexe : celui-ci contient plus de deux niveaux. La figure 1.55 présente un exemple d'un tel réseau :
- i) Le premier niveau sert uniquement à faire ressortir les priorités (poids) des mérites. Il contient ainsi :
 - a) les mérites : par défaut BOCR,
 - b) les critères stratégiques : ce sont des critères utilisés uniquement pour coter l'importance des mérites,
 - c) les sous-critères (stratégiques) : ils constituent une décomposition des critères stratégiques ;

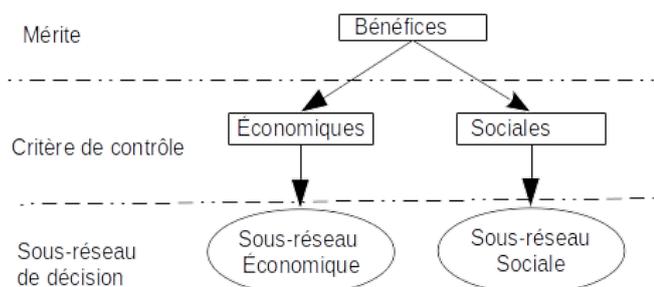


Figure 1.55. Exemple de réseau ANP complexe. Traduit de Rozann W. Saaty 2003, 367.

- ii) Le deuxième niveau contient également des critères dits :
 - a) critères de contrôle : qui sont rattachés aux mérites,
 - b) sous-critères (de contrôle) : rattachés aux critères de contrôle ;
 - iii) Les autres niveaux plus bas contiennent des sous-réseaux. Le sous-réseau qui comporte les alternatives est désigné par le sous-réseau de décisions. Ce dernier comprend :
 - a) les critères (du sous-réseau de décisions) ou les participants à la décision : rattachés aux sous-critères de contrôle,
 - b) les sous-critères : rattachés aux critères du sous-réseau de décisions,
 - c) les alternatives : rattachées aux sous-critères du sous-réseau de décisions ;
- Étape 4. Mettre en évidence les interdépendances entre les nœuds : une schématisation des interactions est réalisée par des flèches dirigées reliant les grappes contenant les nœuds. Les interdépendances peuvent se montrer selon deux possibilités (Rozann W. Saaty 2003):

- 1) Les dépendances externes : elles représentent les interactions entre les grappes. Si un critère influence les alternatives, une flèche de la grappe des critères est d'érigée vers la grappe des alternatives. Dans le cas contraire, cela exprime la rétroaction. Ainsi les flèches de la grappe des alternatives sont dirigées vers la grappe des critères ;
 - 2) Les dépendances sont internes : cela veut dire qu'ils existent des influences entre deux nœuds (critères ou alternatives) de la même grappe. La dépendance interne est représentée par une flèche en forme de boucle dont la source et la cible sont identiques. Pour avoir un aperçu global des influences entre les grappes, T. L. Saaty (2004a) suggère de construire un tableau avec une colonne au milieu listant toutes les grappes. Sur la colonne de droite toutes les grappes influencées sont mentionnées, et sur la colonne de gauche toutes les grappes influentes ;
- Étape 5. Choisir l'approche de l'analyse : l'analyse peut être faite selon deux modes. Dans le premier mode, les critères sont considérés comme influencés. Selon le deuxième mode, les critères sont considérés comme influents. Le deuxième mode est celui qui est recommandé par T. L. Saaty (2004b) ;
- Étape 6. Constituer les jugements sur les influences externes au niveau des nœuds : cela consiste à effectuer des comparaisons en paires entre les nœuds. La comparaison suit le type et la direction des dépendances, et ce, en se référant à leur présentation graphique sous forme de flèches, ou en suivant le tableau des influences établi entre les grappes. La comparaison entre deux nœuds de la même grappe est réalisée vis-à-vis d'un nœud parent qui appartient, évidemment, à une autre grappe. Ainsi les alternatives sont comparées au sein d'un critère selon la flèche d'influence de la grappe des critères, et les critères sont comparés au sein d'une alternative selon la flèche de rétroaction. Cette dernière institue la particularité d'ANP. Elle instaure une question qui a pour but de déterminer qu'elle est le critère prévalant dans une alternative. Similairement à AHP, les résultats de l'analyse sont retranscrits dans des matrices de comparaison (revoir en supra la table 1.23) ;
- Étape 7. Constituer les jugements selon les influences internes au niveau des nœuds : après avoir identifié les grappes concernées par les flèches en forme de boucle, la comparaison en paires entre les nœuds de la même grappe est réalisée. Pour pouvoir faire cette opération, trois éléments de cette grappe sont pris, puis deux d'entre eux sont comparés de manière à juger celui qui a le plus d'influence sur le troisième élément. Par la suite, les résultats de la comparaison sont reportés sur une super-matrice pondérée ;
- Étape 8. Construire la super-matrice non pondérée : une super-matrice est une récapitulation des grappes et de ses éléments en lignes et en colonnes (voir la table 1.28 correspondant à l'exemple de la fig. 1.54). Elle reprend les vecteurs de priorités et les interdépendances qui existent entre les composantes des grappes et les grappes elles-mêmes.

Table 1.28. Exemple de super-matrice dans la méthode ANP

		Grap.1			Grap.2		Grap.3	Grap.4		
		Crit. 1,1	Crit. 1,2	Crit. 1,3	Crit. 2,1	Crit. 2,2	Crit. 3	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Grap. 1	Crit. 1,1	0	0	0	$w_{1,1,2,1}$	$w_{1,1,2,2}$	$w_{1,1,3}$	$w_{1,1,4,1}$	$w_{1,1,4,2}$	$w_{1,1,4,3}$
	Crit. 1,2	0	0	0	$w_{1,2,2,1}$	$w_{1,2,2,2}$	$w_{1,2,3}$	$w_{1,2,4,1}$	$w_{1,2,4,2}$	$w_{1,2,4,3}$
	Crit. 1,3	0	0	0	$w_{1,3,2,1}$	$w_{1,3,2,2}$	$w_{1,3,2,3}$	$w_{1,3,4,1}$	$w_{1,3,4,2}$	$w_{1,3,4,3}$
Grap. 2	Crit. 2,1	$w_{2,2,1,1}$	$w_{2,1,1,2}$	$w_{2,1,1,3}$	$w_{2,1,2,1}$	$w_{2,1,2,2}$	0	$w_{2,1,4,1}$	$w_{2,1,4,2}$	$w_{2,1,4,3}$
	Crit. 2,2	$w_{2,1,1,2}$	$w_{2,1,1,2}$	$w_{2,1,1,3}$	$w_{2,1,2,1}$	$w_{2,1,2,2}$	0	$w_{2,2,4,1}$	$w_{2,2,4,2}$	$w_{2,2,4,3}$
Grap. 3	Crit. 3	$w_{3,1,1}$	$w_{3,1,2}$	$w_{3,1,3}$	0	0	0	$w_{3,4,1}$	$w_{3,4,2}$	$w_{3,4,3}$
Grap. 4	Alt. 1	0	0	0	$w_{4,1,2,1}$	$w_{4,1,2,2}$	0	0	0	0
	Alt. 2	0	0	0	$w_{4,2,2,1}$	$w_{4,2,2,2}$	0	0	0	0
	Alt. 3	0	0	0	$w_{4,3,2,1}$	$w_{4,3,2,2}$	0	0	0	0

Source : Adaptée de T. L. Saaty 2004a, 6.

Une super-matrice non pondérée reprend, donc, les priorités locales obtenues par les matrices de comparaisons de chaque nœud d'une grappe, ainsi que les valeurs des influences internes et externes des grappes et de ses éléments. En d'autres termes, elle retranscrit les vecteurs de priorité calculés selon la méthode AHP¹ et les réincorpore en colonnes (Rozann W. Saaty 2003). Pour les modèles ANP structurés à deux niveaux, et pour les modèles complexes, la super-matrice pondérée est créée pour chaque critère de contrôle (T. L. Saaty 2004a) ;

Étape 9. Former la matrice des poids des grappes et la super-matrice pondérée : cela consiste à mesurer les influences entre les différentes grappes du modèle par comparaison en paire vis-à-vis d'un critère du niveau supérieur (selon la complexité du modèle, ça sera un critère de contrôle ou directement le but). Dans le cas où il n'existerait pas d'influences entre les grappes, un zéro est assigné dans la matrice de comparaison. La comparaison engendre une matrice des poids des grappes (matrice non pondérée) qui reprend les vecteurs de priorités obtenus, ensuite de quoi les sous-étapes suivantes seront procédées :

- 1) La constitution de la super-matrice pondérée : cette matrice particulière découle de la multiplication de chaque nœud (critère ou alternative) composant la matrice non pondérée par le poids de la grappe à laquelle il appartient. L'opération de pondération rend la super-matrice sous-forme stochastique (la somme de chaque colonne est égale à 1) (T. L. Saaty 2004a). Dans le cas où le réseau ANP est simple, la super-matrice pondérée est égale à la super-matrice non pondérée, et ce, en raison de l'existence d'une seule grappe de critères seulement. Pour les réseaux à deux niveaux ou complexes, chaque super-matrice est pondérée par la priorité du critère de contrôle auquel elle est directement rattachée (T. L. Saaty 2004a) ;
- 2) La recherche de la matrice limite : cette dernière est obtenue à partir de la super-matrice pondérée. Pour identifier les limites de la super-matrice pondérée, il faut déterminer d'abord si elle est réductible ou irréductible. La super-matrice limite est obtenue par la puissance de la matrice pondérée avec un nombre $2k+1$ de fois (Wu, Lin, et Chen 2009). Le nombre k est choisi de façon arbitraire, et incrémenté jusqu'à ce que la matrice devienne convergée. La convergence de la matrice est détectée lorsque toutes les colonnes semblent identiques ;
- 3) La transformation vers la super-matrice limite normalisée : la normalisation est effectuée selon la simple fraction : $\frac{\text{Poids du nœud}}{\text{Somme des poids de la colonne}}$. Si les limites sont identiques, les poids des nœuds sont normalisés. Par contre, si différentes limites existent, une moyenne de ces limites est calculée, puis les poids sont normalisés ; cependant, la constitution de la matrice limite est moins évidente qu'il n'y paraît. Le phénomène de l'apparition que des zéros constitue la principale entrave. Ce problème a deux origines : il survient lorsque les colonnes d'un nœud sont égales à zéro, ou lorsque le réseau possède beaucoup de niveaux hiérarchiques. Des solutions ont tout de même été proposées pour le résoudre (Adams 2011) :
 - i) Résolution du problème de la hiérarchie : il a été remarqué qu'il était possible d'avoir les mêmes effets que la formule originale du calcul de la super-matrice limite, en utilisant la formule (4.3.30) ;

$$ML = \sum_{i=1}^L S^i \quad (4.3.30)$$

ML : est la matrice limite ;

S : est la supermatrice mise à l'échelle ;

L : est le nombre de niveaux dans la hiérarchie ou le nombre qui satisfait la relation : $S^{L+1} = 0$

¹ Voir supra table 1.23 pour la matrice de comparaison.

- ii) Résolution du problème de l'affaissement¹ : plusieurs algorithmes sont dédiés à cette solution : le redimensionnement et la décomposition. Nous présentons ici que la première². Le redimensionnement peut tout être appliquée selon deux modes :
- a) Le calcul type : il s'agit de calculer des colonnes normalisées de la super-matrice selon différentes puissances. La super-matrice limite sera celle qui présente une convergence des différents calculs selon la puissance ;
 - b) La mise à l'échelle par un scalaire : celle-ci procède de la même manière que la précédente, mais au lieu de normaliser les colonnes elles sont multipliées par un scalaire. Le scalaire change à chaque fois que la super-matrice est mise en puissance. La super-matrice obtenue par cet algorithme présente une convergence ;

Étape 10. Obtenir les priorités synthétiques des alternatives et les ordonner : de manière générale, il est possible de calculer les priorités synthétiques par une formule d'agrégation particulière à chaque niveau de la structure du modèle. Cela n'est nonobstant pas nécessaire, car les priorités synthétiques sont obtenues systématiquement par la super-matrice stochastique limite. Dans la plupart des cas, elles sont calculées au sommet d'un réseau ANP complexe, ou à deux niveaux (Rozann W. Saaty 2003). Les priorités synthétiques peuvent, par ailleurs, être présentées sous différents modes : normalisées, idéales, et brutes (Rozann W. Saaty 2003). Avant de les exposer, voyons comment ces priorités sont calculées :

- 1) Mode de calcul des priorités synthétiques : le mode de calcul qui sera présenté utilise des valeurs brutes, sauf pour le réseau complexe dans lequel les valeurs idéales sont utilisées à partir de la deuxième couche de sa structure. Ainsi, suivant la complexité du réseau, les priorités sont obtenues :
 - i) Dans un réseau simple : directement à partir de la super-matrice limite. Les priorités des alternatives sont disposées en colonnes ;
 - ii) Dans un réseau à deux niveaux : directement à partir de la super-matrice stochastique limite, sauf si l'on veut utiliser une agrégation spécifique (cf. sect. 4.3.3). Dans le deuxième cas, une formule formalisée exprimant le but du modèle doit être d'abord définie. Quelle qu'elle soit la formule explicitée celle-ci doit utiliser les paramètres reflétant les mérites appliqués sur chaque alternative. La valeur de chaque mérite est équivalente à celle de son sous-réseau. Sachant qu'un sous-réseau est un réseau simple, la valeur de chaque mérite est directement obtenue par la super-matrice stochastique limite du sous-réseau. Par défaut, ANP propose deux formules d'agrégation des priorités suivant le modèle BOCR : la forme multiplicative (cf. formule (4.3.40) dans la sect. 4.3.3.2) et la forme additive (cf. formule (4.3.31)) ;

$$PS_i = bB + oB - cC - rR \quad (4.3.31)$$

b : est la cote normalisé du mérite bénéfice ;
o : est la cote normalisé du mérite opportunité ;
c : est la cote normalisé du mérite coût ;
r : est la cote normalisé du mérite risque.

- iii) Dans un réseau complexe : les priorités synthétiques sont obtenues avec une formule d'agrégation appliquée au sommet du modèle. Cependant, avant de pouvoir appliquer la formule, il faut d'abord déterminer le poids de chaque sous-critère de contrôle dans le deuxième niveau du modèle. Les poids des sous-critères de contrôle sont obtenus par la super-matrice non pondérée propre au sous-réseau des critères de contrôle, c'est-à-dire la super-matrice du

¹ Le problème est connu sous le terme de « *sink* » (Adams 2011).

² Pour la présentation détaillée des algorithmes de la décomposition, se référer à Adams (2011).

deuxième niveau du modèle. Le poids global de chaque sous-critère de contrôle est calculé selon la formule (4.3.32) ;

$$w_i^{SCC} = w_j^M \cdot w_k^{CC} \quad (4.3.32)$$

w_i^{SCC} : est le poids du sous-critère de contrôle i ;

w_j^M : est le poids du mérite j ;

w_k^{CC} : est le poids du critère de contrôle k .

Sachant que la grappe des alternatives n'apparaît pas dans le deuxième niveau, la super-matrice n'est pas générée sur cette couche. Alors, le calcul des priorités synthétiques dans cette couche est réalisé en multipliant le poids idéal de l'alternative par le poids des sous-critères de contrôle ;

2) Présentation des priorités synthétiques : la valeur des priorités synthétiques peut être retournée selon trois formes de présentation :

i) Forme normalisée : les priorités synthétiques s'affichent selon ce mode après la normalisation de leurs valeurs brutes. La forme normalisée est calculée selon la formule (4.3.33) ;

$$PSN_i = \frac{PS_i}{\sum_{i=1}^n PS_i} \quad (4.3.33)$$

PSN_i : est la priorité synthétique sous forme normalisée de l'alternative i ;

PS_i : est la priorité synthétique sous forme brute de l'alternative i ;

n : est le nombre totale des alternatives.

ii) Forme idéale : les valeurs idéales des priorités synthétiques sont affichées après le calcul qui consiste à faire la division de chaque valeur brute, ou normalisée, par le maximum de ces valeurs (cf. formule (4.3.34)) ;

$$PSI_i = \frac{PS_i}{\text{Max}(PS_i)} \quad (4.3.34)$$

PSI_i : est la priorité synthétique sous forme Idéale de l'alternative i ;

PS_i : est la priorité synthétique sous forme brute de l'alternative i .

iii) Forme brute : dans ce cas, les priorités synthétiques sont soit reprises de la super-matrice limite non normalisée à partir d'un réseau simple, soit calculées des valeurs idéales des sous-réseaux ;

Étape 11. Réaliser une analyse de sensibilité¹: l'objectif de l'analyse de sensibilité est de s'assurer qu'une certaine stabilité existe dans les résultats. La stabilité est mesurée par la constance de l'ordre des priorités des alternatives. L'analyse consiste à effectuer plusieurs hypothèses sur les intrants du modèle, et à observer leurs effets sur les extrants. Autrement dit, une sorte de simulation au sens large est réalisée. Les intrants représentent les poids des mérites ou des critères, alors que les extrants symbolisent les priorités synthétiques. L'analyse de sensibilité permet d'examiner précisément l'impact des fluctuations des jugements sur l'ordre des alternatives. Toutefois, le choix de la formule d'agrégation a un impact sur l'analyse. Il n'est par exemple pas possible de faire une analyse de sensibilité avec l'expression BOCR sous sa forme multiplicative, car les poids des mérites sont initialement considérés comme équivalents (Rozann W. Saaty 2003). Par contre, toutes les expressions additives permettent de produire une analyse de sensibilité. Il est d'usage de présenter cette analyse sous forme de graphe, dans lequel l'axe des abscisses représente les variations du poids d'un critère (mérite), et l'axe des ordonnées représente la variation des priorités synthétiques des alternatives. La figure 1.56 (cf. p. suiv.) présente un tel exemple où l'on peut apercevoir qu'avec les poids du critère n° 1, l'alternative 1 est relativement stable vis-à-vis de l'alternative 2,

¹ Notons que cette étape n'est pas spécifique à ANP, à l'origine elle figure dans la démarche d'AHP.

car elle la devance sous toutes les hypothèses. Par contre, l'alternative 3 est moins stable dans la mesure où elle devient la plus importante au-delà d'un poids équivalent à 0.48.



Figure 1.56. Exemple d'analyse de sensibilité. Adaptée de Rozann W. Saaty 2003, 64.

4.3.3. Calcul du score composite

La mesure d'une performance synthétique peut être réalisée par la constitution d'un indicateur composite obtenu par le procédé d'agrégation des métriques. Cette agrégation s'applique par un modèle mathématique, statistique ou algorithmique. L'indicateur composite révèle la tendance des changements dans le temps ou à travers des unités de mesures spécifiques. Il est ainsi courant de voir l'utilisation des indicateurs composites pour soutenir une politique, réaliser un monitoring, ou asseoir un benchmarking (OECD, European Union, et Joint Research Centre - European Commission 2008).

L'indicateur composite souffre, toutefois, de difficultés techniques provoquant un long débat entre ses partisans et opposants. En somme, la liste des avantages et des inconvénients liés à son utilisation est présentée dans la table 1.29 (OECD, European Union, et Joint Research Centre - European Commission 2008).

Table 1.29. Avantages et inconvénients des indicateurs composites

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Synthétise une réalité multidimensionnelle dans une vue globale utile pour la prise de décision ; ▪ Facilite l'interprétation de la situation par rapport à l'utilisation d'un amas d'indicateurs spécifiques ; ▪ Permet d'évaluer le progrès ; ▪ Il réduit une panoplie d'indicateurs sans perdre l'information essentielle qu'ils renferment ; ▪ Il peut intégrer davantage d'information en son sein ; ▪ Il rattache la performance et le progrès aux politiques menées ; ▪ Il facilite la communication et favorise l'installation d'un mécanisme de reddition de compte ; ▪ Il favorise la construction de récit pour l'audience non spécialisée ; ▪ Il permet de faire des comparaisons efficaces entre des dimensions complexes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il peut induire en erreur s'il a été mal conçu ou mal interprété ; ▪ Il peut conduire à des conclusions simplistes ; ▪ Il peut être mal utilisé s'il ne respecte pas certains principes, ou s'il est statistiquement mal fondé ; ▪ Il peut cacher des carences dans certaines de ses dimensions ; ▪ Il peut provoquer des décisions inappropriées, si certaines dimensions de la performance ont été négligées.

Source : Adaptée de OECD, European Union, et Joint Research Centre - European Commission 2008, Encadré 1.

En dépit de ses points faibles, l'indicateur composite demeure un outil non négligeable pour la gestion. Il est d'ailleurs utilisé dans plusieurs domaines tels que l'économie, l'environnement, la mondialisation, le secteur de la santé, l'innovation, et la technologie (Munda et Nardo 2005).

Selon la théorie d'impossibilité revenant à Arrow, il n'existe pas de méthode parfaite ou complète d'agrégation (Munda et Nardo 2005). Sachant cela, plusieurs procédures peuvent s'appliquer : additive, multiplicative, non-linéaire, et analyse des partitionnements de données (*cluster analysis*) (Nardo et al. 2005). La méthode additive et la méthode multiplicative

constituent les approches principales (Great Britain et Department for Communities and Local Government 2009). Notons au passage que la moyenne arithmétique, comme modèle mathématique, fait partie de l'approche additive, alors que la moyenne géométrique s'inscrit dans l'approche multiplicative.

L'agrégation des indicateurs de performance revêt également plusieurs autres aspects problématiques : normalisation, pondération, et agrégation. Ces questions sont traitées de manière intégrée par certaines techniques issues du MCDA/MCDM, comme celles que nous avons vues dans la section 4.3.2 (AHP, ANP, FAHP), et d'autres comme MACBETH et MAUT (Great Britain et Department for Communities and Local Government 2009).

4.3.3.1. L'approche additive

La plupart des méthodes MCDA/MCDM utilisent la formule de la somme pondérée simple (SPS¹) pour calculer un indice, qui n'est autre qu'une transformation linéaire des critères d'évaluation (Afshari, Mojahed, et Yusuff 2010). Elle est aussi majoritairement utilisée dans les études cherchant à faire un classement des pays vis-à-vis d'un sujet particulier (Nardo et al. 2005). La somme pondérée simple se présente sous la forme de l'équation (4.3.35) : le poids de chaque critère exprime un degré d'importance ou de préférence par rapport à un autre critère. Cependant, le SPS convient seulement sous l'hypothèse de l'indépendance des critères d'évaluation (Great Britain et Department for Communities and Local Government 2009).

$$I = \sum_{i=1}^n w_i^M M_i \quad (4.3.35)$$

I : est l'indice ou le score agrégé ;
 w_i^M : est le poids de l'indicateur (Métrique) i ;
 M_i : est l'indicateur (Métrique) i ;
 n : est le nombre total des indicateurs (Métriques).

Les autres modèles moins intéressants, mais plausibles dans l'approche additive, sont ceux de la sommation simple (cf. formule (4.3.36)) et de l'étalon (cf. formule (4.3.37)) (Nardo et al. 2005).

$$I = \sum_{i=1}^n M_i \quad (4.3.36)$$

I : est l'indice ou le score agrégé ;
 M_i : est l'indicateur (Métrique) i ;
 n : est le nombre total des indicateurs (Métriques).

$$I = \sum_{i=1}^n \operatorname{sgn} \left[\frac{M_i}{\bar{M}_i} - (1+p) \right] \quad (4.3.37)$$

I : est l'indice ou le score agrégé ;
 M_i : est l'indicateur (Métrique) i ;
 \bar{M}_i : est la moyenn de l'indicateur (Métrique) i ;
 p : est un seuil déterminé subjectivement ;
 n : est le nombre total des indicateurs (Métriques) ;

Cette dernière formule utilise dans le calcul la différence entre le nombre des indicateurs qui sont au-dessus, et ceux qui sont au-dessous d'un seuil p provenant d'un choix arbitraire proche de la moyenne. L'handicape de ce modèle provient du fait qu'il fait perdre des informations, allant parfois rendre deux performances équivalentes, alors qu'elles ne le sont pas (Nardo et al. 2005).

Quel que soit le modèle adopté, la crédibilité théorique de l'indicateur composite dans cette approche dépend d'une condition fondamentale liée à l'indépendance des sous-indicateurs, en d'autres termes scientifiques « l'indépendance des préférences ». Cette condition assure le fait

¹ Traduction de SAW (*Simple Additive Weighting*).

que l'indicateur composite reflète bien le phénomène étudié, et que son score n'a pas été biaisé par des effets de synergie ou de conflit entre les sous-indicateurs. Autrement dit, elle garantit l'expression de chaque sous-indicateur, à travers sa contribution dans la performance globale (Nardo et al. 2005; Munda et Nardo 2005; OECD, European Union, et Joint Research Centre - European Commission 2008).

L'agrégation additive est confrontée à la déperdition de l'information, suite à l'abstraction des écarts qui se produisent dans les valeurs des métriques (Mordal, Laval, et Ducasse 2011). Ce problème est dû au phénomène de compensation entre les différents sous-indicateurs. La table 1.30 présente un tel exemple : la deuxième colonne fournit un seuil pour chaque indicateur en dessus duquel la valeur d'une métrique est considérée comme anormale. En voulant minimiser l'indice qui est une somme des trois métriques, l'état 2 indique une meilleure situation que l'état 1, alors que les métriques M1 et M2, dans l'état 2, affichent clairement des valeurs non satisfaisantes en regard de la norme.

Table 1.30. Exemple présentant le problème de l'agrégation additive

Métriques	Norme	État 1	État 2
M1	10	8	13
M2	17	11	19
M3	23	16	1
Indice (somme)	50	35	33
Moyenne	16,67	11,67	11,00

Source : Adaptée de Mordal, Laval, et Ducasse 2011, 9.

Ce problème peut s'accroître au niveau supérieur d'un système composé de critères hiérarchisés. Autrement dit, si les critères sont structurés sur plusieurs niveaux d'agrégation, les valeurs anormales du niveau le plus bas ne se reflètent pas sur l'indice composite du sommet de la hiérarchie. Ainsi, des informations précieuses indiquant des dysfonctionnements sont potentiellement cachées.

D'après Munda et Nardo (2005), la compensation est une propriété inhérente à la structure du modèle additif. Le poids des sous-indicateurs jouerait théoriquement le rôle du taux de substitution et non pas, à vrai dire, le sens de priorités.

Une des solutions adoptées pour inhiber ce problème consiste à attribuer un poids pour chaque métrique selon des plages de valeurs (Mordal, Laval, et Ducasse 2011). Le calcul de l'indice est réalisé de sorte que les valeurs atypiques des sous-indicateurs se manifestent en lui. Le poids d'une métrique change selon l'idée que « plus une note était mauvaise, plus elle avait un poids fort » (Mordal, Laval, et Ducasse 2011, 10). Pour illustrer ce procédé, nous reprenons les données de la table 1.30. La table 1.31 présente pour compléter l'exemple le poids des métriques M1, M2 et M3 en fonction de la variation de leur note.

Table 1.31. Poids des notes

Note	Pour la métrique M1			Pour la métrique M2			Pour la métrique M3		
	< 10	[10 ; 50]	≥ 50	< 17	[17 ; 44]	≥ 44	< 23	[23 ; 55]	≥ 55
Poids	33%	66%	100%	33%	66%	100%	33%	66%	100%

Source : Adaptée de Mordal, Laval, et Ducasse 2011, 11.

La table 1.32 indique l'indice calculé par la somme des notes multipliées par leur poids contextuel. Ainsi, contrairement à la table 1.30, nous pouvons voir que l'indice de l'état 2 révèle une situation plus mauvaise que celle de l'état 1.

Table 1.32. Agrégation par la somme des notes pondérées.

Métriques	État 1	Poids état 1	État 2	Poids état 2
M1	8	33%	13	66%
M2	11	33%	19	66%
M3	16	33%	1	33%
Indice	11,55		21,45	

Source : Adaptée de Mordal, Laval, et Ducasse 2011, 11.

Une deuxième solution consiste à employer une méthode de classement appartenant au MCDA/MCDM, et de suivre une procédure qui s'articule en deux phases (Nardo et al. 2005) :

- 1) La comparaison en paire des sous-indicateurs de deux sujets (performance¹) ;
- 2) Le classement des sujets.

La principale préoccupation ou l'élément critique de cette procédure se rapporte sur la détermination des poids suivant la comparaison en paire. Après sa réalisation, le classement peut s'effectuer suivant différentes logiques. L'une d'elles est celle du classement CKYL (*Condorcet-Kemeny-Young-Levenglick*) (Nardo et al. 2005). Sans la détailler, cette technique comporte des inconvénients et des avantages résumés dans la table 1.33. En outre, les points faibles de l'ensemble de la procédure concernent :

- ◆ Sa complexité qui croît en fonction du nombre des sujets étudiés. En notant ce nombre par n , le classement peut atteindre $n!$ opérations ;
- ◆ La comparaison est en soi mutuelle entre les sous-indicateurs, et ne s'effectue pas par rapport à une cible ou à un référent ;
- ◆ L'existence de plusieurs heuristiques de classement donnant des résultats distincts qui posent le problème de la justesse.

Les deux derniers points évoqués remettent en question l'utilité de la procédure dans le contexte d'un benchmarking, dans la poursuite des objectifs, ou même pour constituer un monitoring. Finalement, on peut se demander dans quelle mesure elle est adaptée au PMS, et si l'on ne sort pas avec cette méthode du cadre de la mesure.

Table 1.33. Avantages et inconvénients de la technique de classement CKYL

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La question de l'échelle de mesure ne devient plus problématique ; ▪ Des sous-indicateurs qualitatifs et quantitatifs peuvent être traités conjointement ; ▪ Élimine l'effet de l'interdépendance ; ▪ Il ne devient plus nécessaire d'effectuer une normalisation des sous-indicateurs ; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Des inconstances de classement peuvent apparaître, plus précisément le phénomène de l'inversion ou de cyclicité du rang peut surgir^a ; ▪ Négligence de l'intensité des valeurs des sous-indicateurs dans la procédure de comparaison. Cependant, elle peut être palliée en incluant des seuils.

Source : Adaptée de Nardo et al. 2005, 79.

^a Il est connu dans le domaine électoral comme le paradoxe de Condorcet.

4.3.3.2. L'approche multiplicative

Dans l'approche multiplicative, la forme mathématique générale sous laquelle se présente l'agrégation est illustrée dans la formule (4.3.38) (Nardo et al. 2005).

$$I = \prod_{i=1}^n M_i \quad (4.3.38)$$

I : est l'indice ou le score agrégé ;

M_i : est l'indicateur (Métrique) i ;

n : est le nombre total des indicateurs (Métriques).

Il est toutefois courant d'utiliser la moyenne géométrique pour la représenter (cf. formule 4.3.39).

$$I = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n M_i} \quad (4.3.39)$$

I : est l'indice ou le score agrégé ;

M_i : est l'indicateur (Métrique) i ;

n : est le nombre total des indicateurs (Métriques).

¹ Rappelons que selon notre conceptualisation, l'alternative est la performance de l'indicateur composite. Dans les méthodes de classement, le sujet est l'équivalent de l'alternative.

Dans son modèle de référence, la méthode ANP utilise comme indicateur composite, pour calculer les priorités synthétiques, la formule (4.3.40). La formule multiplicative est recommandée dans ce cadre, lorsque les mérites ont une importance équivalente (Rozann W. Saaty 2003).

$$PS_i = \frac{B_i O_i}{C_i R_i} \quad (4.3.40)$$

$i = 1, 2, \dots, n$: représente l'alternative ;
 PS_i : est la priorité synthétique de l'alternative i ;
 B_i : est le mérite Bénéfice de l'alternative i ;
 O_i : est le mérite Oporunité de l'alternative i ;
 C_i : est le mérite Coût de l'alternative i ;
 R_i : est le mérite Risque de l'alternative i .

Comparativement à l'approche additive, l'approche multiplicative possède moins d'effet de compensation. Ceci implique que si parfois deux indicateurs composites apparaissent équivalents par une moyenne arithmétique, la moyenne géométrique révèle une différence. L'indicateur composite est aussi désigné par l'indice de défavorisation : la marge de différence issue de petits changements dans les sous-indicateurs a un impact proportionnel inférieur à celui de l'approche additive. Par contre, l'indicateur composite dans l'approche multiplicative est affecté de la même manière que l'autre approche lorsque l'indépendance des sous-indicateurs est absente (Nardo et al. 2005).

Enfin, l'approche multiplicative est moins sensible à la différence des unités de mesure des sous-indicateurs. Elle devient particulièrement appropriée si l'indicateur composite implique des métriques exprimées par des échelles de ratio distinctes, mais positives. Ceci veut aussi dire que le choix d'une méthode de normalisation n'a pas un impact nuisible sur les valeurs (Nardo et al. 2005).

4.3.4. Rôle de l'informatique décisionnelle

Le système d'information décisionnel est une infrastructure de données qui intègre les outils de pilotages, et exploite les données du système d'information de base, pour produire les indicateurs de performance. Il représente l'interface entre le système d'information de gestion et le système de pilotage. Il est de même l'implémentation effective du PMS. À la base, les systèmes d'information comptables (comptabilité financière et comptabilité de gestion) et les autres systèmes d'information (qualité gestion industrielle, gestion des ressources humaines, gestion commerciale, etc.) constituent les composantes principales du système d'information de gestion. Ils fournissent une multitude de données de façon exhaustive, mais demeurent des systèmes lourds, complexes et figés dans le temps (Lorino 2001).

La mise en place du système d'information décisionnel est censée fournir au pilotage des informations nécessaires, fiables, avec le niveau de détail voulu, et dans des délais raisonnables (Mollard 2006). Ces informations sont produites en exploitant les données brutes venant du système d'information de gestion.

D'après Mollard (2006) le système d'information décisionnel doit être composé de trois modules séparés, afin de faciliter leur remplacement ou modification sans que de grandes conséquences réciproques se produisent (cf. fig. 1.57) :

- 1) L'alimentation des données : cette fonction a pour objectif de collecter les données sous leur forme brute des différentes sources de l'organisation (système d'information de gestion) : fonction, service, activité, etc. Il représente le sous-système le plus complexe à élaborer en raison de la multitude des sources de données, et en raison de la régularité de la collecte, particulièrement lorsqu'elle est journalière ou en temps réel ;

- 2) Le calcul et le stockage des indicateurs : ce système procède au traitement des données collectées selon des procédures et des règles de calculs prédéfinis par le modèle décisionnel en vigueur. Il doit également préserver dans un entrepôt de stockage des données (*data warehouse*) l'historique des variations des indicateurs produits, ce qui permettra de faire des analyses et des projections ;
- 3) La restitution des indicateurs : ce système a pour rôle de diffuser les indicateurs selon plusieurs aspects (graphique, tableaux, etc.) et analyses demandées par les utilisateurs (analyse multidimensionnelle, agrégation, détails, hiérarchisation). Le système devra être capable de rétablir les indicateurs sous plusieurs formes d'agencement ou types de tableau de bord. Sachant que le mode de restitution de l'information est influencé par le modèle de pilotage et la culture organisationnelle, ce sous-système est apprécié par sa simplicité et sa rapidité de restitution de l'information au moment voulu.

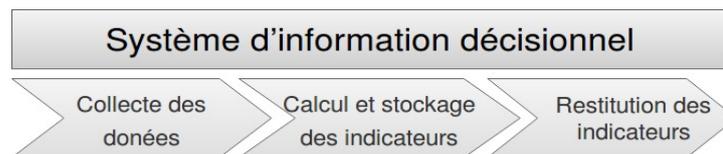


Figure 1.57. Les composantes principales du système d'information décisionnel. Par Mollard 2006, 63.

Les trois composantes fondamentales du système d'information décisionnel peuvent être organisées de façon différente formant ainsi une architecture particulière. Plusieurs modèles d'architectures qui localisent et déterminent les interactions des trois composantes du système existent. Mollard (2006) propose un modèle dans lequel les processus principaux ne se chevauchent pas, tout en étant complétés par deux autres sous-systèmes de support :

- 1) Le sous-système de gestion de la qualité : lorsque le processus d'alimentation des données est automatisé, il est nécessaire d'avoir des procédés de contrôle de la qualité des données, afin de garantir la fiabilité de l'information produite. Ce sous-système de qualité permettrait également de retrouver l'origine des données défaillantes ;
- 2) Le sous-système de pilotage : il a la charge de lancer et d'ordonner les opérations exécutées par les autres processus. Dans le modèle de la figure 1.57, le déclenchement des processus est réalisé selon l'ordre séquentiel affiché : le processus d'alimentation en premier, puis le processus de stockage, et enfin le processus de restitution.

Le modèle de Mollard (2006), dont nous ne développerons pas les détails, suggère des dispositifs techniques qui s'incrustent dans le support informatique existant. Ces outils relèvent du domaine de la gestion des bases de données, et des applications de collecte, de validation, et d'analyses multidimensionnelles. Il propose aussi d'utiliser dans le processus de restitution, pour des raisons de coût et de simplicité, le dataWeb qui est basé sur la technologie du net.

L'informatique décisionnelle procure aux PMS le grand intérêt d'effectuer des analyses multidimensionnelles utilisant l'OLAP (*On Line Analytical Processing*). Cet outil présente la structure des données sous forme de cube, ce qui permet de faire des études avec plusieurs axes d'analyse.

Conclusions

Il apparaît à travers le développement de ce chapitre que toutes les approches du contrôle ainsi que leur dispositif font face à des écueils caractéristiques émanant des parties prenantes de l'entreprise :

- ◆ L'asymétrie d'information qui s'accroît avec la complexité de la tâche effectuée ;
- ◆ La rationalité limitée des acteurs ;
- ◆ La divergence des intérêts qui est source de conflits ;

◆ L'opportunisme et l'aléa moral.

Ces obstacles défiant tous les mécanismes et instruments de contrôle semblent être des gageures irréductibles, en dépit des mesures prises contre elles pour les oblitérer. D'après ce constat on pourrait conclure que peut être la recherche devrait se mettre sur un autre niveau — celui de l'individu — et d'essayer d'ouvrir la boîte noire que constitue son esprit, comme l'avait conformément suggéré Demsetz puis Jensen en se basant sur les travaux d'Argyris.

Nous devons tous de même garder en tête que la problématique du contrôle reste une question conflictuelle entre la pratique et la théorie. L'écart entre les deux mondes résulte selon Berry et al. (2009) des raisons suivantes :

- 1) La difficulté de transférer les connaissances des deux milieux vers l'autre, ce qui induit l'absence d'interactivité entre les deux ;
- 2) Chaque sphère produit ses propres connaissances qui paraissent distinctes ;
- 3) Le problème est plus large et concerne la difficulté de produire des connaissances.

À partir de cet état de la question, notre recherche ne prétend pas apporter une réponse ou résoudre la problématique fondamentale liée à la théorie du contrôle. Elle se situe seulement au niveau instrumental tout en respectant le paradigme épistémologique qui a été adopté au départ : le constructivisme. L'objectif de conception d'un outil de gestion pour le contrôle au sens de maîtrise, se situe entre les questions précédentes qui selon nous sont d'ordre plutôt psychologique que managériale, autrement dit nous proposerons une solution qui a conscience de l'existence de ces problématiques, sans avoir l'intention de les résoudre directement et complètement, mais essaye seulement de gérer au mieux leurs effets.

À la lumière de ce chapitre, le pilotage se révèle, comme un mode de contrôle porté principalement sur le court terme et focalisé sur le système opérationnel de l'organisation. Il s'instaure activement selon une représentation par processus, et doit être relié à la stratégie de l'organisation par des indicateurs de performance. L'agencement et la sélection des indicateurs sont presque un art, dont l'œuvre se présente sous l'aspect d'un tableau de bord.

L'élaboration d'un tableau de bord a toujours besoin d'une approche, de concepts, de méthodologie, et particulièrement pour les tableaux de bord logistique d'outil pour couvrir le caractère transversal de l'entreprise. Il s'est révélé que l'élaboration d'un PMS peut suivre plusieurs approches qui se sont proliféré à travers le temps. Cette prolifération marque peut-être le caractère heuristique des processus de conception, ou par euphémisme, elle révèle l'existence de plusieurs logiques soutenant leur développement, étant donné qu'il n'existe pas de *one best way*. Il est donc possible de développer autant d'approches possibles pourvu qu'elles soient structurées et que ses hypothèses de départ soient admises.

Le chapitre a révélé qu'il existe une multitude de perspectives appliquées aussi bien pour les PMS que pour les SCPMS. Devant cette profusion, nous avons dû faire un choix du moment ou nous pensions qu'il n'était pas raisonnable de les employer toutes. En effet, admettre toutes les perspectives compliquerait le système de tableau de bord, le rendrait moins compréhensible, et imposerait des difficultés techniques. En somme, les critères de performance de la chaîne logistique les plus importants qui ont été retenus de la revue de littérature sont accompagnés ci-dessous par une définition qui expliciterait leur utilisation dans le reste du travail (Laradji 2019) :

- ◆ Apprentissage & Innovation : cette dimension se porte sur l'acquisition des connaissances, la formation, la faculté d'apporter des améliorations sur les produits ou les services rendus ;
- ◆ Client : nous reprenons l'explication donnée à ce concept par Reijers et Mansar (2005) selon lesquels l'attention sous cette perspective devrait être focalisée sur la qualité du contact avec le client. La perspective indique les services et les manières avec lesquelles ces deniers sont exécutés pour satisfaire le client ;

- ◆ **Fiabilité** : elle représente la faculté de causer peu d'erreurs ou à les éviter industrieusement ;
- ◆ **Finance/Coût** : cette perspective indique à quel point la stratégie et les opérations réalisées contribuent à améliorer la situation financière de l'organisation, ou à réduire ses coûts ;
- ◆ **Flexibilité** : elle évoque la capacité de s'adapter aux fluctuations de la demande en termes de quantité ;
- ◆ **Réactivité** : elle indique le degré avec lequel l'organisation lui est possible de mettre à disposition de ses clients les produits demandés au moment voulu ;
- ◆ **Temps** : elle renvoie à la maîtrise des délais, ou à la réalisation des activités en temps réduit ;
- ◆ **Qualité** : elle présume la faculté d'offrir un produit ou un service au client selon les spécifications exigées. Elle inclut également la réduction des gaspillages, et l'aptitude à se conformer aux normes, standards, réglementations, ou à un cahier des charges. Cette définition correspond en grande partie à celle de Basu et Wright (2008) qui considèrent la qualité comme la jonction de trois qualités : celle du produit (spécification), celle des processus (conformité), et celle de l'organisation (culture durable).

En outre, la revue de littérature effectuée par Balfaqui et al. (2016) a démontré que 41 % des articles étudiés emploient l'approche par processus pour construire un système de mesure de la performance dans le cadre du SCM. Ce résultat révèle la convergence des recherches avec la toile de fond théorique qui érige la nouvelle vision de la logistique. Il n'en reste pas moins que l'une des questions importantes liées à l'approche par processus se rapporte à la manière avec laquelle il est possible de représenter la réalité d'une organisation, autrement dit, elle formule une problématique qui se ramène à la cartographie des processus métiers (Giaglis 2001). En cela, il y a plusieurs manières de cartographier l'aspect transversal des activités de l'organisation lorsqu'on adopte une approche par processus (Lorino 2001). Cette interrogation et ce dernier point suggèrent d'explicitier la notion de cartographie, et de tenter de trouver la meilleure façon de la réaliser. Le chapitre suivant incarne ainsi la prochaine étape — il étudie cette préoccupation et les autres liées à elle.

*

*

*

Chapitre 2

La Modélisation Conceptuelle au Service de l'Organisation

Depuis son existence, l'homme a toujours tenté de comprendre les phénomènes du son milieu et d'expliquer leur mécanisme. Il a essayé à travers les époques plusieurs méthodes en espérant qu'elles puissent l'éclairer et l'aider à acquérir la connaissance. La méthode analytique fut la première approche qui lui donna la satisfaction dans l'étude de ce qui semblait être difficile et inintelligible. Mais, celle-ci présentait malheureusement des limites à appréhender tout ce qui possédait une structure enchevêtrée, mouvante et ardue. L'approche analytique s'est révélée comme ne pouvant pas être appliquée que sur ce qui était stable, constitué d'éléments peu nombreux et ayant des liens simples, et ce, contrairement à la réalité complexe et intriquée qui nous entoure. Cette complexité s'exprime par des fluctuations, des instabilités, des désordres, des ambiguïtés, et des paradoxes qu'on observe sur les êtres vivants, la société, l'économie, l'entreprise et bien d'autres constituants de notre monde. On a dû admettre qu'on ne pouvait saisir cette complexité que de façon partielle. Une nouvelle réflexion vint alors. Elle proposa de simplifier cette réalité en introduisant le concept de « système » et donna le jour à l'approche systémique.

La modélisation conceptuelle est l'une des conséquences de l'application de la systémique. Elle se présente comme un procédé d'étude servant à évaluer les forces et les faiblesses d'un système et effectuer une amélioration de ses processus-maîtres et de ses autres constituants. Dans le monde organisationnel, elle s'est manifestée par ce qui est connu par la modélisation des processus métiers ou le BPM (Business Process Modelling). L'efficacité de ce domaine, relativement récent, repose en grande partie sur la fiabilité du langage de modélisation employé.

Un langage de modélisation est perçu comme un moyen de représentation des connaissances au sens des théories de l'intelligence artificielle et au sens du management de la connaissance (Frank 2000). Il a besoin d'un certain formalisme afin d'organiser rigoureusement ces connaissances dans un domaine ou une discipline spécifique (Marquardt 1996).

Par ailleurs, le SCM est un concept qui demande une perception particulière du fonctionnement complexe de l'organisation. Sa mise en place requiert une représentation déterminante du système organisationnel qui permet d'analyser son comportement et de l'optimiser. Il nécessite des outils et des méthodes appropriés pour pouvoir donner corps à cette représentation (Smata et al. 2011). En raison de cela, nous avons porté une grande attention à la méthode avec laquelle nous voulions atteindre notre objectif de recherche : la description des processus logistique. Car il existe plusieurs langages de modélisation qui n'ont aucun fondement théorique, utilisant des concepts disparates imbriqués dans des outils qui ne sont pas interopérables (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003). En général, trois éléments essentiels conduisent à la sélection de la technique de représentation d'un système ; le choix se réalise sur la base de (J. Recker et al. 2009) :

- 1) La finalité du projet d'étude ;
- 2) Le niveau de complémentarité de la technique ;
- 3) Les préférences des personnes faisant appel à la modélisation.

Ainsi, ce chapitre présente l'instrument méthodologique que nous avons jugé pertinent, afin de réaliser notre étude tout en essayant d'être fidèles à l'approche suivie et imprégnée par le précédent chapitre. Au-delà du rôle instrumental que joue la méthode, elle est pour nous le signe révélateur du paradigme épistémologique adopté¹. En cela, le chapitre révèle d'abord le cadre théorique de la modélisation conceptuelle. Puis, il présente la panoplie d'outils de

¹ Cet aspect sera précisé dans le chapitre suivant.

modélisation couramment utilisés, et la comparaison de ces derniers selon plusieurs approches d'évaluation. Par la suite, différentes méthodologies de modélisation recouru dans le domaine seront exposées. Enfin, le chapitre précise avec détails les fondements du langage que nous avons adopté et explique la procédure de son utilisation dans un projet de modélisation.

1. Les instruments de représentation de l'entreprise

Comme nous l'avons évoqué au début du chapitre, la modélisation est un instrument d'analyse au sein même de l'approche systémique et du management par les processus. Elle devient nécessaire dès que les approches analytiques ne parviennent plus à proposer des solutions d'analyse à des systèmes complexes (Cimino, Longo, et Mirabelli 2010). À la différence des techniques traditionnelles, la modélisation et la simulation font appel à des jugements dans le processus de reconstitution de la réalité. Aucune base scientifique ne dicte des règles, en termes de représentation ou de choix des éléments à capturer à partir de la réalité du système étudié afin d'obtenir des résultats probants (Kagdis et Lackner 1963; Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick 2010). De ce fait, il n'y a pas forcément un seul et unique modèle qui soit correct (White et Miers 2008; Van Der Aalst et Ter Hofstede 2005).

La modélisation dépend, au fond, de la finalité de la recherche et du projet d'étude (Balci et Tech 1998; Kagdis et Lackner 1963). Toutefois, on peut s'interroger sur le sens, la finalité exacte et profonde de ce procédé et de ses outils. Nous avons essayé de répondre à cette question par la sous-section suivante. Cette dernière nous a conduits à identifier les différentes techniques développées pour la modélisation. Sans qu'elle soit exhaustive, l'énumération qui sera présentée dans la deuxième sous-section manifeste la richesse et la pluralité de ces outils. Ainsi, la section se termine par la présentation des différentes catégorisations faite à leur propos.

1.1. De la modélisation conceptuelle à la modélisation des processus métiers

La modélisation est une activité par laquelle un modèle est conçu ou établi (Dictionnaire le petit Robert 1, Nouv. éd. rev., corr. et mise à jour en 1989, s. v. « modélisation »). Le modèle qui est le produit de cette activité devient ainsi une notion à définir pour comprendre la modélisation. Celui-ci est doté en réalité de sens variés. Il est utilisé de plusieurs manières. Nous distinguons son emploi dans les cas suivants (Dictionnaire le petit Robert 1, Nouv. éd. rev., corr. et mise à jour en 1989, s. v. « modèle ») :

- ◆ Donner une valeur de référence ou normative : dans ce sens, on peut associer le terme « modèle » à la notion de paradigme, étalon, archétype, règle, standard, prototype, etc. ;
- ◆ Donner une classification : le terme « modèle » sert, ici, à fournir une distinction d'un sujet à un autre. Il est associé au terme : type, catégorie, spécimen, etc. ;
- ◆ Le dernier sens donné au modèle est celui d'une « représentation simplifiée d'un processus, d'un système » (1211). Cette définition manifeste une certaine dépendance de la notion du modèle à celle de système.

Le développement de l'intelligence artificielle avait par la suite exprimé le besoin de représenter la réalité après avoir découvert que sur le plan cognitif l'esprit absorbait les connaissances sous forme de concepts et associations de ces derniers. Le modèle conceptuel est ainsi une notion qui se résume en un ensemble de concepts, et de structure de concepts. Il devrait être selon Wyssusek (2006) :

- ◆ compréhensible par toutes les personnes qui seront amenées à utiliser une représentation,
- ◆ non focalisé sur les aspects techniques liés à l'implémentation de la représentation.

En management, « face à une situation complexe, le gestionnaire va construire un modèle, c'est-à-dire une représentation simplifiée de cette réalité » (Martinet, Silem, et Asquin 2005,

362). Le terme « modèle » suppose dans ce cas une retranscription manipulée de la réalité sous une forme moins complexe. En outre, le modèle est défini dans le management comme étant une « représentation simplifiée et rationalisée de la réalité » (Martinet, Silem, et Asquin 2005, 362). En considérant une entreprise comme un ensemble d'activités, le modèle « vise à présenter, sous une forme ou une autre, les relations mutuelles complexes qui existent entre tous les facteurs, toutes les variables à prendre en considération dans l'étude de ces activités » (Wanty et Federwisch 1970, 3). Ces définitions révèlent qu'un modèle peut avoir plusieurs apparences afin d'effectuer un examen particulier, et qu'il reprend à partir de la réalité qu'il décrit certains de ses aspects et non tous. En ce sens, Kagdis et Lackner (1963) définissent le modèle comme une caricature de l'objet étudié qui capture certains de ses éléments de manière abusée. La modélisation n'est donc qu'une reproduction d'une réalité complexe, en une description plus abstraite et plus intelligible, à des fins d'analyse, d'explication ou de prévision (Cartier et Forgues 2006; Jaquet 1997).

Ces considérations ont façonné la modélisation conceptuelle qui a été initialement recouru dans les technologies de l'information pour définir les exigences d'un système, et réduire les erreurs de spécification. Elle s'est par la suite répandue pour traiter les processus de l'entreprise (J. Mendling, Reijers, et van der Aalst 2010; Moody 2005). Depuis les années 70 la modélisation conceptuelle a connu des applications qui ont évolué dans le temps, en passant par l'analyse structurelle au début, le développement des logiciels, le BPR, l'architecture des entreprises, la gestion de la qualité et le workflow management dans les années 90, puis le BPM récemment (Aagesen et Krogstie 2015), l'architecture orientée services (SOA [*Service Oriented Architecture*]), le service Web et la sémantique Web (Roussopoulos et Karagiannis 2009). Même si ses origines se situent dans l'ingénierie des exigences et l'ingénierie des logiciels, elle est selon Moody (2005) un procédé plus large qui produit une représentation construite de la réalité moyennant l'artefact qu'elle produit : le modèle conceptuel. Ce dernier plus précisément est défini comme le résultat de « l'activité consistant à décrire formellement certains aspects du monde physique et social qui nous entoure à des fins de compréhension et de communication » (Mylopoulos 1992, 3) ou comme une abstraction de la complexité qui caractérise le monde réel du domaine de discours (Nelson et al. 2012). Il est selon Krogstie, Sindre, et Jørgensen (2006) un ensemble de déclarations formulées par un langage déterminé pour édifier un savoir menant vers l'action (changement de comportement). Enfin, il est selon Wand et al. (1995) une description abstraite de la configuration d'une organisation.

Pour mieux comprendre la modélisation conceptuelle, nous révélons la figure 2.1 qui du point de vue ontologique présente le modèle comme le fruit d'une conceptualisation influencée par une perception de la réalité et matérialisée par un langage particulier.

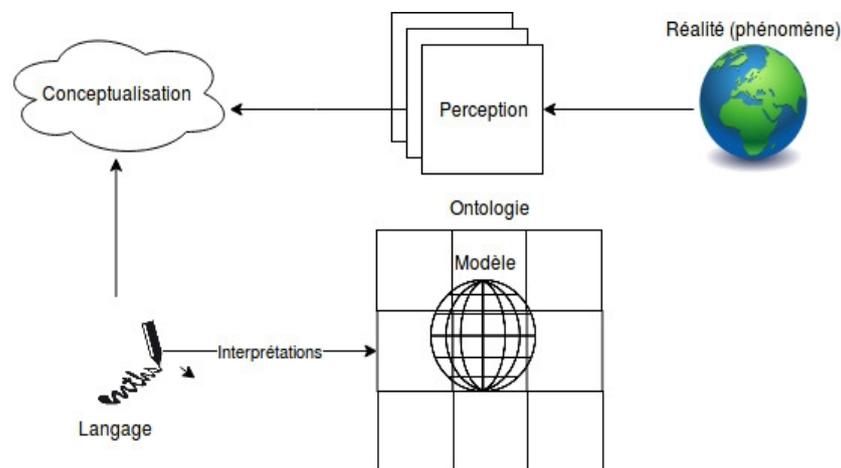


Figure 2.1. La modélisation conceptuelle du point de vue ontologique. Adaptée de Guarino, Oberle, et Staab 2009, fig. 2.

L'ontologie qui sera décrite dans la section 2.2 est un cadre descriptif plus large, et plus profond. Il se rapporte à des considérations philosophiques.

D'un point de vue fonctionnel, le modèle conceptuel est d'après Börger (2012) un support de communication, qui avant tout doit être intelligible par trois parties de l'organisation :

- ◆ L'expert et l'analyste qui sont chargés de concevoir le modèle à partir de la réalité ;
- ◆ L'informaticien qui a besoin de spécifications claires pour coder et programmer le modèle ;
- ◆ L'utilisateur (partie prenante de l'organisation) qui doit gérer et interagir avec le système selon le modèle implémenté.

Ce jeu de communication est la résultante des trois rôles conférés au modèle conceptuel, soit l'analyse, la conception, et l'implémentation (Wand et al. 1995).

L'emploi croissant des modèles conceptuels pour représenter l'organisation a été motivé par la recherche de la performance (J. Mendling, Reijers, et van der Aalst 2010). Mais aussi pour soutenir la compréhension commune d'un système (Mylopoulos 1992; Wand et al. 1995). L'utilité de la modélisation conceptuelle comme outil d'analyse s'avère encore plus large.

1.1.1. Utilités de la modélisation conceptuelle

Conformément au domaine de la gestion intégrée de l'entreprise (cf. chap. 1 sect. 1.1.2), l'organisation qui est perçue comme un produit (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003) a besoin d'être spécifiée, conçue ou réinventée pour s'adapter au changement de son environnement externe, pour répondre à la nécessité d'accompagner ses nouvelles stratégies, ou tout simplement pour optimiser son mode de fonctionnement. L'entreprise est condamnée à évoluer en se renouvelant ou en se rénovant afin d'assurer la pérennité de ses processus. Assurer et maintenir la fiabilité et l'efficacité des processus opérationnelles sont des tâches pour lesquelles la modélisation se révèle utile. Globalement d'après J. Mendling, Reijers, et van der Aalst (2010) la modélisation conceptuelle appliquée à l'entreprise a trois grands intérêts : la documentation, l'amélioration, et l'exécution automatique. Dans ce cadre, Curtis, Kellner, et Over (1992) ont identifié plusieurs intentions recherchées derrière la modélisation (Giaglis 2001) :

- 1) Appuyer la compréhension du système et faciliter la communication ;
- 2) Améliorer les processus ;
- 3) Assister le management des processus en termes de coordination et de pilotage ;
- 4) Accompagner le développement des processus ;
- 5) Supporter l'exécution des processus.

Selon d'autres auteurs, les modèles conceptuels sont produits pour effectuer (Becker, Rosemann, et von Uthmann 2000) :

- 1) La réorganisation des processus ;
- 2) La mise en place d'une certification ;
- 3) L'implémentation de la méthode des coûts d'activité (méthode ABC) ;
- 4) La planification des ressources humaines ;
- 5) La gestion des connaissances ;
- 6) La gestion de projet ;
- 7) Le benchmarking ;
- 8) La simulation ;
- 9) Le développement ou la sélection de logiciels .

Les avantages de la modélisation ne s'arrêtent pas là. Il est également possible de concevoir un modèle standard de fonctionnement d'un système, lequel il peut être implémenté dans différents environnements en paramétrant uniquement ses variables (Hollocks 2006). L'implémentation est en somme une transformation du modèle conceptuel en un modèle

exécutable utilisé à des fins de contrôle et de management (Börger 2012). La modélisation conceptuelle est aussi un moyen de comprendre les sources de la performance, et comment celle-ci peut être améliorée (Bause et al. 2001).

1.1.2. Caractérisation de la modélisation d'entreprise

La modélisation d'entreprise renvoie à la représentation du fonctionnement d'une organisation économique en tant qu'entité complexe (Ostic et Cannon 1996). Elle est selon Mujtaba (1994) un processus par lequel une abstraction est faite sur trois fonctions de l'entreprise : la production, le marketing et la R et D. La modélisation devrait selon cette abstraction mettre en exergue les interactions entre ces fonctions.

La modélisation d'entreprise permet de représenter par différentes vues plusieurs versants d'une organisation. Ces vues devraient être suffisamment génériques pour pouvoir l'appliquer sur plusieurs organisations (Frank 2002). Une vue capture un aspect particulier de l'entreprise, les constituants les plus pertinents, ou ceux qui doivent être considérés par le modélisateur-analyste, ou par les parties prenantes de l'organisation. Elle met en avant certains aspects et cache d'autres, afin de focaliser l'attention sur les caractéristiques les plus importantes, et réduire en même temps la complexité du système décrit (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003; Frank 2000; Viara Popova et Sharpanskykh 2010; Vernadat 1999; Curtis, Kellner, et Over 1992). Chaque vue correspond donc à une perspective choisie par le modélisateur pour représenter l'organisation :

- 1) La vue fonctionnelle : elle décrit les activités de l'organisation afin de répondre à la question : quoi ? Ou autrement dit : qu'est-ce que font les activités ? L'aspect fonctionnel décrit, en somme, le rôle et la suite logique des activités ;
- 2) La vue comportementale : le comportement correspond au flux de contrôle, c'est-à-dire le processus (une suite de tâches). Cette perspective permet de saisir les interactions qui se produisent entre les activités, et peut être établie en répondant aux questions suivantes :
 - i) quand les activités sont déclenchées ?
 - ii) dans quel ordre ?
 - iii) comment les activités sont-elles déclenchées ? Cette question permet d'identifier les conditions ou la manière avec laquelle une activité est engagée. Éventuellement par une rétroaction, par une décision, ou par des événements ;
- 3) La vue informationnelle : elle se porte sur la production des informations structurées¹ et des données, et sur leurs circulations entre les activités. L'aspect informationnel expose ainsi le flux de transformation des données intrants (*inputs*) en données extrants (*outputs*). Il inclut dans certains cas les éléments relatifs à la gestion du système d'information tels que :
 - i) les sources essentielles des informations,
 - ii) les technologies utilisées pour la gestion des données,
 - iii) le taux de fluidité des informations (temps d'accès, de stockage et de diffusion),
 - iv) le coût de gestion et de maintenance de l'information ;
- 4) La vue ressources : elle décrit les différents agents en tant que moyens disponibles ou requis pour l'organisation. Les agents sont des intervenants pouvant être de nature humaine (employés, managers), ou technique (machines, équipements). La vue ressources présente les agents avec lesquels fonctionne une activité, tout en détaillant leurs capacités, leurs connaissances, leurs aptitudes, et leurs compétences ;
- 5) La vue organisationnelle : elle relate les rôles, les responsabilités, et l'autorité détenus par les entités décrites dans les autres vues, c'est-à-dire : la fonction, l'information, et la ressource. La vue organisationnelle détaille et complète en particulier la vue ressources en décrivant l'aspect hiérarchique symbolisée le plus souvent par

¹ Une information structurée est une information synthétique qui contient plusieurs variables.

l'organigramme. Plus précisément, elle identifie les agents qui déclenchent les activités ainsi que l'emplacement du déclenchement en répondants à deux questions :

- i) qui effectue les activités ?
- ii) où sont-elles effectuées ?

Dans l'ensemble, la vue organisationnelle retrace l'agencement des activités à travers une structure globale de division et de répartition du travail sur les agents. Elle définit leurs rôles, leurs obligations, leurs pouvoirs de décision, leur emplacement géographique et leur regroupement en unité (division, département, etc.) ;

- 6) La vue performance : elle présente, d'une part, les objectifs de l'organisation avec leurs interdépendances, leurs liens avec les activités et les ressources. D'autre part, elle cartographie la structure des indicateurs de performance, leurs interrelations et leurs liens avec les objectifs et les processus.

Dans certains cas, la modélisation des aspects de l'organisation est réalisée sur des plans séparés afin de réduire la complexité dans la représentation, ou pour augmenter la maniabilité du modèle (effectuer des changements sur un aspect sans devoir modifier les autres) (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003 ; Van der Aalst 1998). La diversité des vues ne se limite pas à celle citée. Il est par exemple possible de présenter une vue communicationnelle, topologique, structurelle, orientée règles (Aagesen et Krogstie 2015) écologique, économique, ou comptable (système de coût¹). Ou adopter une perspective pragmatique de la modélisation comme la vue orientée objet, une vue activité, ou une vue rôle (Luo et Alex Tung 1999)². D'ailleurs, un standard de modélisation désigné par GERA (cf. sect. 3.1.5) considère que les utilisateurs peuvent définir autant de vues qu'ils souhaitent, et ce, en fonction des besoins de leurs études.

L'aspect fonctionnel revêt une place centrale dans la modélisation d'entreprise. Il n'est d'ailleurs pas possible de représenter les traits de l'entreprise sans passer par sa reproduction. La vue fonctionnelle incarne non seulement l'aspect processus³ auquel se réfère le management par les processus, mais aussi elle reflète parfois le système de management et de contrôle désigné par le système de décisions (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003). Néanmoins, la modélisation des processus est soumise à des difficultés produisant des modèles qualifiés de vagues et d'imprécis. Ces difficultés proviennent du fait que (Dufresne et Martin, 2003) :

- ◆ La modélisation des entreprises requiert des compétences multidisciplinaires ;
- ◆ Les processus fonctionnent selon des cycles de temps distincts ;
- ◆ Les processus subissent souvent des modifications imprévues ce qui rend leur description incertaine ;
- ◆ La finalité des processus est mal comprise et exige un certain temps pour que cela puisse l'être.

Malgré ces inconvénients, la modélisation d'entreprise apporte de multiples avantages pour les études, et de nouvelles opportunités d'analyse. En effet, elle permet de comprendre, d'expliquer et de prévoir le fonctionnement d'une organisation considérée comme un système imbriquant plusieurs sous-systèmes. Son intérêt se résume dans la perspective :

- ◆ Informationnelle : en l'étude de certaines questions relatives à (Ostic et Cannon 1996) :
 - ▶ la capacité du système d'information à apporter les informations nécessaires pour atteindre les objectifs de l'organisation,
 - ▶ la possibilité du système d'information mis en place à accompagner la croissance de l'organisation,
 - ▶ l'aptitude du système d'information à héberger de nouvelles technologies,
 - ▶ l'impact d'une éventuelle suppression d'un élément constituant le système

¹ La méthode ABC de la comptabilité de gestion en est un bon exemple de l'utilisation d'une vue purement comptable.

² Voir sect. 2.1.1 pour l'explication de ces vues.

³ L'aspect processus correspond à l'aspect fonctionnel et comportemental.

- ▶ d'information,
 - ▶ la cohérence des différentes structures de l'information,
 - ▶ la possibilité de changer ou de créer de nouvelles informations,
 - ▶ la modification de la fluidité des informations et de leurs effets sur la performance de l'organisation ;
- ◆ Processuel : la modélisation des processus contribue à décrire de façon formelle les activités, leurs rôles et leurs dépendances, et permet ainsi d'effectuer des analyses conduisant à optimiser le comportement de l'organisation, d'éliminer les activités sans valeur ajoutée, et d'effectuer une réingénierie dans le cas échéant. Cette perspective permet de plus (Ostic et Cannon 1996) :
 - ▶ d'établir un benchmarking et d'anticiper la performance des processus opérationnels,
 - ▶ d'identifier les activités inefficaces,
 - ▶ de réaliser des simulations pour évaluer l'impact des améliorations prévues,
- ◆ Ressource : une analyse sur les besoins en ressources et de leur allocation dans les processus permet de répondre à quelques questions (Sivaraman et Kamath 2002) :
 - ▶ qu'elles sont les exigences de l'exécution d'une tâche quelconque en termes de ressources, et qu'elles sont les tâches qui doivent être accomplies en amont pour réaliser ces exigences ?
 - ▶ quelles sont les incidences dues à l'absence d'un élément des ressources sur le processus ?
- ◆ Organisationnelle : l'étude de la structure organisationnelle à travers cette perspective peut contribuer à l'amélioration de la mission de l'organisation (Ostic et Cannon 1996) :
 - ▶ en localisant dans le processus la zone où se trouve une bureaucratie lourde et contraignante, et en identifiant le moment où on fait appel à une paperasse inutile,
 - ▶ en évaluant les effets des restructurations possibles,
 - ▶ en adaptant et préparant l'expansion,
 - ▶ en appréciant les rôles de chaque ressource, en créant de nouveaux rôles, et en consolidant ceux qui sont convenables et efficaces,
 - ▶ en clarifiant la ligne hiérarchique, et en étudiant la possibilité d'accorder plus de responsabilité ou de délégation de pouvoir,
 - ▶ en identifiant les origines des bonnes et mauvaises décisions, et en réfléchissant sur le redéploiement du pouvoir de décision.

1.1.3. La modélisation des processus métiers

La modélisation des processus est un domaine qui a connu des évolutions. Elle s'inscrit dernièrement dans ce qui est connu par la gestion des processus métiers (BPM¹). Dans les années 70, la modélisation des processus concernait l'analyse structurelle, puis à partir des années 80 elle était associée au BPM. Dans les années 90, elle s'intégrait dans la gestion des flux de tâches (management du workflow) (Aagesen et Krogstie 2015). Actuellement, on parle le plus souvent de la modélisation des processus métiers ou du BPM (*Business Process Modelling*).

D'après Börger (2012), le BPM sert à effectuer la conception, l'analyse, et l'implémentation. L'analyse représente sans doute l'opération la plus intéressante dans ce domaine, il s'agit tout particulièrement de procéder à des examens de :

- 1) Vérification : elle est réalisée pour faire suite à la phase de conception. Elle consiste à s'assurer que le modèle a été construit correctement avec la précision requise (Balci et Tech 1998). Cette opération permet de déceler les anomalies de conception avant l'implémentation ou l'exécution d'un modèle, et de conformer ce dernier aux

¹ Voir également chap. 1 sect. 1.1.2.

exigences prédéfinies. Selon le département de la défense américaine, la vérification consiste à s'assurer que le modèle reflète méticuleusement la description conceptuelle et les spécifications du développeur du système (Cimino, Longo, et Mirabelli 2010). L'analyse de vérification doit faire une abstraction de l'environnement du modèle élaboré sous peine d'avoir des résultats erronés. Cette abstraction est justifiée par la nécessité d'éliminer tout risque d'erreur venant des suppositions faites sur l'environnement (Van der Aalst 1998) ;

- 2) Validation : celle-ci revient à s'assurer que le modèle des processus fonctionne selon certains comportements désirables. Il est aussi nécessaire de confirmer la pertinence du système aux besoins exprimés par les utilisateurs. En d'autres termes, la validation doit avérer que le modèle proposé convient aux usages pour lesquels il a été construit ;
- 3) Certification : ce type d'analyse permet d'attester que le système examiné répond aux normes auxquelles il a été confronté. Ceci reviendrait en outre à confirmer que le système en question s'inscrit dans un référentiel, ou un modèle générique dont la qualité a été approuvée ;
- 4) Simulation : celle-ci est considérée comme une méthodologie qui reproduit le comportement du système modélisé à des fins divers : pour faire un choix entre plusieurs options stratégiques (Cartier et Forgues 2006), pour évaluer les conséquences d'une décision, pour développer des applications pédagogiques (formation, entraînement) (Aguilar-Savén 2004 ; Axelrod 1997 ; Thierry, Thomas, et Bel 2008), pour apporter l'existence de preuve, pour la découverte et la prédiction de phénomènes (Axelrod 1997). La simulation peut être réalisée selon plusieurs modes. Elle peut être (Aguilar-Savén 2004) :
 - ▶ déterministe : dans laquelle les variables d'entrées (les hypothèses) sont constantes,
 - ▶ stochastique : avec des variables d'entrées aléatoires, en fonction d'une loi de distribution probabiliste,
 - ▶ statique : dans laquelle le facteur temps n'est pas pris en compte,
 - ▶ dynamique : dans laquelle l'effet du temps sur le système est représenté soit de façon :
 - ▶▶ continue, c'est-à-dire que le flux des changements des aspects du système se reflète à n'importe quel instant observé,
 - ▶▶ discrète, avec laquelle les changements sur le système n'apparaissent qu'après l'occurrence des événements qui les provoquent ;

La vérification et la validation sont des étapes critiques dans le processus de modélisation dans la mesure où elles déterminent la qualité du modèle construit. Balci et Tech (1998) présentent une panoplie de techniques dédiées à ces étapes. Celles-ci sont particulièrement appliquées sur les systèmes à événement discret. Les auteurs recensent 75 techniques (cf. table 2.1, p. suiv.) classées en quatre grandes catégories selon leur degré de formalisme, allant des techniques subjectives aux techniques les plus rigoureuses.

Les techniques informelles contrairement aux formelles s'appuient sur le raisonnement des personnes et sont dépourvues de codage et de logique mathématique, mais utilisent néanmoins des approches structurées. Les techniques statiques étudient les caractéristiques du modèle et procurent une évaluation sur les flux de contrôle, les pratiques, la structure, et la cohérence du modèle. En revanche, les techniques dynamiques permettent d'étudier le comportement du modèle et procéder à son évaluation en insérant des indicateurs et en simulant son exécution (Balci et Tech 1998).

Dans l'ensemble, les intérêts du BPM ont favorisé son application dans le domaine du TQM, le BPR, l'automatisation du flux de travaux (workflow), et l'implémentation des systèmes ERP (B.-J. Hommes & van Reijswoud, 2000). De manière générale, le BPM est selon Repa

(2010) un moyen indispensable qui permet d'identifier les activités de l'organisation, et d'établir les changements nécessaires à effectuer pour l'adapter à son environnement.

Table 2.1. Les techniques de validation, de vérification, et de test

Informal	Static	Dynamic	Formal
Audit	Cause-Effect Graphing	Acceptance Testing	Induction
Desk Checking	<i>Control Analysis</i>	Alpha Testing	Inductive Assertions
Documentation Cheking	Calling Structure Analysis	Assertion Checking	Inference
Face Validation	Concurrent Process Analysis	Beta Testing	Lambda Calculus
Inspections	Control Flow Analysis	Bottom-up Testing	Logical Deduction
Reviews	State Transition Analysis	Comparison Testing	Predicate Calculus
Turning Test	<i>Data Analysis</i>	<i>Compliance Testing</i>	Predicate Transformation
Walkthroughs	Data dependency Analysis	Authorization Testing	Proof of Correctness
	Data Flow Analysis	Performance Testing	
	Faut/Failure Analysis	Security Testing	
	<i>Interface Analysis</i>	Standards Testing	
	Model Interface Analysis	Debugging	
	User Interface Analysis	Execution testing	
	Semantic Analysis	Execution Monitoring	
	Structural Analysis	Execution Profiling	
	Symbolic Analysis	Execution Tracing	
	Syntax Analysis	Faut/Failure Insertion Testing	
	Traceability Assessment	Field Testing	
		Functional (Black-Box) Testing	
		Graphical Comparisons	
		<i>Interface Testing</i>	
		Data Interface Testing	
		Model Interface Testing	
		User Interface Testing	
		Object-Flow Testing	
		Partition Testing	
		Predictive Validation	
		Product Testing	
		Regression Testing	
		Sensitivity Analysis	
		<i>Special Input Testing</i>	
		Boundary Value Testing	
		Equivalence Partitioning Testing	
		Extreme Input Testing	
		Invalid Input Testing	
		Real-Time Input Testing	
		Self-Driven Input Testing	
		Stress Testing	
		Trace-Driven Input Testing	
		<i>Statistical Techniques</i>	
		<i>Structural (White-Bos) Testing</i>	
		Branch Testing	
		Condition Testing	
		Data Flow Testing	
		Loop Testing	
		Path Testing	
		Statement Testing	
		Submodel/Module Testing	
		Symbolic Debugging	
		Top-Down Testing	
		Visualization/Animation	

Source : Par Balci et Tech 1998, 27.

La modélisation d'entreprise et le BPM sont donc des démarches d'analyse d'un système organisationnel qui exige une instrumentation méthodologique appropriée à leur application. Cette instrumentation doit être bien choisie (Augusto 2008) en raison de sa profusion. En effet, le BPM possède plusieurs approches dont chacune est nantie de ses propres dispositifs et exigences qui ne s'appliquent pas dans tous les champs d'études (HE et al. 2010). Les approches sont des méthodologies qui définissent le processus de modélisation, alors que les dispositifs sont les langages, les techniques et les outils. Les langages dans cet ensemble constituent le pilier.

1.2. Les langages de modélisation

L'analyse d'une organisation peut être effectuée de plusieurs manières et angles de vue. Elle peut se rapporter à ses versants quantitatifs ou qualitatifs, et faire appel à des instruments méthodologiques spécifiques qui permettent de les révéler sous forme de modèle. Ces instruments évoquent les techniques de modélisation.

Une technique de modélisation déterminée peut prendre en compte un ou plusieurs des aspects quantitatifs et qualitatifs en même temps. Toutefois, nous présenterons les différentes techniques qui privilégient un de ces deux grands aspects sur l'autre. Mais avant cela, nous expliciterons la notion de technique de modélisation, qui nous amènera par la suite à préciser également la notion de langage de modélisation.

Comme le décrit la figure 2.2, une technique de modélisation est en substance un métamodèle, une ontologie d'après Ostic et Cannon (1996) utilisant une notation précise pour décrire une instance. Une notation constitue un ensemble de graphèmes (construits) mathématiques ou graphiques pour exprimer un concept (un élément de la réalité décrite) (Buchwald et al. 2010). La notation constitue donc le langage de modélisation.

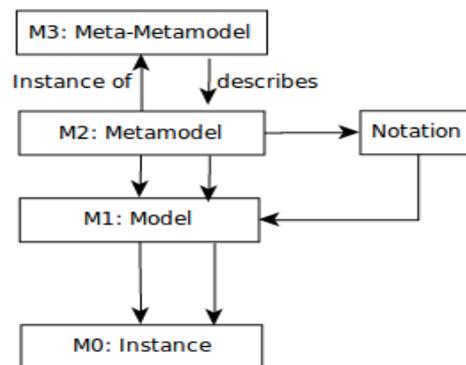


Figure 2.2. Le Métamodèle. Par Buchwald et al. 2010, 52.

Giaglis (2001) décompose le domaine de la modélisation d'entreprise en plusieurs constituants : la méthodologie, la technique, et l'outil de modélisation. Keng Siau et Rossi (1998) soulignent la distinction entre la méthode, qui est selon eux une démarche, des principes et des règles d'élaboration de modèles, à celle de méthodologie considérée comme le domaine de recherche de développement des systèmes. Mayer et al. (1995) estiment de leur part que la méthode ne doit pas être nécessairement soutenue par un fondement théorique, et qu'elle peut être forgée par l'expérience et se révéler en tant que pratique d'excellence (*best practice*). Pour Mendling (2008), la technique de modélisation déploie le langage à travers une syntaxe (l'emplacement des construits et leur combinaison) et une sémantique spécifique décrite par l'ontologie (cf. sect. 2.2). L'outil de modélisation de son côté représente l'instrument physique ou virtuel de concrétisation des modèles, comme les objets de constitution des maquettes et les applications informatiques. Cependant, avant de déployer la méthodologie, les techniques, et les outils, il est nécessaire de définir l'objectif du projet de modélisation afin de bien agencer ces moyens.

Marquardt (1995) catégorise les langages de modélisation en deux classes à des fins de simulation :

- 1) Ceux orientés blocs : ces langages utilisent des briques graphiques standardisées pour conceptualiser différents types de processus. Ces briques sont reliées, pour exprimer la circulation de plusieurs flux et les relations qui les tiennent, par des connecteurs également graphiques ;
- 2) Ceux orientés équation : les processus dans ce cas sont représentés par des équations arithmétiques. Ces techniques utilisent le langage formel et se focalisent uniquement sur les aspects quantitatifs des processus.

Nous reprenons dans ce qui suit cette distinction. Ainsi, nous considérons que les techniques orientées blocs comme des techniques qualitatives, et les techniques orientées équations comme des techniques purement quantitatives. Les techniques qualitatives peuvent se distinguer à leur tour par l'apparence de leur notation. Ainsi elles peuvent être graphiques (utilisation de graphème) ou textuelles (présentant le modèle sous forme de script) (Ottensooser et al. 2012).

Notre intention n'est pas de décrire dans les détails toutes les techniques, mais seulement de fournir un petit recensement, et présenter brièvement celles qui semblent être populaires. Une idée plus précise sur la distinction entre les deux catégories de techniques et les techniques elles-mêmes est exposée. Il est toutefois à noter que les techniques que nous considérons de catégorie qualitative sont en continuelle évolution (Vernadat 1999).

La distinction entre la notion de langage et de technique de modélisation est cependant floue et n'est parfois pas si simple à discerner. Le langage est dans certains cas lui-même une technique. Ainsi, les deux termes dans la littérature comme dans cette thèse sont utilisés de manière commutable.

1.2.1. Langage graphique versus langage textuel

Le besoin de représentations graphiques des aspects de l'entreprise s'est fait ressentir vers la fin des années 50, dans des projets de modélisation menés à des fins de simulation. Cette visualisation présentait une photo instantanée des circonstances des opérations (état du système). Elle fournissait à l'utilisateur des éléments qui permettaient de prendre des décisions à l'extérieur du modèle et d'interagir avec lui. De surcroît, la représentation graphique aidait les concepteurs à tester soigneusement leur modèle (Hollocks 2006). Historiquement, le premier langage de modélisation présenté sous un aspect graphique est celui de *program flowcharts* développé par Goldstine et Von Neumann's en 1947 (Moody 2009).

D'après Perini et al. (2004) les langages utilisant une notation graphique sont pour la plupart pauvres en sémantique formelle, malgré leur avantage communicationnel. Ils génèrent des modèles subjectifs, parfois ambigus, et surtout ils ne permettent pas de réaliser une traduction systématique en modèle exécutable. Toutefois, Börger (2012) souligne que le formalisme est une qualité qui n'est forcément appréciée par tous les types d'utilisateurs d'un langage, et ne correspond pas de ce fait à une norme partagée. L'étude faite par Ottensooser et al. (2012) a montré que globalement une technique de modélisation textuelle de type script fournit une meilleure compréhension parmi tous les types d'audiences (spécialisées et non spécialisées) en comparaison avec une technique graphique, semblable à celle de l'ordinogramme (*flowchart*). Par ailleurs, les auteurs supportent l'idée que les techniques graphiques apportent certains avantages cognitifs pour les experts dans les processus métiers, et que les techniques textuelles doivent être complémentaires pour augmenter la compréhension des processus modélisés. Les auteurs ont tout de même reconnu que le niveau de compréhension d'un modèle est assujéti à d'autres facteurs qui relèvent des préférences de l'audience, son expérience dans la lecture des processus, ses connaissances du domaine de l'analyse des processus, et enfin sa familiarisation avec la technique de modélisation en question.

Cette étude corrobore la remarque faite par Rosemann et al. (2006) qui selon leur étude basée sur BWW (cf. sect. 2.2.1) les langages à orientation descriptive étaient ontologiquement moins complets que les langages conçus pour l'exécution des processus. Il faut savoir que ces derniers sont plus formels, et qu'ils permettent de faire des analyses rigoureuses des processus.

Les constatations faites par Rosemann et al. (2006) et les résultats empiriques de Ottensooser et al. (2012) nous ont menés à déduire que les langages de modélisation gagnent en formalisme lorsqu'ils deviennent moins graphiques, ou visuellement moins expressifs selon la

terminologie de Moody (2009). De la sorte, ils deviennent moins faciles à appréhender par des non-initiés (novices) et constituent ainsi des langages d'un niveau intermédiaire¹. Pour récapituler, on peut schématiser approximativement ces relations par les figures 2.3(a), (b) et (c).

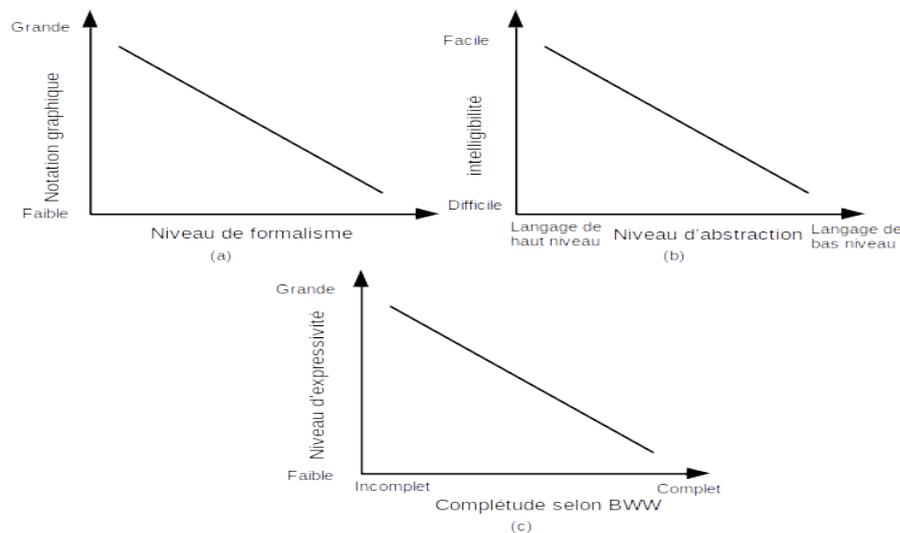


Figure 2.3. Relation entre le formalisme, la complétude ontologique, et l'intelligibilité.

En somme, les langages formels combler les insuffisances des langages visuels en fournissant une sémantique plus précise des concepts. Ils permettent aussi de transformer leur représentation en modèle exécutable. Cependant, les langages formels exigent certaines compétences qui ne sont pas à la portée de tous le monde, ce qui repousse les parties prenantes à en faire usage (Perini et al. 2004).

1.2.2. Les langages formels

Ces techniques se basent sur des notions mathématiques (orientées équation). Elles traitent les caractéristiques quantitatives de l'entreprise, et elles sont le plus souvent utilisées pour résoudre des problèmes de gestion. Ces techniques ont pour objet de proposer des solutions rationnelles et faciliter la prise de décision. Certaines d'entre elles s'occupent des questions qui conduisent à des modèles statiques : ce sont des techniques dites déterministes. D'autres techniques se concentrent sur les phénomènes et facteurs dynamiques. Elles établissent des modèles qui prennent en considération les variations du système : ces techniques sont dites stochastiques.

1.2.2.1. Les techniques déterministes

Sans doute, la recherche opérationnelle, qui a connu un grand essor depuis la Deuxième Guerre mondiale, constitue un domaine où l'on trouve les techniques déterministes importantes. Elle est considérée comme une méthode prospective qui a la particularité de ne pas tenir compte des variations du passé (Phélizon 1998). La recherche opérationnelle décrit un système en termes de contraintes. Elle formule un ensemble d'équations traduisant ces contraintes, puis essaye de trouver toutes les solutions possibles. L'analyste choisira par la suite celle qui semble être la meilleure. La recherche opérationnelle est grandement facilitée à travers ces étapes par deux techniques : la théorie des graphes et les algorithmes.

La recherche opérationnelle s'exerce sur des problèmes qui ont la particularité d'être constants, ou tout au moins en posant cette hypothèse. Son utilisation se porte particulièrement sur (Phélizon 1998) :

¹À savoir que les langages de haut niveau sont les langages facilement compréhensibles par l'être humain (les langages de programmation sont un exemple), alors que les langages de bas niveau sont des langages strictement compréhensibles par une machine (le langage binaire par exemple).

- ◆ Le problème d'allocation des ressources ;
- ◆ Le choix d'un programme de production ;
- ◆ L'ordonnancement ou la planification d'un projet ;
- ◆ Les problèmes de circulation : problème de transport, problème d'affectation ;
- ◆ Les problèmes qui impliquent des enjeux¹: lancement d'un produit sur le marché, pénétrer ou non un marché, modifier ou non le prix d'un produit, etc.

Traditionnellement, la recherche opérationnelle cherche à maximiser un seul critère de décision exprimé par une équation dite : fonction d'objectif. Toutefois, dans la réalité le décideur est le plus souvent soumis à satisfaire plusieurs critères qui sont parfois opposés. Les techniques d'analyse multicritères pour la prise de décision sont destinées à résoudre ce genre de problèmes. Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, certaines d'entre elles permettent d'inclure les préférences du décideur sur les différents critères de choix établis.

Les méthodes déterministes, notamment ceux de la recherche opérationnelle ont apporté une contribution majeure dans l'optimisation des activités des organisations. Mais malgré le grand développement qu'elles ont connu, elles manquent de conceptualisation pour certaines questions.

1.2.2.2. Les techniques stochastiques

Les techniques stochastiques modélisent un système en prenant en compte les variations aléatoires qui se produisent en lui. Ces techniques font appel aux statistiques pour constituer un modèle probabiliste. La recherche opérationnelle dans son volet stochastique renferme une partie de ces techniques : simulation par la chaîne de Markov, simulation de Monte-Carlo, PERT, etc. Elle constitue des modèles pour par exemple (Phélizon 1998) :

- ◆ Réguler les stocks ;
- ◆ Traiter le phénomène d'attente ou de la file d'attente ;
- ◆ Calculer le retour d'investissement ;

Il y a par ailleurs, les techniques économétriques qui sont issues des statistiques. Un modèle économétrique se présente sous forme d'une équation ou d'un système d'équations qui a pour objet :

- ◆ L'explication de certains phénomènes ;
- ◆ Effectuer des prévisions ;
- ◆ Établir des simulations.

L'économétrie se base sur deux notions principales : la variable endogène et la variable exogène. La première est calculée par les mécanismes du modèle et constitue le centre d'intérêt de la modélisation, car elle est celle qu'on voudrait expliquer par d'autres variables observées en dehors du modèle (les variables exogènes). L'objectif est de rendre cette variable aussi proche que possible de la réalité en manipulant de différentes façons le modèle. Les variables exogènes sont appelées dans ce cas les variables explicatives. En somme, l'économétrie cherche à détecter des relations de causalité entre la variable endogène et les variables exogènes. Elle validerait le modèle établi lorsque cette causalité a été vérifiée et lorsque le modèle a été dûment testé sur plusieurs aspects (Bourbonnais 2002).

Aussi bien les techniques stochastiques que les techniques déterministes présentent l'inconvénient dans le milieu organisationnel (comme milieu social) de rechercher des comportements normatifs et optimaux (Macal et North 2005). Elles ne tiennent pas compte de certaines considérations qui conditionnent le comportement organisationnel, comme le contexte social dans lequel se situent les problèmes traités, et certaines contraintes qui ne sont pas forcément quantitatives. Par ailleurs, elles n'ont pas la capacité à offrir des concepts significatifs qui permettent de capturer certains autres aspects de l'organisation (Frank 2002).

¹ Couramment traités par la théorie des jeux dérivée du même domaine.

1.2.3. Les notations graphiques

Toutes les difficultés d'une entreprise ne peuvent être réduites par un ensemble d'équations reliées (Wanty et Federwisch 1970). Si les techniques quantitatives arrivent parfois à transformer certains aspects qualitatifs en quantitatifs pour les considérer dans leurs modèles, elles ne sont pas pour autant pertinentes pour quelques études. En outre, certains aspects importants de l'entreprise ne peuvent pas être chiffrés, comme, la structure organisationnelle ou la structure informationnelle. Pour cette raison, les techniques de la modélisation d'entreprise leur est exprimé un grand intérêt dès le moment où elles ont la capacité de traiter des aspects variés non quantifiables.

Les modèles issus des langages graphiques sont de plus considérés comme un moyen de communication pouvant être utilisé par un large nombre de personnes. Ainsi, ils peuvent être analysés par des spécialistes venant de différentes disciplines, apportant leur point de vue, et permettant de les enrichir. Une visualisation graphique permet surtout à un analyste de discuter sur le modèle avec les parties prenantes et de détecter les incohérences (Perini et al. 2004).

Les techniques de la modélisation conceptuelle sont très nombreuses et sont conçues sur la base d'une approche qu'il leur est propre. Autrement dit, chaque technique construit ses propres concepts et principes, afin de décrire un ou plusieurs aspects de l'entreprise. Certaines de ces techniques prennent en considération une seule perspective particulière, d'autres plusieurs. Parmi ces techniques, on peut distinguer celles qui cartographient les processus pour identifier l'écart entre le fonctionnement réel et le fonctionnement théorique de l'entreprise (Pezzotta, Cavalieri, et Gaiardelli 2012).

En tout, nous présenterons ici les techniques ayant reçu un certain degré de reconnaissance. Sachant que Giaglis (2001) les avait catégorisées en celles qui privilégient la modélisation des processus métiers (BPM) et celles qui modélisent le système d'information (telles que : *Unified Modeling Language* [UML], *Entity Relationship Model* [ERM], *Data flow diagramming* [DFD], IDEF1x), nous nous contenterons de décrire les techniques de la première catégorie qui se présentent sous forme graphique.

1.2.3.1. GRAI

La technique GRAI vient du nom Graphe de Résultat et Activités Interreliées, et constitue un langage dédié à la modélisation des aspects décisionnels d'une entreprise (Bennour 2004). Elle fait partie du projet ESPRIT¹ initié pour l'analyse des systèmes de production intégrés, et dans lequel elle complète le langage en script CIMOSA (*Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture* [cf. sect. 3.1.1]). La méthode GRAI prend en charge, de surcroît, la perspective informationnelle et la perspective ressources de l'entreprise (Vernadat 1999).

Cette technique fournit deux modèles appelés : grille GRAI et réseau GRAI (ECOSIP 1990). L'objet de la grille GRAI consiste à déterminer l'emplacement des décisions et de leurs liens (Doumeingts, Vallespir, et Chen 1998). Ces emplacements sont désignés par les centres de décision. La grille permet également de réaliser une analyse en matière de coordination et de synchronisation des décisions (Doumeingts, Vallespir, et Chen 1998). Des concepts sont prédéfinis pour cela par un cadre nommé « modèle GRAI ». Ce cadre a été développé en conjuguant la théorie du contrôle avec la théorie du système. Il présente une perception particulière selon laquelle l'entreprise est structurée en trois sous-systèmes (Chen, Vallespir, et Doumeingts 1997 ; Doumeingts, Vallespir, et Chen 1998) :

- 1) Le sous-système physique : qui constitue la partie de l'organisation chargée de transformer les éléments intrants en éléments extrants (le produit), et ce, en consommant des ressources ;

¹ *European Strategic Program for Research in Information Technology.*

- 2) Le sous-système décisionnel : il constitue le dispositif de pilotage du système physique par les gestionnaires. Il contient les centres de décision hiérarchisés en fonction de l'horizon temporel de prise de décision ;
- 3) Le sous-système informationnel : celui-ci est une composante qui relie les deux systèmes précédents. Il alimente le sous-système décisionnel en informations nécessaires pour le contrôle du système physique.

La grille GRAI est présentée sous forme de matrice qui place en colonnes les fonctions du système modélisé, et en ligne les niveaux de prise de décision (cf. fig. 2.4) (ECOSIP 1990). La décomposition des niveaux de prise de décision est effectuée selon la définition du système décisionnel présenté dans le modèle GRAI, soit en échelons temporels dans lesquels doit être précisé (Doumeingts, Vallespir, et Chen 1998) :

- ◆ Un horizon : il correspond à la limite temporelle de planification (long terme, moyen terme, court terme), ou à un temps de cycle (cycle de production, cycle de livraison, cycle de réapprovisionnement) ;
- ◆ Une période : elle se rapporte à la fréquence de contrôle et d'évaluation du niveau d'atteinte des objectifs avant l'achèvement de leur horizon temporel. Cette période ne devrait pas être trop courte, pour ne pas rendre le système physique instable, et ne devrait pas être aussi trop longue, pour garantir une certaine réactivité.

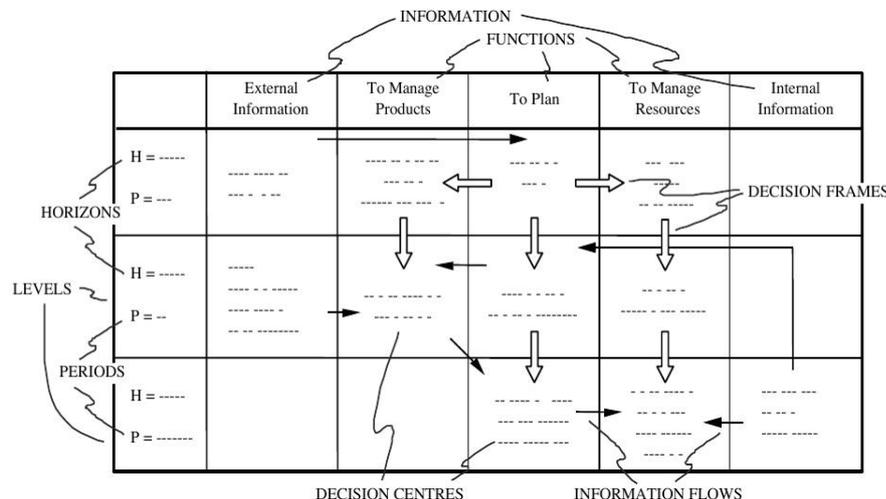


Figure 2.4. La grille GRAI. Par Doumeingts, Vallespir, et Chen 1998, fig. 11.

Les fonctions définies dans la grille GRAI reflètent le système physique, et se répartissent conformément au modèle GRAI en :

- ◆ La gestion du produit ;
- ◆ La gestion du temps (planification) ;
- ◆ La gestion des ressources.

Deux colonnes supplémentaires dans la matrice sont réservées au sous-système informationnel. Ces deux colonnes désignent les sources des informations destinées au système décisionnel. Ainsi, elles peuvent être :

- ◆ Internes : c'est-à-dire provenant du système physique ;
- ◆ Externes : provenant de l'environnement du système physique.

La circulation des flux d'information entre les centres de décision est représentée par des flèches simples. Alors que la circulation des flux de décision est représentée par des flèches double. Les flux de décision constituent les liens qui relient les centres de décision.

La modélisation avec la technique GRAI fournit un modèle constitué de plusieurs grilles GRAI, avec un qui les chapeaute (Bennour 2004). Les grilles secondaires traduisent la décomposition d'une fonction en plusieurs (ECOSIP 1990).

1.2.3.2. L'ordinogramme

L'ordinogramme (*Flowchart*), ou l'organigramme pour certains, est l'une des plus vieilles techniques de modélisation appliquées sur les processus métiers (Moody 2009). Initialement, elle a été conçue pour représenter le fonctionnement du système informatique, puis son utilisation s'est répandue sur d'autres domaines, notamment sur l'analyse des processus métiers. La technique permet de décrire la structure d'un système en précisant ses flux d'information, et les différents objets physiques qui emmagasinent, traitent et diffusent les données (Giaglis 2001). Elle représente aussi la séquence logique des opérations pour décrire un processus d'activité, ou la résolution d'un problème (Aguilar-Savén 2004). Le langage s'appuie sur plusieurs formes géométriques qu'on peut trouver sur n'importe quel logiciel de bureautique¹. La figure 2.5 présente un exemple de processus reproduit à l'aide de LibreOffice®.

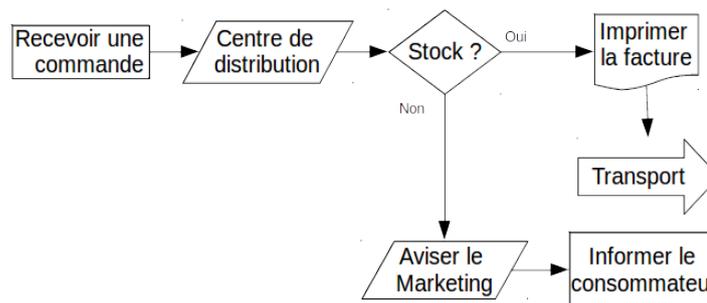


Figure 2.5. Exemple d'un ordinogramme. Par Aguilar-Savén 2004, 134.

L'ordinogramme a la particularité d'être facile à utiliser et de fournir la possibilité d'apporter au diagramme un nombre important de détails. Ceci provient du fait qu'il autorise l'attribution de sens différents à sa notation (Aguilar-Savén 2004). N'empêche que la personnalisation sémantique des symboles confère au langage un statut informel, en raison de l'ambiguïté qui peut être engendrée par les différentes interprétations possibles à lecture d'un diagramme. La technique est considérée actuellement comme dépassée (Giaglis 2001), malgré sa standardisation par l'ISO en 1985. L'une des principales raisons à cela revient au fait qu'elle ne permet pas de décomposer de manière structurée un processus ou une activité (Aguilar-Savén 2004). Mais paradoxalement, des études empiriques ont révélé qu'elle est l'une des techniques les plus utilisées par les modélisateurs les plus expérimentés (Davies et al. 2006).

1.2.3.3. IDEF

IDEF (*Integrated DEFinition modeling*) est une méthodologie qui a donné naissance à une multitude de techniques de modélisation. Elle est issue du programme ICAM (*Integrated Computer Aided Manufacturing*) initié par l'armée des États-Unis (Vernadat 1999 ; FIPS PUBS 1993). ICAM a été constitué pour répondre au besoin d'améliorer, en matière de coût et de délais, la production dans le secteur de l'aérospatiale. Il devait concrétiser les ambitions du projet AFCAM (*Air Force Computer Aided Manufacturing*), du département de la défense américaine, en modélisant l'architecture industrielle, puis effectuer l'analyse et l'implémentation de nouveaux systèmes génériques, en dépit de la diversité des compagnies concernées.

IDEF comporte un ensemble de techniques de modélisation intégrées. Chacune de ces techniques traite de façon complémentaire un aspect, ou une problématique particulière de l'entreprise (Mayer et al. 1995). Le nombre total de techniques IDEF recensées est de 16 (cf. table 2.2, p. suiv.). IDEF \emptyset est la première technique développée dans la panoplie. Les autres se sont succédé afin de couvrir ses insuffisances.

¹ LibreOffice, OpenOffice et MS.Office mettent à la disposition de l'utilisateur un ensemble de formes géométriques sous le nom de *Flowchart*.

Les modèles IDEF sont essentiellement graphiques et présentent des diagrammes de flux. Vu le nombre important de techniques IDEF, nous exposerons ici qu'une brève description de IDEFØ et de IDEF3, qui sont considérées comme les plus importantes parmi la collection.

Table 2.2. Panoplie des techniques IDEF

Type IDEF	Objet
IDEFØ	Modélisation de l'aspect fonctionnel
IDEF1	Modélisation de l'aspect informationnel
IDEF1x	Modélisation de la structure des données
IDEF3	Modélisation de l'aspect comportemental des processus
IDEF 2	Modélisation pour la simulation
IDEF 4	Modélisation orientée objet
IDEF 5	Modélisation de l'aspect ontologique
IDEF 6	Modélisation de l'aspect de la rationalité conceptuelle
IDEF 7	Audit de système d'information
IDEF 8	Modélisation de l'aspect de l'interface utilisateur
IDEF 9	Modélisation du système d'information orienté scénario
IDEF 10	Modélisation de l'architecture d'implémentation
IDEF 11	Modélisation des artefacts informationnels
IDEF 12	Modélisation de l'aspect organisationnel
IDEF 13	Modélisation du <i>Three schema mapping</i>
IDEF 14	Modélisation de l'aspect réseau

Source : Adaptée de Vernadat 1999.

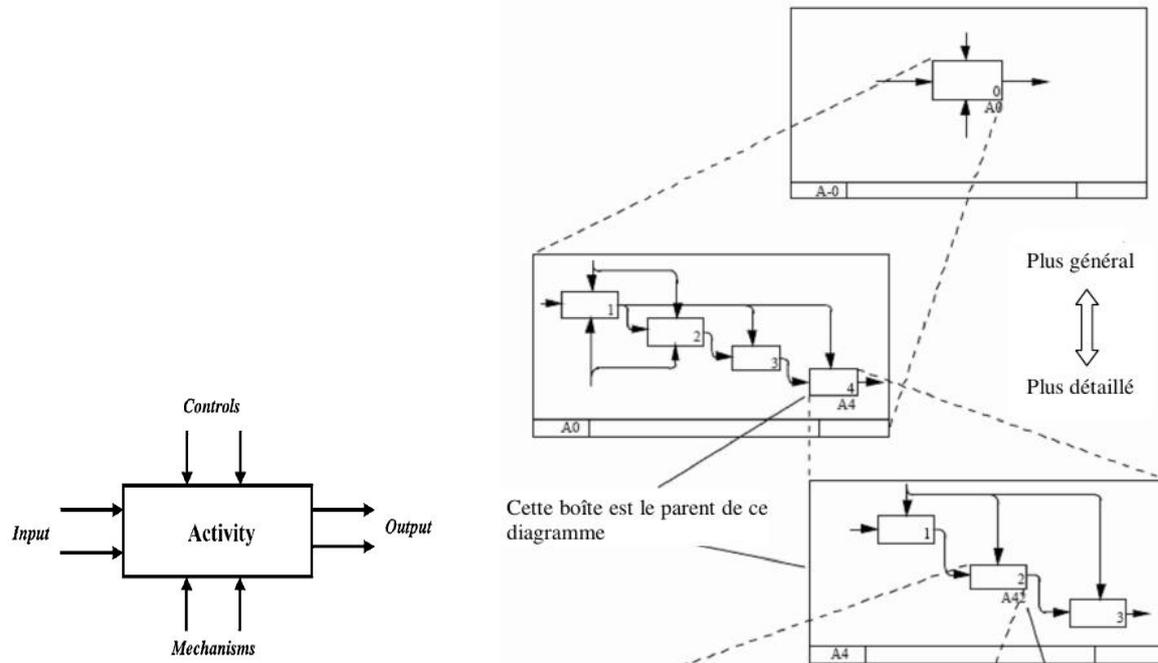
1.2.3.3.1. IDEFØ

L'origine de la technique IDEFØ revient au langage SADT (*Structure Analysis and Design Technique*) développé en 1972 par D.T. Ross travaillant chez SOFTECH (FIPS PUBS 1993 ; Vernadat 1999). SADT a été choisie et utilisée par le programme ICAM et a été développée par la suite selon les exigences du projet AFCAM. Elle est documentée actuellement sous le nom de la technique *Integrated DEFinition zéro*, avec l'abréviation IDEFØ. Cette dernière a fait l'objet d'une standardisation par FIPS (*Federal Information Processing Standards*), organisme promu par la NIST (*National Institute of Standards and Technology*) se situant aux États-Unis.

IDEFØ développe une représentation graphique structurée d'un système ou d'un domaine. Il est une technique générique qui peut couvrir une diversité de systèmes, ou de domaines avec une complexité variable. L'application de l'outil aboutit à un modèle composé d'une série hiérarchisée de schémas, de textes et de glossaires allant ensemble. Les schémas sont constitués à partir de deux types de notations graphiques : les boîtes représentant les fonctions (actions, processus, opérations), et les flèches représentant les données et les objets qui entrent ou sortent des fonctions (cf. fig. 2.6(a), p. suiv.). Les flèches sont de quatre classes (FIPS PUBS 1993) :

- 1) Flèche d'intrant (*Input*) : c'est une flèche qui exprime les données ou les objets qui sont transformés par la fonction (la boîte). Elle est reliée, par sa pointe, à la frontière gauche d'une boîte ;
- 2) Flèche d'extrant (*Output*) : est une classe qui exprime les données ou les objets produits par une fonction. Elle est reliée par sa source à la frontière droite d'une boîte, pour indiquer l'origine ;
- 3) Flèche de contrôle (*Control*) : celle-ci ne peut être que de nature informationnelle. Elle exprime les conditions exigées ou les manières avec lesquelles sont transformés les intrants afin de fournir des extrants conformes. Une flèche de cette classe est reliée, par sa pointe, à la frontière supérieure d'une boîte ;
- 4) Flèche de mécanisme (*Mechanism*) : elle représente le moyen utilisé par la fonction pour transformer un intrant en un extrant. Elle est reliée, par sa pointe, à la frontière inférieure d'une boîte.

Les diagrammes graphiques fournissent une schématisation d'un système avec ses fonctions et ses interfaces à l'aide de plusieurs boîtes et flèches. Chaque diagramme fait partie d'une structure hiérarchisée par niveaux de détails. Ainsi, il est possible de détailler une partie délimitée d'un diagramme graphique par un autre contenant plus d'éléments de précision (cf. fig. 2.6(b)).



(a) Les unités graphiques de base de IDEF0

(b) Structure d'un modèle IDEF0

Figure 2.6. Notation et digrammes de IDEF0. (a) par Giaglis 2001, 215 ; (b) Adaptée de FIPSPUB 1993, 51.

IDEF0 est un moyen qui permet de réaliser la spécification d'un système existant ou projeté selon ses contraintes actuelles. La technique permet d'établir une analyse fonctionnelle de ce système. Dans ce cadre, elle définit les fonctions et leurs procédures d'exécution lorsqu'il s'agit d'un nouveau système. Concernant un système existant, elle évalue l'adaptation des fonctions et identifie les moyens utilisés par ces dernières (FIPS PUBS 1993).

Bien qu'elle couvre les aspects fonctionnels, IDEF0 n'est pas conçue pour prendre en compte l'aspect comportemental des processus. Elle fait également abstraction de l'aspect organisationnel du système. Pour ces raisons, les fondateurs de la technique notent qu'elle est adaptée à la conception de nouveaux systèmes plutôt qu'à la description de ceux qui sont existants. Cependant, elle constitue un langage de modélisation qui facilite la communication entre les analystes fonctionnels.

1.2.3.3.2. IDEF3

IDEF3 a été conçue de façon à compléter IDEF0 en représentant la séquence des fonctions d'un système par un diagramme de processus. Elle est destinée à transformer les connaissances sur les opérations d'un système sous une forme communicable. La technique permet, en représentant la séquence des activités et des événements, de comprendre comment fonctionne le système. Elle couvre ainsi essentiellement l'aspect comportemental en représentant les différents états du système à travers le temps (Mayer et al. 1995).

L'aspect comportemental est modélisé dans un diagramme de processus (cf. fig. 2.7(b), p. suiv.), alors que la succession des événements qui produisent les différents états du système est modélisée dans un diagramme séparé désigné par schéma de transition (cf. fig. 2.7(c)). Les processus opérationnels et leur déroulement sont représentés dans cette technique par les concepts graphiques principaux suivants (Vernadat 1999) (cf. fig. 2.7(a)) :

- ◆ L'UOB (*Units Of Behavior*) : c'est un graphème qui symbolise soit une fonction, une activité, une action, un processus, une opération, ou un événement ;
- ◆ Les boîtes de jonction logique *AND*, *OR*, *XOR* : ces blocs expriment le déroulement synchrone ou asynchrone des étapes ;
- ◆ Les flèches : ces construits symbolisent selon leur forme trois types de liens : liens de devancement, liens relationnels, et liens de flux d'objet ;
- ◆ Les carrés pour les références et les notes : ces formes font allusion soit à une annotation, un renvoi (avec l'instruction *Go-to*), un scénario, un UOB, un objet, ou l'état d'un objet .

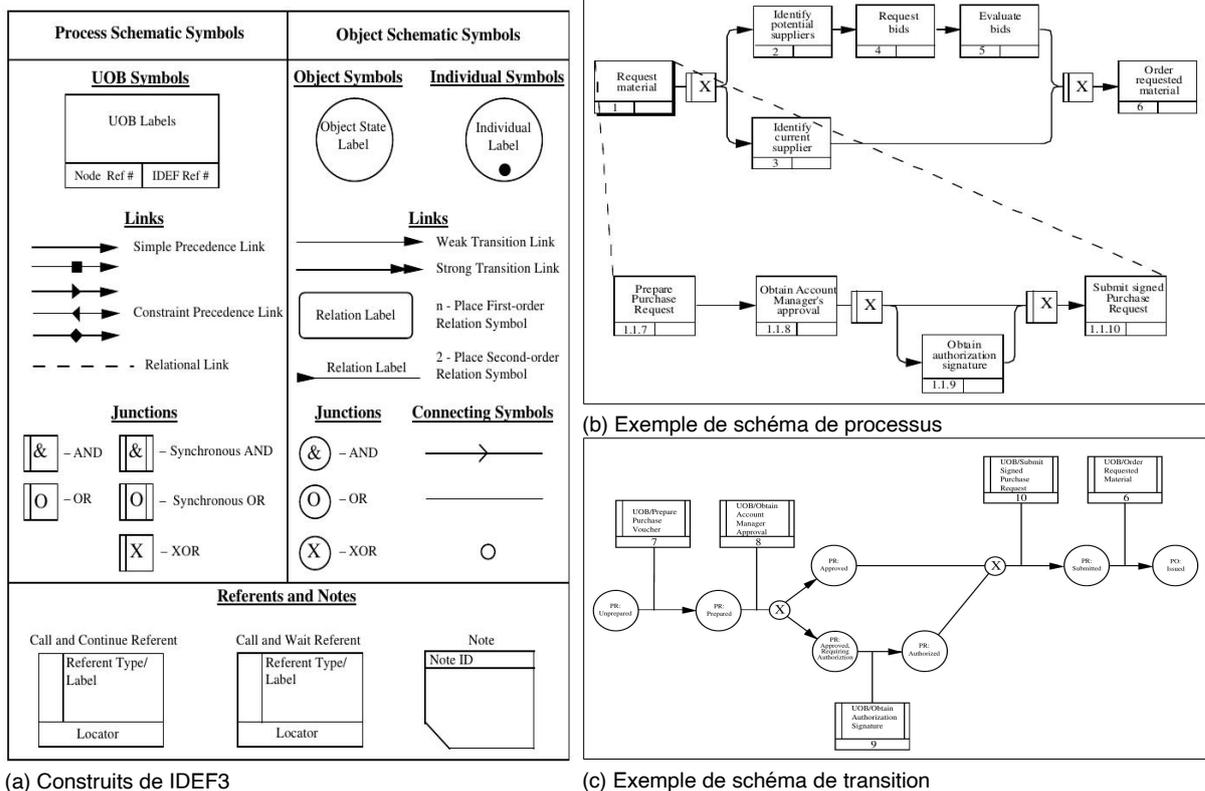


Figure 2.7. Notation et diagrammes de IDEF3. Par Mayer et al. 1995, fig. 3-1a, fig. 2-1, fig. 2-2.

La figure 2.7(a) présente en plus des construits cités des concepts sous forme de cercles destinés à représenter l'état des objets traités par les processus, et ce, sur le diagramme de transition. Notons au passage que IDEF3 capture l'imbrication des processus et des activités dans d'autres plus globaux en faisant appel au mécanisme de IDEF0. La figure 2.7(b) présente l'illustration d'un diagramme décrivant le processus de commande des matières, et la décomposition de la première activité qui devrait être exposée dans un diagramme séparé.

Sachant que IDEF3 était essentiellement fondée dans le but d'analyser la dynamique des processus métiers et pour les améliorer, son utilité peut être élargie selon ses fondateurs en l'appliquant pour (Mayer et al. 1995) :

- ◆ La gestion du cycle de vie des informations ;
- ◆ La gestion de projet (description des contraintes et le contrôle du projet) ;
- ◆ La définition des exigences sur les systèmes conçus ;
- ◆ L'intégration et la coordination des activités.

1.2.3.4. EPC

Event-driven Process Chain (EPC) est un langage de modélisation qui fait partie de la méthode ARIS (cf. sect. 3.1.3). Cette dernière est une approche générique qui modélise l'organisation selon plusieurs perspectives, et constitue des vues intégrées : prise en compte des aspects

fonctionnels, organisationnels, informationnels et décisionnels. EPC est une technique parmi d'autres réservée à la représentation de l'aspect fonctionnel et décisionnel. Elle a été conçue à partir des fondements des Réseaux de Petri (cf. sect. 1.2.3.5), et sur les principes de la théorie des réseaux stochastiques (Scheer 2000). Elle représente les processus métiers avec la notion de fonction qui peut porter dans le cadre conceptuel de ARIS deux sens (activité ou décision) (Davis et Brabänder 2007).

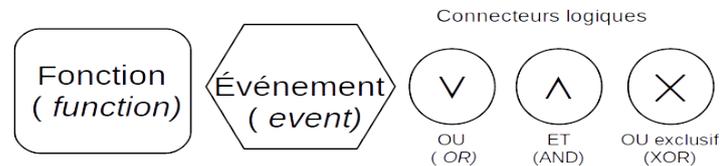


Figure 2.8. Notation basique de EPC. Adaptée de HE et al. 2010, 175.

EPC utilise une notation composée de plusieurs symboles pour représenter les fonctions, les événements, le flux de contrôle, et d'autres objets détaillant le déroulement des processus métiers (Neiger et Churilov 2008) (cf. fig. 2.8 et fig. 2.9(a), p. suiv.). Les principaux construits qui constituent un diagramme EPC sont (Davis et Brabänder 2007) :

- ◆ La fonction : ce graphème reflète l'activité, la tâche, l'étape ou la décision qui apporte de la valeur en transformant des intrants physiques, ou informationnels, en extrants qui peuvent prendre la forme d'un produit, ou d'un service. La consommation des ressources liées à l'accomplissement de la fonction est également décrite par le langage. La fonction est désignée par un verbe pour exprimer l'action ;
- ◆ L'événement : ce construit donne un aperçu sur l'état du processus à un moment donné. Il peut exprimer :
 - ▶ le déclenchement du processus par l'apparition de facteurs externes,
 - ▶ le changement d'une situation interne dans le processus,
 - ▶ le résultat du processus qui pourra éventuellement déclencher un autre processus ;
 L'événement est désigné, pour le différencier de la fonction, par le participe passé du verbe. Il exprime de cette manière l'effet d'une action ou d'un fait ;
- ◆ Les règles : elles correspondent aux objets qui révèlent les décisions prises à certaines étapes du déroulement du processus. Elles indiquent de même le flux de contrôle, en d'autres termes, le comportement du système. Une règle est représentée par un opérateur logique pour exprimer différentes situations du flux de contrôle (voir les formes en cercle dans la fig. 2.8) :
 - ▶ L'opérateur « OU » (*OR*) : si ce construit succède une fonction, il marquerait une décision prise entre plusieurs choix. En précédant la fonction, il signifierait son déclenchement par plusieurs événements possibles ;
 - ▶ L'opérateur « OU exclusif » (*XOR*) : il désigne pratiquement la même chose que l'opérateur précédent. La seule différence entre les deux vient du fait que lorsque l'un des choix ou événements se produit, il exclurait systématiquement les autres. De manière générale, il est recommandé d'utiliser cet opérateur dans toutes les situations, sauf dans celles qui admettent l'occurrence de plusieurs choix ou événements en même temps ;
 - ▶ L'opérateur « ET » (*AND*) : en se positionnant après une fonction ce construit exprime le déroulement en parallèle des étapes qui la succèdent. Si par contre il précède une fonction, il marquerait la nécessité de l'occurrence de tous les événements pour la déclencher.

La notation de EPC, qui était au début composée de quelques éléments de bases, a été par la suite étendue pour améliorer la sémantique des diagrammes. Sans détailler les extensions produites, on cite parmi elles (Jan Mendling 2008) :

- ◆ rEPC : Real-Time EPC ;
- ◆ EPC* : pour supporter l'exécution du workflow ;

- ◆ oEPC : *Object-oriented EPC* ;
- ◆ modEPC : *Modified EPC* ;
- ◆ yEPC : *Yet Another EPC* ;
- ◆ xEPC : *Agent-oriented EPC* ;
- ◆ Agent-oriented EPC ;
- ◆ Semantic EPCs ;
- ◆ iEPCs.

Un diagramme EPC décrit l'enchaînement des activités entre différents états du système modélisé. L'événement (le changement d'état) est le fil conducteur qui guide la séquence logique des activités, et qui conditionne le déroulement du processus (cf. fig. 2.9(b)) (Davis et Brabänder 2007 ; Neiger et Churilov 2008). L'événement est donc central dans la technique, car il est le déclencheur et en même temps le résultat d'une fonction. En ce sens, deux règles fondamentales conduisent la modélisation (Davies et al. 2006) :

- 1) Les fonctions et les événements doivent s'alterner. Cette règle est justifiée par le fait que ce type de représentation permet de :
 - i) s'assurer que l'événement est la conséquence de la fonction,
 - ii) détecter l'éventuelle existence de déclencheurs hormis les événements,
 - iii) préciser le changement provoqué par l'exécution de la fonction,
 - iv) vérifier s'il existe d'autres types de résultats liés à la fonction ;
- 2) Chaque modèle doit absolument avoir au moins un événement de début qui marque le déclenchement du processus, et un événement de fin pour ponctuer sa terminaison.

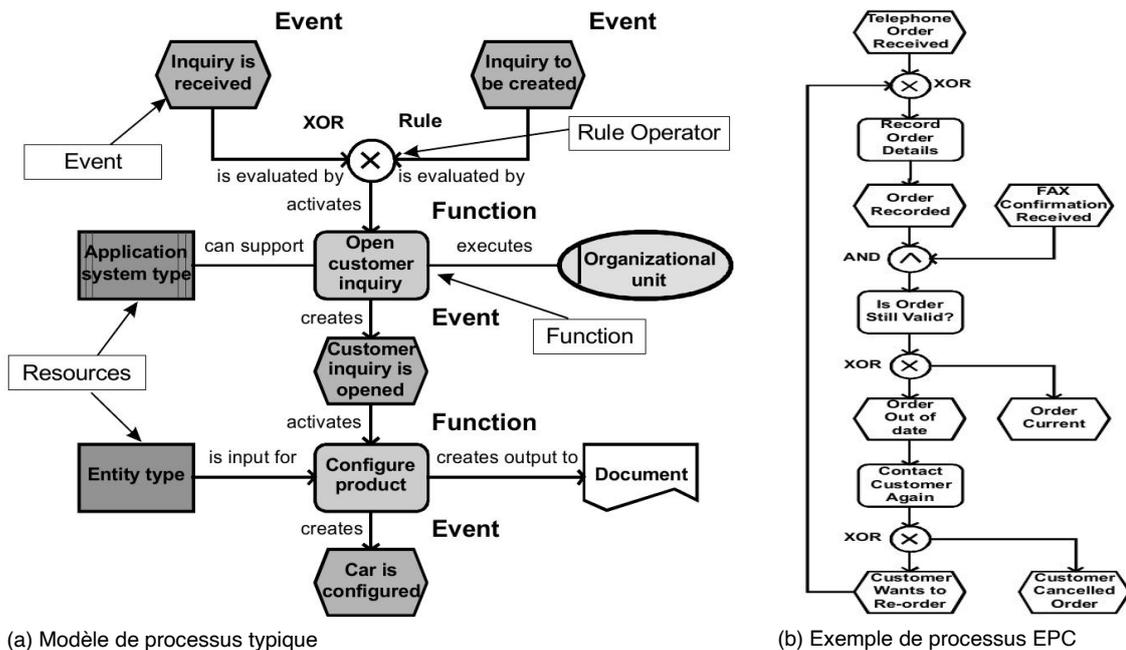


Figure 2.9. Diagramme EPC. Par Davis et Brabänder 2007, 106, 122.

Le langage EPC constitue le noyau de la méthodologie ARIS et couvre de manière simultanée l'aspect fonctionnel et décisionnel de l'organisation, car la fonction est tantôt une activité et tantôt une décision dans un même processus. Il est employé pour modéliser le système ERP de SAP R/3 (HE et al. 2010 ; Scheer 2000). Il est de plus recommandé par le référentiel SCOR pour la modélisation de la chaîne logistique. Mais malgré le grand développement qu'il a connu, ce langage n'a pas atteint le niveau de standardisation. Ceci est probablement dû aux reproches qui lui ont été faits : sa sémantique manque de formalisme, sa notation est ambiguë, la syntaxe n'est pas claire, et certaines analyses et la simulation ne peuvent pas être effectuées (HE et al. 2010 ; Sarshar et Loos 2005).

1.2.3.5. Réseau de Petri

Le Réseau de Petri (RdP) est à l'origine une technique mathématique qui utilise une représentation graphique. Son nom est tiré de son concepteur Carl Adam Petri qui l'a développé en 1962 dans sa thèse de doctorat (Murata 1989). La technique représente l'un des plus anciens et probablement l'ancêtre de tous les langages de modélisations des processus métiers qui ont suivi. En tout état de cause, la technique les a tous influencés en raison de sa vertu intrinsèque de langage formel. Elle a le mérite de pouvoir analyser des types particuliers de systèmes : asynchrones, concurrents, distribués, parallèles, indéterministes, stochastiques, et discret (Murata 1989).

Les applications de RdP sont multiples et diverses touchant des domaines variés. Nous retiendrons parmi ces applications : la modélisation des bases de données et des logiciels, l'analyse des modèles de décision, l'analyse du facteur humain, et l'analyse des systèmes de contrôle industriel. Sa grande utilité a été démontrée, en particulier, dans deux applications : l'évaluation de la performance et la communication (Murata 1989).

Un modèle RdP est un diagramme graphique biparti constitué de nœuds sous forme de cercle et de rectangle. Le cercle est intitulé « place » et le rectangle « transition » (cf. fig. 2.10). Les nœuds sont reliés entre eux par des flèches orientées désignées par « arcs ». Les arcs peuvent être notés par un nombre entier (de 2 à n)¹ qui représente un poids. En plus de ces trois graphèmes, les places sont marquées par un nombre de petits ronds noirs désignés par « jetons ».

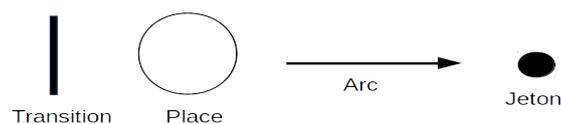


Figure 2.10. Les composantes graphiques du Réseau de Petri.
Adaptée de David et Alla 1992.

Chaque élément de la notation lui est attribué un sens précis et prédéterminé par le modélisateur. Le sens donné à ces éléments n'est pas limité en possibilité, mais il est unique à chaque réutilisation dans le modèle. La table 2.3 présente la sémantique traditionnellement donnée aux graphèmes du langage.

Table 2.3. Attributions de sens à la notation des Réseaux de Petri

Transition	Place	
	Avant la transition	Après la transition
Événement	Pré-condition	Post-condition
Étape de calcul	Donné d'entrée	Donnée de sortie
tâche, Travail	Ressources requises	Ressources réalisées
Clause logique	Condition	Conclusions
Processeur	Mémoire tampon	Mémoire tampon

Source : Adaptée de Murata 1989, 542.

Un diagramme RdP commence par la présentation d'un état (place) désigné « marquage initial M_0 ». Cette représentation fait de lui un cas particulier d'un graphe dirigé (Murata 1989). Un graphe RdP montre l'association d'une transition à une, ou plusieurs places par les arcs. Les transitions et les places doivent s'alterner dans la présentation. C'est la règle principale et primordiale (cf. fig. 2.12, p. 212). Le graphe montre de la sorte la structure du système ainsi que son aspect statique.

Le grand intérêt du RdP provient de sa capacité à capturer la dynamique du système étudié à travers le déplacement des jetons entre les places. Ce déplacement est soumis aux règles suivantes (David et Alla 1992 ; Murata 1989) :

¹ Lorsqu'il n'y a pas de chiffre, ceci veut dire que l'arc a un poids de 1. Le chiffre 0 n'est jamais représenté, car il n'a pas de sens.

- ◆ Le tir¹ des jetons d'une place vers une autre ne peut se faire qu'en fonction de l'orientation de l'arc. Ainsi, par rapport à une transition quelconque, les jetons se déplacent d'une place en amont vers une place en aval ;
- ◆ Le tir ne peut s'effectuer que si une transition est activée. Cette activation se produit seulement si le nombre de jetons présents dans la place en amont est égal au poids de l'arc ;
- ◆ Le tir d'une transition ne se produit pas systématiquement après son activation, il se peut que le tir ne se produise qu'après l'apparition d'une autre condition, dite « événement » ;
- ◆ Lorsque le tir se produit, le nombre de jetons de la place en amont est égal au poids de l'arc relié à la transition. Les places en aval ne reçoivent pas forcément le nombre total des jetons déplacés des places en amont, mais seulement le nombre requis par le poids des arcs qui leur sont reliés (cf. fig. 2.11).

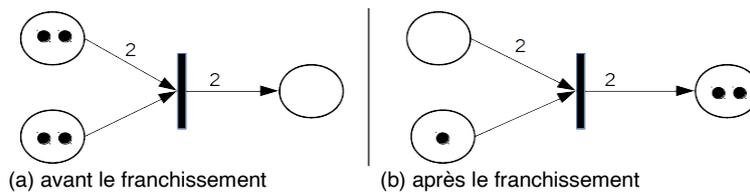


Figure 2.11. Illustration du processus de transition dans le réseau de Petri.
Adaptée de Murata 1989, 543.

Le déplacement des jetons à travers le temps modifie la contenance des places et modifie en même temps l'aspect du modèle. Ceci marque à chaque instant l'état du système et reflète son comportement. Les règles présentées ci-devant ne constituent que le principe de fonctionnement d'un RdP très simple. D'autres détails peuvent s'ajouter à ce réseau conduisant à établir un type particulier de RdP. Certains ajouts ont fait l'objet d'une extension². On citera brièvement quelques des sous-types, catégories et extensions³ du RdP et de leur particularité⁴ (David et Alla 1992) :

- ◆ RdP ordinaire : est la forme classique des RdP avec des arcs munis d'un poids équivalent à 1 ;
- ◆ RdP généralisé : est un modèle qui admet des arcs munis d'un poids supérieur ou égal à 1. Ce réseau peut être transformé en RdP ordinaire ;
- ◆ RdP autonome : est un réseau avec lequel le franchissement des jetons n'est pas conditionné par un événement externe, et se produit systématiquement dès que la transition est activée. Les RdP autonomes permettent de faire uniquement une analyse qualitative du système (évaluer le fonctionnement et les propriétés du système) ;
- ◆ RdP non autonome : contrairement au précédent réseau, le franchissement dépend de l'occurrence d'un événement externe spécifique, ou d'un temps prédéterminé. Ce type de RdP est qualifié de :
 - ▶ synchronisé*, lorsqu'il est lié à l'occurrence d'un événement,
 - ▶ temporisé*, lorsque le facteur temps joue un rôle sur lui ;
- ◆ RdP à capacité* : dans ce réseau les places ne peuvent pas admettre un nombre infini de jetons, alors il leur est attribué une capacité maximale. Le franchissement de la transition liée en amont d'une place à capacité ne sera plus possible lorsque celle-ci atteint le nombre maximal de jetons. Un RdP à capacité peut être transformé en RdP ordinaire sans modifier ses propriétés ;

¹ Traduit de *Firing* pour désigner le déplacement, conformément à la terminologie utilisée par la technique.

² Les extensions sont des adaptations du RdP originel pour améliorer son expressivité et élargir ses applications. Les règles de fonctionnement ou de franchissement dans les extensions peuvent être différentes. Les propriétés du réseau peuvent parfois changer en conséquence (David et Alla 1992).

³ Les extensions du langage sont marquées par un astérisque (*).

⁴ Il n'est pas possible de les résumer intégralement. Ils font partie d'un champ des mathématiques qui est en perpétuel développement.

- ◆ Rdp à prédicats* : dans cette extension les marques du réseau ne sont pas que de simples jetons, ils expriment simultanément des paramètres (valeur quantitative ou qualitative). Les prédicats sont des conditions de transitions. Le franchissement ne se produit que lorsque la marque (le paramètre) qui se situe dans la place en amont répond à la condition du prédicat affiché avec la transition ;
- ◆ Rdp Colorés* : les jetons de ce réseau sont colorés pour apporter des informations supplémentaires. Chaque couleur lui est attribuée un sens particulier. Le Rdp coloré fonctionne de la même manière que les Rdp à prédicats ;
- ◆ Rdp FIFO* : les marques dans ce réseau sont différenciées par des symboles. Chaque place représente une file d'attente de ces symboles. Le franchissement consiste à concaténer les symboles avec ceux de la place en aval comme suffixe. Le symbole déplacé est celui qui est exigé par l'arc en amont de la transition. Les Rdp FIFO peuvent être transformés en Rdp ordinaire ;
- ◆ Rdp à priorité* : pour celui-ci on ajoute au Rdp des informations supplémentaires qui permettent de sélectionner, entre toutes les transitions activées, celle qui doit être franchie en priorité ;
- ◆ Rdp à arcs inhibiteurs* : dans ce Rdp l'arc joue un autre rôle. Il donne un sens inverse qui consiste à désactiver la transition lorsque la place en amont contient un jeton, et l'active dans le cas contraire ;
- ◆ Rdp hiérarchisé* : la hiérarchisation permet de passer d'un réseau à un sous-réseau, en considérant certaines transitions comme des réseaux de haut niveau composés de plusieurs *sous-transitions*. Les Rdp hiérarchisés permettent de réaliser une modélisation structurée des processus métiers ;
- ◆ Graphes d'état : le graphe d'état n'est pas à vrai dire un type spécifique au Rdp, mais une catégorie générale de réseaux que le Rdp a la capacité de représenter.

Le Rdp est originellement conçu pour modéliser tous les systèmes, mais sa forme basique n'est pas suffisante pour modéliser les processus métiers. Pour ce type de modélisation, il est nécessaire de recourir aux extensions de la technique, précisément au Rdp coloré, temporisé, stochastique et hiérarchisé (Giaglis 2001). La figure 2.12 montre un modèle de processus métiers correspondant au traitement d'une plainte. L'unité de base pour l'interprétation d'un modèle Rdp est constituée d'une place et d'une transition reliée à elle par un arc. Ainsi il n'est possible de constituer une compréhension qu'à partir de cet ensemble élémentaire. Cette unité révèle sémantiquement l'élément produit par une fonction (transition), selon un procédé ou une contrainte. Ce sont les jetons et le poids de l'arc qui fournissent plus de détails.

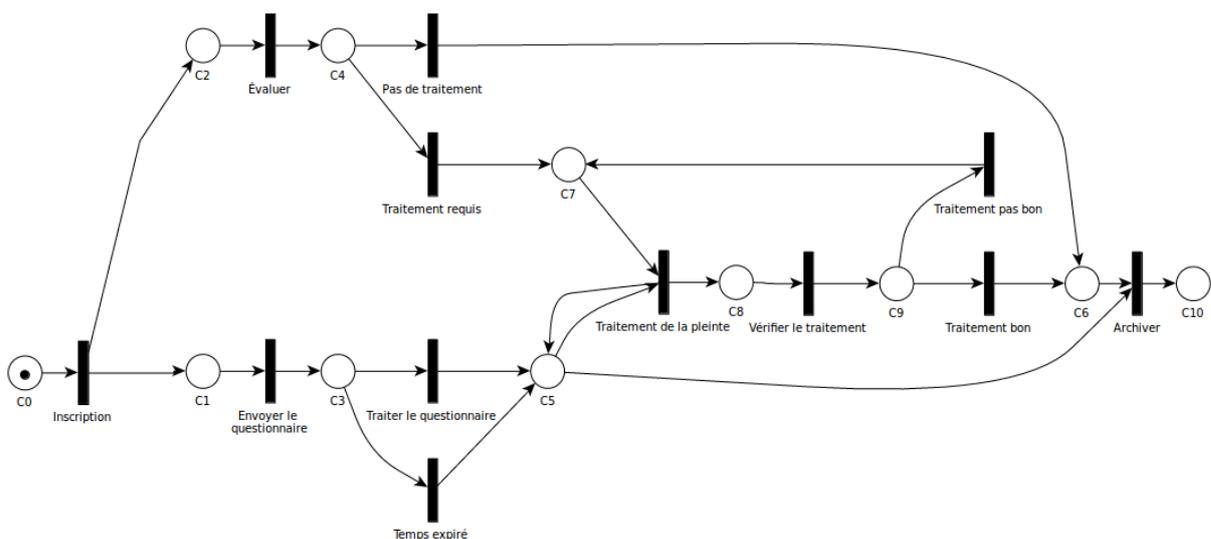


Figure 2.12. Exemple d'un Réseau de Petri. Adaptée de Van der Aalst 1998, fig. 6.

L'une des particularités du RdP en tant que langage de modélisation est de montrer l'évolution de l'état d'un système à travers les changements de marquage du graphe. Ce marquage varie en conséquence du franchissement des transitions. Cette particularité lui confère trois avantages dont le dernier vient de concert au premier (Van Der Aalst et Ter Hofstede 2005 ; Murata 1989) :

- 1) Transformer le modèle graphique en modèle algébrique formel ;
- 2) La description des états du système ;
- 3) Effectuer la simulation.

Ajouté à cela RdP est considéré comme un moyen de communication entre les théoriciens et les praticiens décrivant les fonctions d'un système ou d'un domaine (Murata 1989). L'utilité du RdP ne s'arrête pas là, sa grande qualité revient à permettre deux types d'analyse rigoureuse (David et Alla 1992 ; Murata 1989 ; Van Der Aalst et Ter Hofstede 2005 ; Diaz 2001) :

- 1) L'analyse des propriétés comportementales : l'examen se rapporte à l'étude des caractéristiques du modèle comme :
 - i) La bornitude : un RdP est qualifié de borné lorsque le nombre maximal de jetons dans n'importe quelle place et dans n'importe quel état du système ne dépasse pas un chiffre particulier. Cette propriété dépend du marquage initial M_0 . Le RdP est dit structurellement borné lorsque celui-ci est borné, quel qu'il soit le marquage initial M_0 ;
 - ii) L'accessibilité : un RdP est dit accessible lorsqu'il existe une séquence de transition qui permet de passer du marquage initial M_0 vers un autre précis et noté par M_n ;
 - iii) État d'accueil : dans cette propriété quel qu'il soit le marquage atteint il existe une séquence qui conduit vers un marquage identique appelé le marquage d'accueil et noté par M_a . Si $M_a = M_0$ alors on dit que le réseau est propre (*fairness*) ou réversible. L'existence ou non d'un état d'accueil dépend du marquage initial ;
 - iv) La vivacité : un RdP est vif lorsqu'il est possible de franchir au moins une transition à partir d'un marquage initial M_0 , et ce, pour atteindre n'importe quel marquage du système. La vivacité est importante pour faire fonctionner un système sans interruption. À l'inverse, l'interblocage est une propriété redoutée, ou tout au moins dépréciée. Entre ces deux extrêmes, un système peut avoir des propriétés intermédiaires comme la quasi-vivacité, ou la pseudo-vivacité ;
 - v) La terminaison : le système peut avoir un comportement fini ou infini. S'il révèle l'existence d'une séquence de franchissement infinie¹, il ne vérifiera pas alors la propriété de terminaison. Dans le cas contraire, il possède cette propriété ;
 - vi) La persistance : le réseau est qualifié de persistant s'il existe une situation dans laquelle le franchissement d'une transition ne désactive pas l'autre en même temps ;
 - vii) La distance synchronique : cette propriété signifie que quel qu'elle soit la séquence de marquage, une transition désignée T_1 précède toujours une autre précise T_2 ;
- 2) L'analyse des propriétés structurelle : les propriétés structurelles contrairement aux propriétés comportementales ne dépendent pas du marquage initial du réseau. Ce sont donc des propriétés liées aux invariants du modèle. Elles ne sont pas constatées directement, mais après la transformation du modèle en une matrice mathématique. Les propriétés étudiées sont²: la conservation, la répétitivité, la consistance, et la bornitude structurelle.

¹Une séquence de franchissement est une combinaison de plusieurs transitions tirées et conduisant vers un marquage supérieur (état particulier du système), à partir du marquage initial M_0 (David et Alla 1992).

²Ces propriétés ne sont pas développées, car elles demandent des explications formelles et rigoureuses qui sortent de notre cadre de recherche. Pour obtenir plus de précisions, se référer à David et Alla (1992) et Murata (1989).

Une des limites de RdP consiste à amplifier la représentation d'un système nonobstant sa simplicité (Murata 1989). Il s'est révélé également par une recherche expérimentale en laboratoire que le RdP n'est pas adapté pour le développement des modèles conceptuels, et que les utilisateurs ont tendance à préférer EPC (Sarshar et Loos 2005). D'autres limites ont été rassemblées par Börger (2012) en rapport à l'aptitude du langage à représenter les processus métiers et à les analyser :

- ◆ RdP à l'origine est incapable de bien supporter la représentation des données ou de l'information. Techniquement parlant le RdP offre une liberté limitée de coder l'information, ce qui ne permet pas d'exprimer certains états, et ce, en dépit des extensions qui lui ont été apportées pour pallier cela ;
- ◆ La récursivité et la concurrence ne peuvent pas être représentées par le RdP. L'exemple parlant est celui de l'incapacité d'exprimer l'exécution simultanée de deux transitions en parallèle ;
- ◆ Certains concepts nécessaires qui ne peuvent être exprimés que par des construits spécifiques sont absents de la notation de RdP ;
- ◆ Certaines analyses ne peuvent pas être conduites sur les processus métiers, telles que l'analyse de la vivacité qui ne peut pas être effectuée en présence d'un ultimatum temporel (*time out*), ou d'une interruption déclenchée par un utilisateur, et l'analyse de la propriété de propreté (*fairness*).

1.2.3.6. YAWL

YAWL (*Yet Another workflow Language*) est un langage développé pour perfectionner celui du RdP après qu'une étude réalisée par van Der Aalst et al. (2003) avait révélé que la plupart des systèmes de gestion de workflow n'étaient pas adaptés pour décrire tous les contextes des processus métiers (cf. sect. 2.3). Bien que RdP s'est montré relativement pertinent, il n'était pas pour autant complet, car certaines situations, telles que l'instance multiple, la synchronisation complexe, l'annulation, et bien d'autres situations ne pouvaient pas être décrites par ce langage (Van Der Aalst et Ter Hofstede 2005).

YAWL est focalisé sur la vue comportementale des systèmes, autrement dit il est basé sur la description du flux de contrôle des processus seulement. Ainsi, le flux des données, les ressources, et l'aspect organisationnel ne sont pas pris en compte dans la représentation, mais supportés dans l'environnement du logiciel qui lui est dédié (*YAWL Process Editor*). Sur le plan expressif, le langage a été construit pour se conformer à ce qui est connu par les modèles de workflow (cf. sect. 2.3.1). Ces modèles qui reflètent des situations récurrentes dans les processus métiers n'ont pas été bien pris en charge par des langages qui sont dans la plupart propriétaires, c'est-à-dire développés par l'éditeur du logiciel gérant le système de workflow. RdP qui est plutôt un langage indépendant présentait peu de limites par rapport à eux. Par conséquent, les développeurs de YAWL ont voulu combler les insuffisances en apportant des extensions au RdP coloré et en définissant de nouveaux construits présentés dans la figure 2.13.

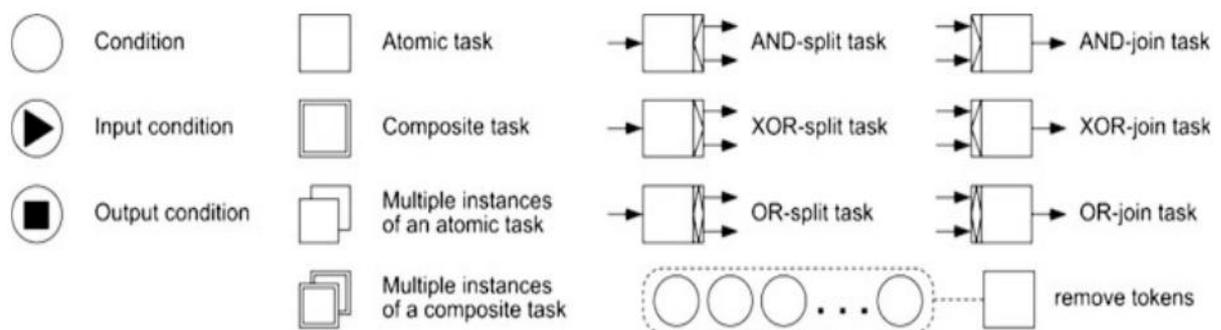


Figure 2.13. Les unités graphiques du langage YAWL. Par Van Der Aalst et Ter Hofstede 2005, fig. 2.

Les symboles du langage sont accompagnés d'une nouvelle sémantique plus soignée permettant de représenter n'importe quel type de processus, car ce nouveau langage hérite de son ancêtre la propriété de Turing-complet. On retrouve donc parmi ces symboles (Van Der Aalst et Ter Hofstede 2005) :

- ◆ Ceux qui reproduisent les transitions au sens de RdP pour exprimer l'activité par :
 - ▶ La tâche atomique : elle représente le niveau de granularité le plus fin pour représenter une action réalisée par un être humain ou un automate ;
 - ▶ La tâche composite : elle symbolise un autre workflow enfant (sous-réseau) ;
- ◆ Ceux qui reproduisent les places au sens de RdP pour exprimer trois types de conditions :
 - ▶ La condition d'entrée : elle marque le début du processus et ne peut être qu'unique ;
 - ▶ La condition de sortie : elle marque la fin du processus et elle aussi est unique ;
 - ▶ La condition (tout court) ;
- ◆ Ceux qui reproduisent la sémantique de la multi-instance :
 - ▶ instance multiple d'une tâche atomique ;
 - ▶ instance multiple d'une tâche composite ;
- ◆ Ceux qui déterminent le routage de l'instance et le comportement du processus avec 6 graphèmes¹:
 - ▶ la tâche ET-Division (*AND-Splits*),
 - ▶ la tâche ET-Jonction (*AND-Join*),
 - ▶ la tâche XOR-Splits,
 - ▶ la tâche XOR-Join,
 - ▶ la tâche Ou-Division (*OR-Splits*),
 - ▶ la tâche OU-Jonction (*OR-Join*),
- ◆ Celle qui exprime la possibilité de supprimer des jetons à partir des places pour pouvoir représenter des situations nécessitant l'annulation. Les places concernées par la suppression sont entourées par des tirets.

Les événements sont exprimés par YAWL en utilisant le même graphème de la tâche et en notant à leur intérieur la première lettre de l'événement. Se limitant à deux types d'événements, le premier indique le temps avec la lettre « T », ou plus précisément un délai (*time out*), le deuxième événement qui est plus général est noté par la lettre « E », il évoque toute sorte d'événements hormis le temps.

Les construits évoqués permettent de programmer graphiquement tous les types de processus métiers, du moment où ils offrent la possibilité de représenter les modèles de workflow en respectant deux principales règles de conception :

- ◆ La possibilité de connecter directement deux tâches atomiques ou composites. Contrairement à RdP, cette représentation signifie qu'il peut exister une condition implicite (place non visible) ;
- ◆ La possibilité de définir à l'aide d'un texte le nombre d'instances dans le cas où des tâches à instance multiple sont recouru. Ce texte peut contenir :
 - ▶ un minimum,
 - ▶ un maximum,
 - ▶ un seuil de complétude, c'est-à-dire le nombre d'instances requis qui met la tâche en situation de complétude,
 - ▶ le type du nombre qui peut être :
 - ▶▶ statique : révélant le fait qu'il n'est pas possible d'ajouter des instances supplémentaires,
 - ▶▶ dynamiques : pour indiquer le contraire.

¹ La définition précise de ces construits est mentionnée dans la sect. 2.3.1 qui décrit les modèles de workflow.

La figure 2.14 présente une illustration d'un processus qui décrit les étapes de préparation d'un voyage. Cet exemple, qui est couramment utilisé par plusieurs développeurs de langage pour présenter la pertinence de leur technique, montre comment les construits Ou-Division et Ou-Jonction sont employés pour exprimer le choix, puis la fusion multiple des options qui s'offrent.

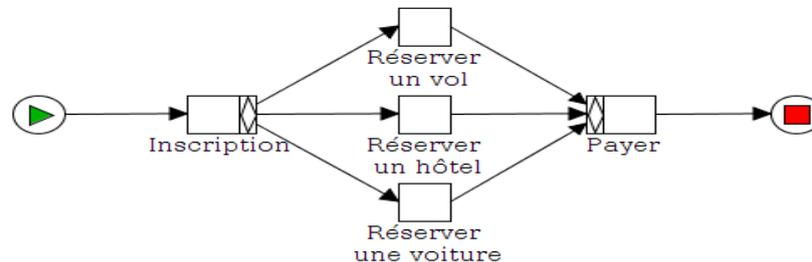


Figure 2.14. Exemple de processus de voyage représenté avec YAWL. Adaptée de YAWL Foundation 2014, fig. 5.12.

Tout comme le RdP coloré, la notation de YAWL est munie d'une sémantique formelle spécifiée en termes mathématiques, et offrant par conséquent la possibilité d'effectuer des analyses : vérification de la vivacité, de la terminaison, de la complétude, et la simulation (vom Brocke et Rosemann 2015). Ceci représente le grand avantage et force du langage, relativement à ceux qui l'ont précédé, mis à part le RdP.

Toutefois, YAWL a été sévèrement critiqué par Börger (2012) qui considère que malgré sa prétendue capacité à couvrir les modèles de workflow (cf. sect. 2), la notation manque de certains construits utiles afférant à certains concepts souhaités par les utilisateurs. Parmi ces concepts manquants, il y a ceux qui permettent de décrire la communication et l'interaction entre plusieurs parties autonomes du modèle. De surcroît, Börger (2012) remontre les développeurs de YAWL d'avoir recouru au RdP coloré comme origine du langage, car selon lui ce dernier n'est en aucun cas adapté au BPM en raison des limites susmentionnées (cf. sect. 1.2.3.5). Ajouté à cela, il prétend que YAWL, contrairement à ce qui a été revendiqué, ne satisfait pas pleinement la qualité du formalisme, du fait que sa relation avec celui-ci n'est pas précise, et du fait qu'il reste flou lorsqu'il s'agit de représenter ses modèles par le RdP coloré.

1.2.3.7. RAD

Role Activity Diagram (RAD) est une technique orientée objet utilisée spécialement pour modéliser le rôle d'une personne ou d'un groupe de personnes dans un processus (Aguilar-Savén 2004). Cette modélisation comprend la représentation des activités réalisées par les rôles, et les événements qui agissent sur le processus.

Le rôle est défini comme « un individu, un groupe un département ou une équipe ad hoc qui a la responsabilité de quelques contributions sur le processus. Cette contribution est réalisée à travers un ensemble d'activités partiellement ordonnées qui partagent en commun un ensemble de ressources » (Murdoch et McDermid 2000, 50). La technique exerce la modélisation à partir d'un angle de vue qui se focalise sur l'agent, et de manière secondaire sur ce qu'il fait. Elle permet de répondre judicieusement à deux questions couramment posées dans la modélisation : qui ? Et quoi ? (Murdoch et McDermid 2000). Ainsi le construit principal de la notation (cf. fig. 2.15, p. suiv.) est en premier lieu le rôle (Giaglis 2001) et en deuxième lieu l'activité (Badica, Badica, & Litoiu, 2003).

Un diagramme RAD a la faculté de représenter les responsabilités et les interactions entre les rôles, le comportement des agents (Aguilar-Savén 2004), ainsi que la coordination (Badica, Badica, et Litoiu 2003) (cf. fig. 2.16, p. suiv.). Il rassemble plusieurs activités dans un même groupe de responsabilités. Les activités qui sont soit des tâches ou des interactions (Phalp 1998) peuvent être séquencées, décomposées, mises en concurrence ou en alternative, et

sélectionnées selon des conditions (Murdoch et McDermid 2000). Ainsi, le flux de contrôle est décrit à l'intérieur de chaque rôle en utilisant les graphèmes sous forme de triangles comme des connecteurs logiques.

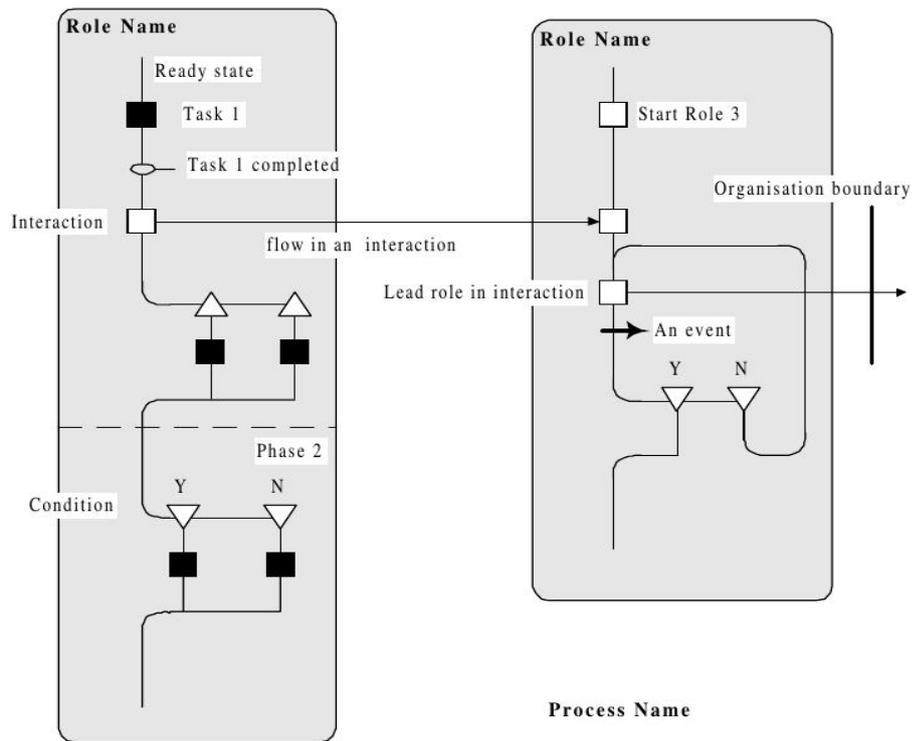


Figure 2.15. Notation de Role Activity Diagram. Par Murdoch et McDermid 2000, 52.

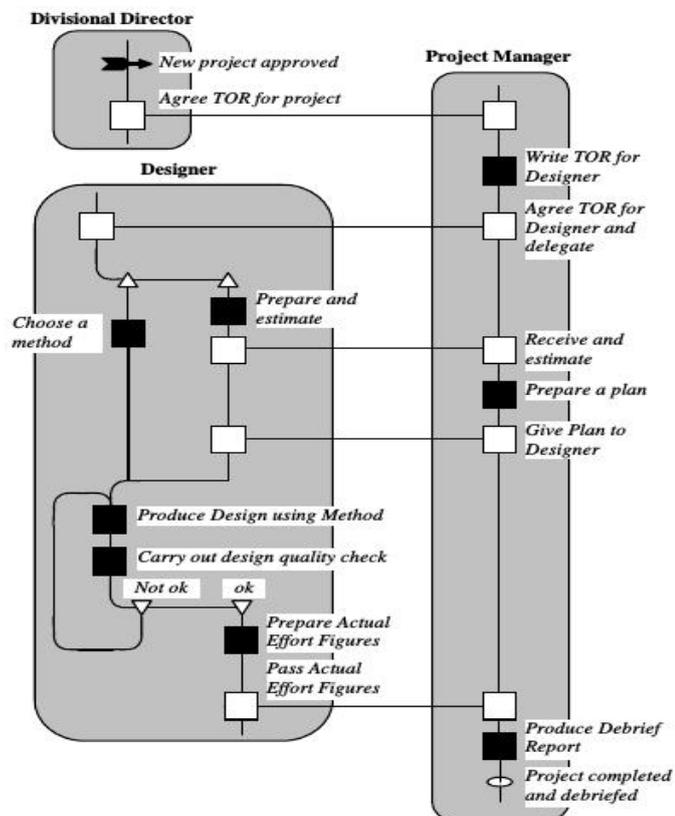


Figure 2.16. Exemple de modèle RAD. Par Badica, Badica, et Litoiu 2003, 19.

La coordination est décrite en tant qu'interaction entre les activités appartenant à des rôles distincts (ligne horizontale reliant deux boîtes blanches) (Badica, Badica, et Litoiu 2003). L'interaction exprime également la communication, l'échange d'information, et la synchronisation des états du rôle (Murdoch et McDermid 2000). L'état du rôle varie en fonction des activités, des événements, et des interactions subies par son détenteur (Aguilar-Savén 2004). L'état dans RAD (représenté par un segment de ligne verticale reliant deux objets) permet de savoir si l'objectif a été atteint (Badica, Badica, et Litoiu 2003). De manière implicite il évoque le déroulement du temps (Murdoch et McDermid 2000).

La représentation hiérarchisée du modèle s'effectue par le biais du rôle. Cependant, les rôles d'un niveau inférieur de description, de même les flux d'information, ne sont pas forcément cités dans les diagrammes des niveaux supérieurs. Cette pratique reflète le fait qu'un processus peut être déclenché par un, ou plusieurs rôles (Murdoch et McDermid 2000).

RAD modélise convenablement l'aspect communicationnel et organisationnel (Aguilar-Savén 2004), mais n'est pas pertinent pour décrire l'aspect fonctionnel et informationnel d'une organisation (Giaglis 2001). En ce sens, il ne permet pas d'une part, de raffiner idéalement l'activité, et de l'autre de représenter les flux transformés (objets métiers), tels que les flux physiques et informationnels (Aguilar-Savén 2004). D'un autre côté, RAD permet de réaliser uniquement des analyses statiques (HE et al. 2010), en dépit du fait qu'il ressemble à un graphe d'état. Toutefois, ce langage a le grand avantage de faciliter la traduction de ses diagrammes en modèles formels et analysables, par l'intermédiaire du langage CSP, ou par l'algèbre des processus (Badica, Badica, et Litoiu 2003 ; Phalp 1998).

1.2.3.8. Activity Diagram d'UML

Unified Modelling Language (UML) fait partie de la famille des langages orientés objet. Cette catégorie de technique a la faculté de décrire un processus en termes d'objets variés. Un objet peut représenter un élément provenant de la réalité. Il a des attributs à partir desquels il est possible de connaître son état. Le changement de l'état de l'objet constitue son comportement. Ainsi, un objet qui communique change son état suite à la réception d'un message venant d'un autre objet. Un ensemble d'objets partageant quelques caractéristiques est désigné par la « classe ». Si un objet de cette classe dispose de quelques différences sur certaines caractéristiques, il devient une « instance » (un genre) (Aguilar-Savén 2004).

L'objet, l'activité, l'état, le message, la classe, et l'instance constituent les concepts de bases de la description d'un processus dans les langages orientés objet. Le langage UML — au côté de OOD (*Object Oriented Design*), OMT (*Object Modelling Technique*), et OOSA (*Object-Oriented Systems Analysis*) — est celui qui a été standardisé pour modéliser plusieurs types de systèmes complexes. Ceci lui vaut d'être une technique très appréciée et populaire, notamment du fait qu'il a montré son efficacité (Aguilar-Savén 2004). UML a été conçue pour surmonter le problème de l'incompatibilité des différents langages utilisés dans la description d'un même système (Giaglis 2001). Son standard connaît de nouvelles éditions, améliorant de la sorte la spécification de la technique. La dernière mise à jour d'UML est la version 2.5¹.

Comme la technique IDEF, UML propose plusieurs notations pour que chacune puisse couvrir avantageusement un aspect particulier du même système modélisé. Neuf types de diagramme peuvent être générés par des notations spécifiques (Aguilar-Savén, 2004 ; Giaglis, 2001 ; Bart-Jan Hommes & van Reijswoud, 2000) :

- 1) Diagramme de classes (*Class diagram*) : ce diagramme met en exergue les différents types d'objets et leurs liens constituants, ainsi que la structure du système en évoquant le vocabulaire utilisé. Le diagramme constitue ainsi la configuration constante du système : sa structure statique ;

¹ Cette version n'ajoute que des modifications minimales à la version principale 2.0 qui reste la principale référence.

- 2) Diagramme d'objets (*Object diagram*) : il présente les possibilités d'assemblage des objets décrits dans le diagramme de classes ;
- 3) Diagramme d'état (*Statechart diagram*) : il décrit les différents états possibles des classes d'objets, ou du système tout entier. Ce diagramme donne un aperçu sur le comportement du système à travers la transition des états de ses objets, et du système lui-même ;
- 4) Diagramme d'activité (*Activity diagram*) : il révèle toutes les tâches du système et leurs relations. La description effectuée dans ce diagramme permet de comprendre le comportement du système ;
- 5) Diagramme de séquence (*Sequence diagram*) : il représente tous les messages échangés entre les classes d'objets à travers le temps ;
- 6) Diagramme de collaboration (*Collaboration diagram*) : il décrit les relations de collaboration entre les classes d'objets ;
- 7) Diagramme de cas d'utilisation (*Use-case diagram*) : un cas d'utilisation décrit une fonctionnalité du système parmi plusieurs telle que l'utilisateur la reçoit. Il révèle en d'autres termes les interactions entre le système modélisé et ses utilisateurs. Le diagramme sert à illustrer la relation entre les cas d'utilisation ;
- 8) Diagramme de composant (*Component diagram*) : ce modèle est utilisé pour décrire un logiciel en tant que système. Il montre ses composantes pour pouvoir l'implémenter ;
- 9) Diagramme de déploiement (*Deployment diagram*) : ce diagramme est destiné à présenter le système physique supportant le logiciel.

Une des particularités d'UML est d'utiliser pour chaque type de modèle évoqué une notation qui lui est propre en sémantique et non pas en aspect. Autrement dit, une même forme graphique peut avoir des sens différents en fonction du type de digramme conçu.

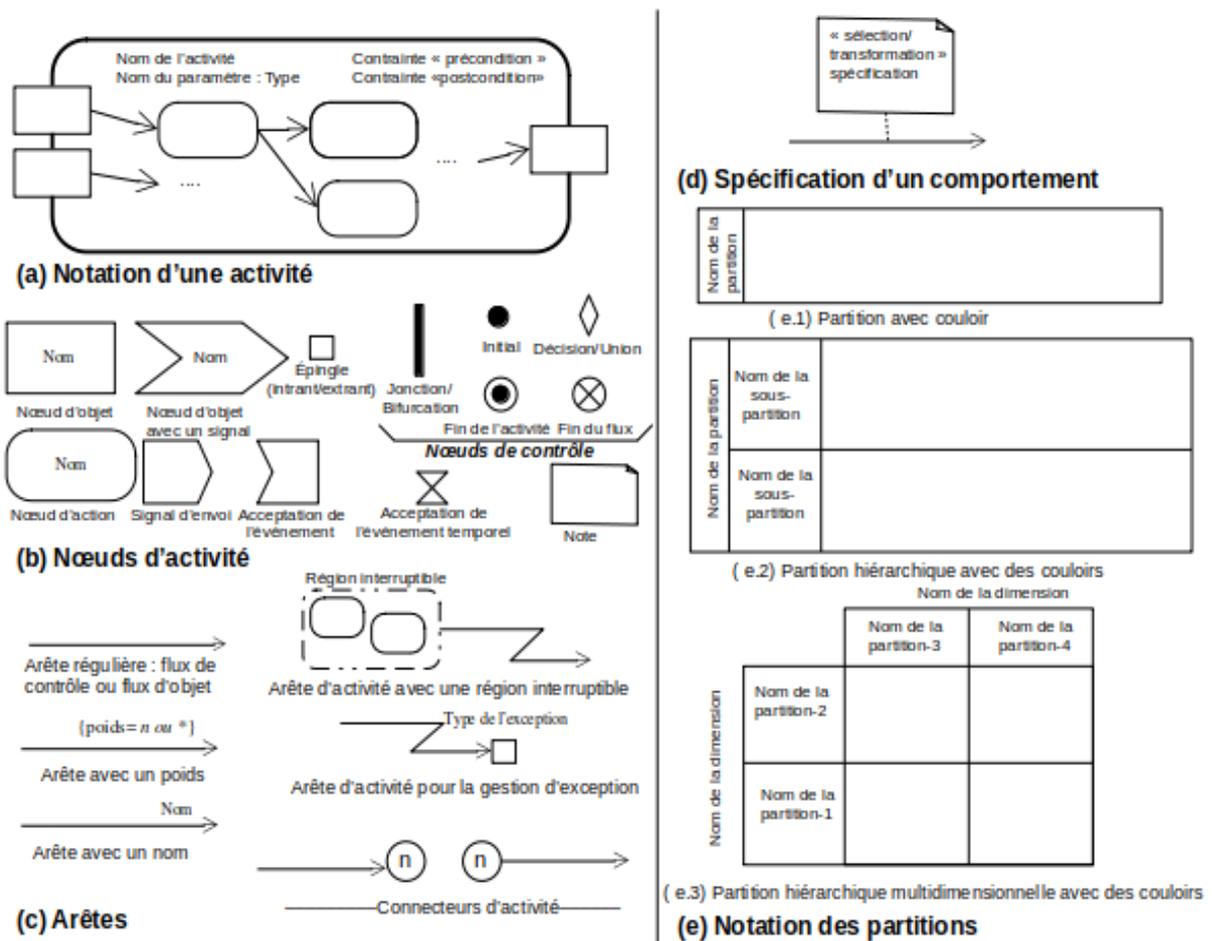


Figure 2.17. Notation et syntaxe du diagramme d'activité. Adaptée de OMG 2017, 379-474.

Sachant qu'UML a été élaboré essentiellement pour développer les logiciels, il n'en reste pas moins que *Activity Diagram* (AD) a été considéré comme un langage adapté pour décrire les processus métiers (List et Korherr 2006). Nous détaillerons pour cette raison uniquement celui-ci dans ce qui suivra.

AD est un diagramme qui contient des construits possédant différentes formes. Certains sont appelés « nœuds » et sont reliés à des flèches nommées « arêtes ». Ces deux grands types de construits se situent dans une zone enveloppée désignée par « Activité » (cf. fig. 2.17(a)). L'activité est dans AD l'équivalent du processus. Le langage contient en réalité plusieurs types de nœuds, d'arêtes, et de régions :

- ◆ Le nœud d'action : il représente l'unité de base pour décrire le comportement d'un système. Il est considéré comme le seul nœud exécutable qui peut transformer des éléments d'intrant en éléments d'extrait. Les intrants et les extraits sont symbolisés par une épingle¹ (cf. fig. 2.17(b)). Le nœud d'action décrit à vrai dire les aptitudes de l'activité. L'action ne modifie pas seulement l'objet, elle peut aussi invoquer une autre action. Certaines catégories de comportement des actions sont prédéfinies par UML, comme celui de la sélection et celui de la transformation. Ces deux catégories sont citées et spécifiées, au besoin, en ajoutant une note rattachée à une arête (cf. fig. 2.17(d)). Un nœud d'action possède plusieurs sous-types, parmi eux (cf. fig. 2.17(b)) :
 - ▶ le signal d'envoi : cette action consiste à transmettre des informations à un destinataire,
 - ▶ l'acceptation de l'événement : cette action se met en attente d'un événement déterminé pour invoquer une autre action,
 - ▶ l'acceptation de l'événement temporel : cette action laisse passer un temps déterminé pour déclencher une autre action,
- ◆ Le nœud d'objet : ce construit renferme les données qui entrent et sortent des nœuds d'action. Le nœud d'objet peut indiquer sous un seul nom plusieurs autres objets. Ses états peuvent être mentionnés en dessous de son nom ;
- ◆ L'arrête d'activité (cf. fig. 2.17(c)) : est un construit assez complexe dans la mesure où il porte plusieurs significations selon le contexte de son emploi. D'une part, il est un objet de liaison entre les nœuds d'activités. Il révèle ainsi l'influence d'un objet sur un autre. Dans ce cadre, le diagramme d'activité utilise de manière implicite la notion de jetons (idée reprise du RdP). Les jetons se déplacent virtuellement à travers les arêtes d'activité qui montrent la direction et la destination de leur mouvement. Les arêtes expriment ainsi le flux de contrôle. Si une arrête est accompagnée d'un poids, elle indique le nombre minimum de jetons requis pour franchir un nœud. Le poids est soit un nombre entier différent de zéro « n », soit un nombre illimité symbolisé par un astérisque « $*$ ». Une arrête pourrait être nommée et peut aussi préciser certains mécanismes particuliers tels que la « multidiffusion » et la « multiréception² ». D'autre part, une arrête exprime le flux d'objet, c'est-à-dire la circulation des informations entre les nœuds d'actions. Cette circulation est représentée virtuellement par un jeton d'objet, par opposition au jeton de contrôle évoqué précédemment. Plusieurs syntaxes exprimant la circulation des objets sont possibles, et ce, en indiquant sémantiquement la même chose :
 - ▶ utilisation de deux arêtes entre deux nœuds d'action (cf. fig. 2.18 (a), p. suiv.),
 - ▶ utilisation d'une seule arête et répétition du nœud d'objet. Chaque nœud d'objet est accroché au nœud d'action par une épingle (cf. fig. 2.18(b)),
 - ▶ utilisation d'une seule arête avec le nœud d'objet détaché sous forme de rectangle minuscule et sans nom. Dans ce cas, il est supposé que le nom du nœud d'action et

¹ Traduit de : *pins* (terminologie du standard).

² Traduit de : *multireceive* (terminologie du standard).

- assez clair pour indiquer indirectement la nature du nœud d'objet (cf. fig. 2.18(c)) ;
- ◆ Les nœuds de contrôle (cf. fig. 2.17(b)) : ces nœuds expriment la séquence des activités et conditionnent le déplacement des jetons. Les nœuds de contrôle sont de six types :
 - ▶ Nœud initial : ce construit marque le début du déroulement du processus. Un processus selon AD peut admettre plusieurs initialisations. Chaque nœud initial ne doit être raccordé que par un flux de contrôle (arête) sortant¹ ;
 - ▶ Nœud final : inversement au précédent ce construit marque l'arrêt du processus. Il peut y avoir plusieurs nœuds finaux dans le diagramme, en étant raccordé qu'à un seul flux de contrôle entrant. Deux sous-types de nœuds finaux peuvent être utilisés :
 - ▶▶ Fin du flux : ce nœud détruit tous les jetons qu'il reçoit et n'affecte pas le déroulement du processus, si d'autres jetons restent en circulation ;
 - ▶▶ Fin de l'activité : ce nœud termine le processus immédiatement, arrête complètement toutes les actions et tous les flux, même si d'autres jetons restent en circulation dans le processus. Si le diagramme contient plusieurs fins d'activité, le premier atteint stoppe tout le processus ;
 - ▶ Nœud de bifurcation (*ForkNode*) (cf. fig. 2.18(d)) : ce nœud génère une fourche du flux de contrôle à partir d'un seul flux. Ainsi, il est rattaché à une seule arête entrante et en même temps à plusieurs arêtes sortantes. Cette syntaxe indique la concurrence² ;
 - ▶ Nœud de jonction (cf. fig. 2.18(e)) : ce nœud est l'opposé du précédent. Il est rattaché à plusieurs arête entrante et en même temps à une seule arête sortante. Il indique de cette manière la synchronisation des flux ;
 - ▶ Nœud d'union (*MergeNode*) (cf. fig. 2.17(f)) : ce nœud ressemble au nœud de jonction dans sa signification, mais n'exprime pas la synchronisation des flux. Il est soumis à une règle qui stipule que si les flux en entrée sont des flux de contrôle, les flux de sortie doivent l'être aussi, et si les flux en entrée sont des flux d'objet les flux de sortie le sont également ;
 - ▶ Nœud de décision (cf. fig. 2.18(g)) : ce nœud impose la réalisation d'un choix entre différentes options. Ces options sont représentées par des flux sortants. Le nœud peut être rattaché au maximum à deux flux entrants et à plusieurs flux sortants. Il est soumis à la même règle du nœud d'union, c'est-à-dire le type de flux raccordé en entré doit être le même en sortie ;

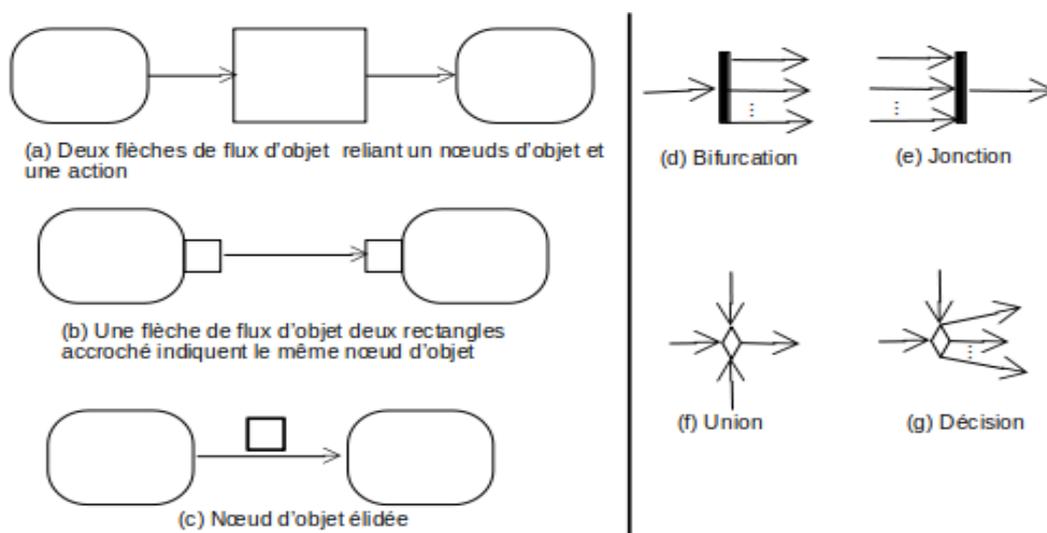


Figure 2.18. Graphèmes de routages du diagramme d'activité. Adaptée de OMG 2017, 381, 382, 391, 392.

¹ Nous utiliserons le terme « sortant » pour indiquer que l'origine de la flèche est accrochée au construit, le terme « entrant » pour indiquer que la pointe de la flèche est accrochée au construit.

² La concurrence est le fait de mettre des activités en parallèle.

- ◆ Le connecteur d'activité : cet objet permet de désencombrer un diagramme muni de longues arêtes. Un cercle contenant une référence et relié à une arrête entrante indique que cette dernière a été coupée. La référence est par la suite réutilisée dans n'importe quel endroit dans le diagramme. Si le cercle est raccordé à une arrête sortante, cela indique que la suite de l'arête coupée se poursuit à cet endroit (cf. fig. 2.17(c)) ;
- ◆ Partition d'activité : les nœuds ayant les mêmes caractéristiques peuvent être rassemblés en un groupe. Le regroupement selon un critère particulier constitue une partition. Dans une entreprise, la partition correspond le plus souvent à une unité organisationnelle (département ou rôle). Ainsi, une partition peut être simple (cf. fig. 2.17(e1)), hiérarchisée en imbriquant une partition dans une autre (cf. fig. 2.17(e2)), ou complexe en croisant deux critères différents de regroupement (cf. fig. 2.17(e3)) ;
- ◆ Région d'activité interruptible : c'est une zone qui comprend un ensemble de nœuds d'actions et qui peuvent être stoppés dans certaines circonstances prédéfinies. L'ensemble de ces nœuds est délimité par un marquage sous forme de traits discontinus. Le périmètre est relié à une arête interruptible dirigée vers un autre objet se trouvant à l'extérieur de la zone (cf. fig. 2.17(c)) ;
- ◆ La gestion d'exception : elle représente le traitement des cas¹ qui ne sont pas courants. Lorsqu'un cas inaccoutumé survient, l'activité en cours de fonctionnement est arrêtée, puis un renvoi est constitué vers une autre qui le gère comme une exception. Le renvoi est symbolisé par une arête en zigzag, reliée à une épingle (cf. fig. 2.17(c)).

La figure 2.19 montre un exemple de l'utilisation de la plupart des construits évoqués précédemment. Elle décrit par le diagramme d'activité un processus de commande. Par ailleurs, une des critiques adressées à UML concerne sa pertinence à modéliser les systèmes plutôt que les processus métiers (Giaglis 2001). Certains concepts et représentations graphiques font défaut pour couvrir l'ensemble des aspects de l'entreprise. De plus, une insuffisance sémantique des concepts a été ressentie par certains auteurs (Frank 2002). Le langage serait aussi excessivement focalisé sur la notion d'objet qui pousse les modélisateurs à abandonner leurs anciennes approches (Giaglis 2001).

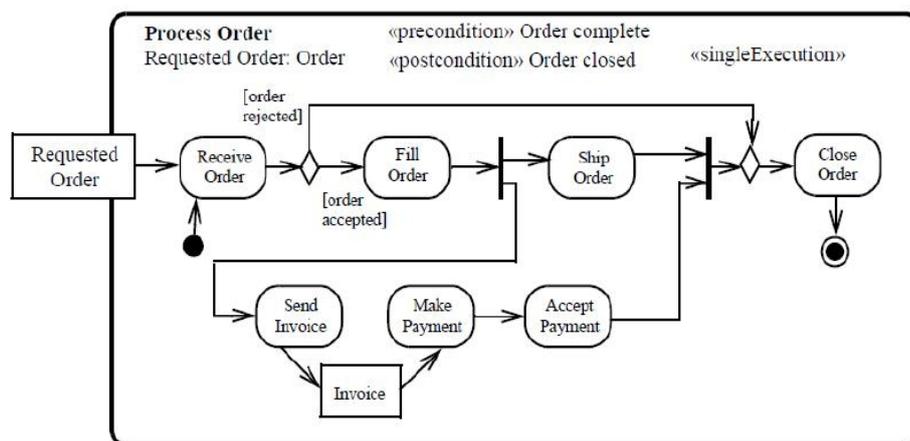


Figure 2.19. Exemple d'un diagramme d'activité. Par OMG 2017, 382.

1.2.3.9. Autres techniques

Les langages de modélisations constituent actuellement une grande profusion qu'on ne peut recenser exhaustivement. Il est aussi impossible de les décrire tous, car certains d'entre eux ne diffusent pas une documentation suffisante à leur sujet, ou sont complètement propriétaires. Le foisonnement apporte une certaine richesse, mais témoigne aussi de l'absence d'une standardisation des concepts, des construits, et de la syntaxe, malgré les différentes tentatives

¹ Le cas sous-entendu ici n'est pas l'événement, mais une instance symbolisée par le jeton.

qui ont été initiées en ce sens. L'uniformisation la plus réussie d'entre elles est celle d'UML, qui ne concerne malheureusement que la conception des systèmes d'information.

Dans ce qui suit, nous présentons un panorama des techniques reconnues comme des langages de modélisation adaptés pour les processus métiers. Sans les décrire, la table 2.4 tente de catégoriser ces techniques selon l'une des vues de représentation sur laquelle elles se focalisent au premier degré. Les vues sont celles décrites dans la section 1.1.2, et celles proclamées par les fondateurs du langage en question.

Table 2.4. Panorama des autres langages de modélisation

Perspectives	Type de notation	
	Graphique	Textuelle
Vue fonctionnelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SSM (<i>Soft systems methodology</i>) <i>Rich picture workflow</i> ▪ POSD (<i>Process Oriented Ssystem Description</i>) ▪ ArchiMAté ▪ CMMN (<i>Case Management Model and Notation</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CIMOSA (<i>Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture</i>) ▪ WS-BPEL (<i>Web Service -Business Process Execution Language</i>) ▪ XPDL (<i>XML Process Definition Language</i>)
Vue comportementale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dynamique des systèmes ▪ <i>Knowledge-based techniques</i> ▪ WF-Net (<i>WorkFlow-Net</i>) ▪ ADEPT_{flex} ▪ FlowMake ▪ WIDE ▪ ActivityFlow 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Written use case</i> ▪ <i>E-C-A Based Business Rules</i> ▪ PLM_{flow} ▪ <i>Object-Rule-Role approach</i> ▪ ADEPT ▪ AgentWork ▪ AgFlow
Vue informationnelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MEMO-OML (<i>MEMO —Object Modelling Language</i>) ▪ <i>Data Flow Diagramming</i> 	
Vue organisationnelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MEMO-OrgML (<i>Multi Perspective Enterprise Modelling- Organisation Modelling Language</i>) ▪ RID (<i>Role Interaction Diagram</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RoleEnact
Vue stratégie/objectif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EEML (<i>Extended Enterprise Modeling Language</i>) ▪ GRL (<i>Goal-oriented Requirement Language</i>) ▪ i* ▪ MEMO-SML (<i>MEMO —Strategy Mode ling Language</i>) ▪ NFR (<i>Non-Functional Requirements framework</i>) 	
Vue performance	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagramme de Gantt ▪ URN 	
Vue décisionnelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DMN (<i>Decision Model and Notation</i>) 	
Vue communicationnelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Speech Interaction Modeling</i> ▪ DEMO (<i>Dynamic Essential Modelling of Organisation</i>) ▪ S-BPM (<i>Subject Business Process Modelling</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EbXML (<i>Electronic business eXtensible Markup Language</i>) ▪ CSP (<i>Communicating Sequential Processes</i>) ▪ Pi-calculus ▪ WS-CDL v1.0 (<i>Web Services Choreography Description Language</i>)

Précisons que WS-BPEL, WS-CDL, ebXML, et XPDL sont des langages relativement récents qui se préoccupent de l'interopérabilité et s'adaptent au développement du service Web et du commerce électronique. Ils sont tous dérivés du XML. Ils se présentent donc avec une notation textuelle. EbXML et WS-BPEL sont standardisés par l'organisme OASIS, alors que WS-CDL est standardisé par W3C, et XPDL par WMC.

1.3. Classification des techniques de modélisation

Le choix du bon langage de modélisation est primordial pour assurer la bonne qualité du modèle conceptuel (Krogstie 2012a; Ottensooser et al. 2012). Mais la sélection d'un langage approprié n'est pas une opération facile. Elle est devenue de plus en plus difficile avec la multiplication des techniques, sans l'apparition d'une grande amélioration sur le plan conceptuel, ou sur le plan méthodologique (Aguilar-Savén 2004). En plus de sa complexité, la procédure de sélection est consommatrice de temps (B.-J. Hommes et van Reijswoud 2000).

Dans ce contexte, plusieurs tentatives ont été menées pour faciliter le choix, soit de manière directe, en évaluant et comparant les techniques sur la base de certains critères, soit de manière indirecte, en proposant une typologie pour guider la sélection. Nous débuterons par présenter cette dernière, puis nous passerons aux approches d'évaluation des modèles. Nous finirons par exposer notre propre comparaison basée sur la synthèse des résultats produits par ces approches.

1.3.1. Classification selon le cycle de la modélisation

Phalp (1998) considère que le processus de modélisation suit un cycle dans lequel les objectifs, le contexte, et les participants ne restent pas les mêmes. Cette constatation implique que le langage de modélisation doit être différent pour se conformer aux besoins de chaque étape de la modélisation.

L'intérêt de la classification des langages devient évident du moment où il est préférable de sélectionner le langage qui est pertinent pour chaque phase de la modélisation. Dans le même sens Kettinger, Teng, et Guha (1997) ont identifié les techniques et les outils appropriés à chaque étape de leur cadre. Ce dernier consistait en la proposition d'un cycle de vie pour la conduite d'un BPR. Le travail de ces auteurs a été très large et a couvert non seulement les langages de modélisation disponible à cette époque, mais aussi toutes les techniques managériales applicables à un ensemble de problématiques. Les langages de représentation de l'organisation sont selon ces auteurs adaptés pour plusieurs étapes et activités du cycle de vie d'un BPR. La table 2.5 présente les techniques de modélisation identifiées et leur utilisation dans ce cycle de vie suggéré.

Table 2.5. Classification des techniques de modélisation selon les étapes du BPR

Techniques ▼	Étapes du BPR ►																					
	Établir un engagement de gestion et une vision	Découvrez les opportunités de réingénierie	informatiques Identifier les leviers	Sélectionner un processus	informer les parties prenantes	Organiser des équipes de réingénierie	Effectuer la planification du projet	Déterminer les exigences des clients externes du processus	Définir les objectifs de performance	Documentation du processus existant	Analyser le processus existant	Définir et analyser de nouveaux concepts de processus	Prototype et conception détaillée d'un nouveau processus	Conception de la structure des ressources humaines	Analyser et concevoir le SI	Réorganiser	Implémenter le SI	Entraîner les utilisateurs	Processus de coupure	Évaluer les performances du processus	Lien vers des programmes d'amélioration continue	
IDEF0, IDEF3									✓	✓	✓	✓										
Ordinogramme									✓		✓											
workflow											✓				✓							
RdP Hiérarchié Coloré									✓	✓	✓	✓										
RAD									✓	✓												
Activity-Based Costing									✓			✓										✓
Speech Interaction Modeling									✓		✓		✓	✓								
Soft Systems Method											✓		✓									
Data Flow Diagramming									✓		✓	✓	✓		✓							
Information Control Net									✓													

Source : Adaptée de Kettinger, Teng, et Guha 1997, 64,65.

1.3.2. Classification selon l'intention de la modélisation

Sur la base de trois dimensions, Giaglis (2001) proposa une taxonomie des techniques de modélisation consacrées aux processus métiers et aux systèmes d'information. Sa classification reprend l'analyse faite par Curtis, Kellner, et Over (1992) qui ont mis en exergue les volets traités par les langages de modélisation, et les exigences requises à leur propos vis-à-vis de plusieurs questions. La taxonomie de Giaglis (2001) a pris en compte :

- ◆ Les perspectives de l'organisation couvert par la technique : ce sont les aspects de l'organisation représentés par la technique. Elles correspondent à quelques-unes citées dans la section 1.1.2 ;
- ◆ Le but de la modélisation : il indique l'objectif sous-entendu par la modélisation, l'utilité et la finalité recherchée derrière la technique employée ;

- ◆ La convenance de la technique à un projet particulier : cette dimension permet de désigner les langages de modélisation appropriés aux caractéristiques d'une étude.

La figure 2.20 présente la catégorisation des techniques de modélisation pour les processus métiers uniquement¹. L'indication entre crochets représente le type de projet pour lequel une technique est appropriée.

Perspective	informationnelle	Ordinogramme UML [Documentation des systèmes]	Simulation UML [Analyse et conception des systèmes]	Simulation UML [Gestion de projet des systèmes]	Simulation UML [Réingénierie des systèmes/Développement des systèmes]	Simulation UML [Opération/Maintenance des systèmes]
	organisationnelle	IDEF0 Simulation Dynamique des systèmes RAD [Représentation de la structure organisationnelle]	IDEF0 Simulation Dynamique des systèmes RAD [Refonte des rôles]	IDEF0 Simulation Dynamique des systèmes RAD [Gestion des ressources Humaines]	Simulation RAD UML [Refonte du lieu de travail]	—
	comportementale	IDEF3 Simulation Dynamique des systèmes RAD [Documentation du processus métier]	IDEF3 Simulation Dynamique des systèmes RAD [BPR]	IDEF3 Simulation Dynamique des systèmes RAD [Gestion de projet BPR]	RdP Simulation IDEF3 Knowledge-based techniques [Refonte du flux de travail]	RdP Simulation IDEF3 Knowledge-based techniques [Exécution du flux de travail]
	Fonctionnelle	Ordinogramme IDEF0 IDEF3 Simulation Dynamique des systèmes UML [Documentation des tâches]	Ordinogramme IDEF0 IDEF3 Simulation Dynamique des systèmes UML [Refonte des tâches]	Ordinogramme IDEF0 IDEF3 Simulation [Gestion de projet ; gestion de la qualité totale ou de l'amélioration continue]	IDEF0 RdP Simulation UML [Assurance/Contrôle qualité]	RdP Simulation UML [Exécution automatisée des tâches]
		Compréhension et communication	Amélioration du processus	Gestion du processus	Développement du processus	Exécution du processus
		But				

Figure 2.20. Taxonomie des langages du BPM selon Giaglis. Adaptée de Giaglis 2001, 213.

Un travail semblable a été accompli par la suite par Aguilar-Savén (2004). Ce dernier emploie une des dimensions de Giaglis (2001), mais avec une signification différente. Il croise celle-ci avec une autre dimension qui met une distinction entre les modèles conçus. Les dimensions retenues pour sa taxonomie sont donc :

- 1) La finalité de la modélisation : selon l'auteur, les différentes raisons de la modélisation des processus se résument à :
 - i) l'apprentissage,
 - ii) la prise de décision,
 - iii) le développement d'un logiciel ;
- 2) La permissivité du modèle : ce qui signifie que les modèles conçus admettent ou non les changements. Ainsi selon ce critère, les modèles sont passifs lorsqu'ils ne permettent pas de changement, et sont actifs lorsqu'ils les autorisent.

La taxonomie résultante de ces deux dimensions est représentée dans la figure 2.21 (cf. p. suiv.). Tout comme pour la figure 2.20 les techniques de modélisation des systèmes d'information ont été écartées.

Les trois classifications présentées exposent des points de vue différents sur la manière de juger l'usage approprié des langages de modélisation. La première classification est spécifique au domaine du BPR, alors que les deux autres sont générales. La taxonomie de Giaglis (2001) a cependant l'avantage d'indiquer dans quelle situation chaque langage montre son efficacité. Toutefois, ces classifications ne sont pas exhaustives dans la mesure où elles ne catégorisent pas certains langages, tels que EPC et CIMOSA qui ont eu une certaine popularité, et ceux qui n'avaient pas encore vu le jour, tels que BPMN, YAWL, et S-BPM.

¹ Les techniques de modélisation des systèmes d'information ont été retirées, car ils sortent du cadre de notre travail.

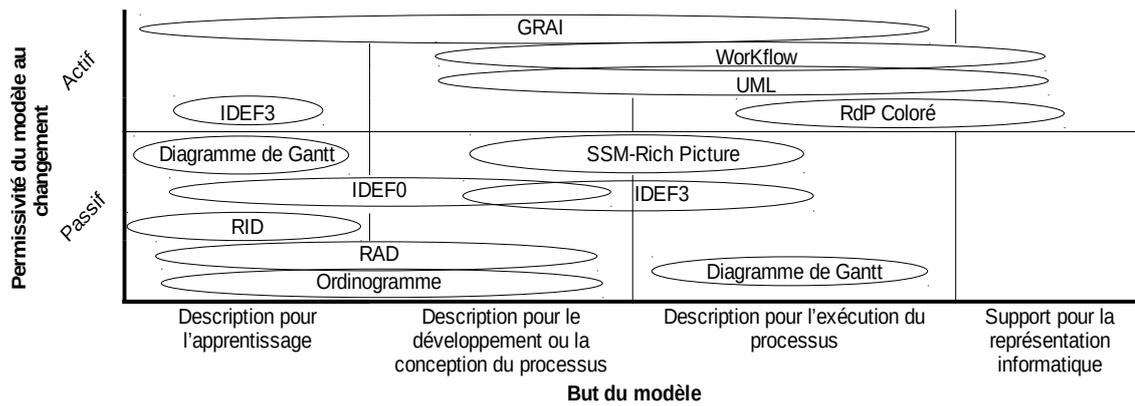


Figure 2.21. Taxonomie des langages du BPM selon Aguilar-Savén. Adaptée de Aguilar-Savén 2004, 146.

Par ailleurs, quelques langages catégorisés dans une classification sont omis dans une autre ce qui rend chaque classification incomplète. Mais dans l'ensemble, il semble que la simulation et UML soient appropriés pour la plupart des situations et usages. IDEF3 serait également une technique adaptée pour une utilisation assez large.

Les classifications fournissent un premier aperçu global des techniques de modélisation possédant les mêmes caractéristiques. Elles permettent au modélisateur d'identifier l'ensemble des langages potentiels pour une utilisation particulière. Mais la comparaison entre ces techniques reste limitée du fait qu'elles n'apportent pas d'indications sur le niveau de qualité de chaque langage, et des modèles générés.

2. Évaluations et comparaison des notations

Plusieurs chercheurs spécialistes de la modélisation d'entreprise et des processus métiers, ainsi que des praticiens ont défini une multitude de requis pour caractériser un langage parfait. Mais la définition même d'un langage parfait fait toujours débat en raison du grand nombre des exigences, et de leur complexité, parfois, en raison de leur caractère antinomique.

Par exemple, le langage devrait être formel pour pouvoir effectuer des analyses et construire un modèle exécutable, et en même temps il doit être suffisamment informel pour qu'il puisse être flexible dans la description (Krogstie 2012a). La meilleure technique de modélisation serait selon certaines exigences, celle qui est capable de modéliser le système avec tous ses aspects (fonctionnel, organisationnel, informationnel, comportemental, etc.) (List et Korherr 2006). Cependant, il n'existe pas de technique capable de couvrir tous ces aspects (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003) ou combler toutes les approches (J. Recker et al. 2009). Si une telle technique existait, elle serait difficile à utiliser, engendrerait un modèle complexe, impraticable, et en contradiction avec l'utilité même de la modélisation : celui de la réduction de la complexité (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003 ; Giaglis 2001 ; Mayer et al. 1995). Une technique de modélisation devrait en revanche, avoir une ontologie saine¹ afin d'offrir un bon équilibre entre l'expressivité² et la complexité du langage (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003). Frank (2002) définit de son côté un nombre d'exigences auxquelles les langages de modélisation devraient satisfaire :

- ◆ Les langages doivent fournir des concepts intuitifs et pertinents au domaine dans lequel ils interviennent. Un concept intuitif est un construit qui entre dans la perception et la conceptualisation de l'observateur. Ces concepts peuvent être trouvés dans les terminologies communes ou standards d'une discipline ;
- ◆ Ils doivent fournir une notation graphique utilisant des symboles couramment utilisés dans le domaine modélisé ;

¹ Un métamodèle avec des règles sémantiques.

² L'expressivité sous-entendue et celle qui est sémantique et non pas formelle.

- ◆ Ils devraient fournir plusieurs niveaux de détails possibles, car dans l'entreprise chaque partie prenante a besoin d'un niveau d'abstraction qui lui convient selon son domaine, et rôle professionnel ;
- ◆ Ils devraient permettre avec une sémantique de relation (concepts communs) pouvoir intégrer plusieurs modèles conçus avec différentes vues ;
- ◆ Ils devraient être suffisamment formalisés.

Étant donné que la satisfaction de toutes les exigences exprimées est dans l'absolu un objectif idyllique, l'appréciation fonctionnelle de la qualité d'un langage serait plus judicieuse par comparaison. La comparaison ne permet pas seulement de révéler les forces et faiblesses des langages, mais aussi de connaître l'état de l'art dans leur développement. Elle permettrait également de connaître leur essence.

Plusieurs tentatives d'évaluation des méthodes de modélisation ont été réalisées depuis l'amplification de leur usage à partir des années 70 (Krogstie 2012a), et ce, afin de donner une idée sur la qualité de ces techniques. Ces tentatives restent disparates, bien qu'elles utilisent des méthodes quantitatives pour apprécier les techniques, elles n'en restent pas moins qu'approximatives, car elles portent sur une question qui est dans son essence qualitative : la sémantique hors du langage naturel. Keng Siau et Rossi (1998) les ont recensées et catégorisées en :

- 1) Méthodes non empiriques : en se basant sur une vue conceptuelle, ces méthodes développent des cadres théoriques pour l'évaluation. Les approches non empiriques qui ont été formées sont :
 - i) la comparaison des fonctionnalités,
 - ii) la métamodélisation,
 - iii) l'approche métrique,
 - iv) l'analyse paradigmatique,
 - v) l'identification des contingences,
 - vi) l'évaluation ontologique,
 - vii) l'approche basée sur la psychologie cognitive ;
- 2) Méthodes empiriques : basées sur l'expérimentation, elles effectuent des tests mathématiques ou statistiques pour apprécier les langages ou une hypothèse théorique les concernant. Ces méthodes sont :
 - i) le sondage,
 - ii) l'expérimentation en laboratoire,
 - iii) l'expérimentation du champ,
 - iv) les études de cas,
 - v) l'action de recherche.

Nous nous limiterons sur la description des approches d'évaluation suivantes : l'approche des fonctionnalités, l'approche ontologique, l'approche basée sur les flux de travaux, et l'approche de la psychologie cognitive.

2.1. L'approche de comparaison des fonctionnalités

En nous basant sur les catégories d'approches d'évaluation identifiées par Keng Siau et Rossi (1998), nous avons attribué à l'approche des fonctionnalités les dernières recherches qui nous ont paru lui appartenir. Ces études définissant des critères d'évaluation subjectifs¹, ou objectifs, soit sur la base des exigences exprimées par certains théoriciens, ou par des experts dans le domaine. Nous avons choisi pour cela quelques articles qui présentent des cadres d'évaluation assez proches.

¹ La subjectivité entendue ne veut pas dire que les critères ne sont pas argumentés, mais plutôt que ces derniers se présentant comme des propositions qui ont besoin d'être testées empiriquement pour valider leur pertinence.

2.1.1. Cadre basé sur les objectifs de la modélisation

Un modèle et une procédure d'évaluation des techniques fondés sur la finalité de la modélisation ont été proposés par Luo et Alex Tung (1999). Leur modèle met en articulation trois paramètres interreliés avec lesquels une sélection procédurale est effectuée. Le premier paramètre concerne les objectifs de la modélisation, le deuxième les perspectives, et le dernier les caractéristiques des techniques. Le processus de sélection suit les étapes suivantes :

- 1) Détermination des objectifs de la modélisation : il est question dans cette étape de bien préciser la finalité de la modélisation. Dans ce cadre, Luo et Alex Tung (1999) prétendent que celle-ci est réalisée pour l'un des buts suivants :
 - i) La communication : le modèle est conçu pour mieux comprendre le déroulement des processus, établir un consensus sur son abstraction, et discuter sur son amélioration. Le modèle est utilisé selon cette finalité comme un dispositif d'intercommunication et d'échange des connaissances ;
 - ii) L'analyse : le modèle sert dans cet objectif à proposer des solutions alternatives, étudier le comportement des processus et les simuler, ou apprécier leur performance ;
 - iii) Le contrôle : le modèle est employé dans ce but pour surveiller les processus, évaluer leur performance, et les piloter ;
- 2) Détermination des perspectives : selon les auteurs, chaque objectif s'inscrit dans une perspective. Celle-ci doit être identifiée pour choisir les techniques capables de la couvrir. Les auteurs proposent trois perspectives distinctes qui sont plus pragmatiques à celles présentées dans la section 1.1.2, mais qui leur sont reliées indirectement :
 - i) La perspective objet : la focalisation dans la modélisation peut être dirigée vers les éléments manipulés et transformés par les processus, comme les données, les informations, les documents, ou les flux physiques. Ces éléments qui constituent les objets sont le plus souvent couverts par la perspective fonctionnelle et informationnelle, selon la description faite dans la section 1.1.2 ;
 - ii) La perspective activité : elle constitue une vue qui au premier degré prend en considération les tâches accomplies dans un processus, et capture leurs relations. Elle correspond en quelque sorte à la vue comportementale selon les types de la section 1.1.2 ;
 - iii) La perspective rôle : cette vue coïncide avec la perspective organisationnelle décrite dans la section 1.1.2. Cependant, elle se focalise seulement sur les sujets (personnes ou machines) et leurs responsabilités dans l'accomplissement des tâches ;
- 3) Détermination des caractéristiques requises sur les techniques de modélisation : l'identification des objectifs et des perspectives dans un projet de modélisation invoque la fixation des fonctionnalités et propriétés exigées des techniques de modélisation. Les auteurs recensent quelques caractéristiques qui constituent des critères de comparaison entre les différents langages :
 - i) Le formalisme : il indique le niveau de précision porté par la sémantique du langage. Si sa sémantique s'approche de celle des mathématiques, le langage est considéré comme assez formel. Dans le cas contraire, le modèle généré a plus de chance de contenir des ambiguïtés. Le niveau de formalisme du langage est également un indicateur qui permet de savoir quels types d'analyses peuvent être effectués sur le modèle ;
 - ii) L'évolutivité : cette propriété désigne la capacité du langage à modéliser des systèmes complexes et importants en taille. Les techniques qui ont cette capacité sont en général celles qui procurent un dispositif de modélisation structuré par niveaux de détails ;

- iii) *L'exécutabilité*¹ : elle définit à quel point le modèle généré peut être traduit par une machine. Ceci permet d'une part de faire fonctionner le modèle automatiquement, et de réaliser d'autre part des analyses de simulation ;
- iv) La facilité d'utilisation : cet aspect est lié à l'aisance ou au contraire à la difficulté de comprendre la notation par les experts et non experts de la modalisation ;
- 4) Évaluation des techniques sur la base des perspectives et des caractéristiques : cette étape consiste à déterminer l'aptitude de chaque technique à s'intégrer dans une perspective de modélisation, et à identifier les propriétés possédées par rapport aux critères fonctionnels précédemment exposés ;
- 5) Sélection de la technique de modalisation : le choix final de la technique de modélisation est réalisé en confrontant l'ensemble des perspectives et caractéristiques requises avec l'évaluation réalisée sur les techniques. La technique qui est retenue est celle qui satisfait le plus les critères déterminés auparavant.

Le cadre de Luo et Alex Tung (1999) catégorise et hiérarchise un ensemble de critères d'évaluation des techniques de modélisation. Il a le mérite de relier cet ensemble de manière méthodique à l'objectif de modélisation. Toutefois, l'appréciation des techniques est purement qualitative. Il est par conséquent difficile de leur attribuer un classement. Les auteurs admettent, probablement pour cette raison, la possibilité de sélectionner un ensemble de techniques qui se complètent au lieu de choisir une seule limitée. Le cadre en ce sens se rapproche d'une taxonomie plutôt que d'une méthode d'évaluation.

2.1.2. Cadre Q-ME

Q-ME (*Quality based Modelling Evaluation*) est une plateforme d'évaluation de la qualité des langages de modélisation proposée par Hommes et van Reijswoud (2000). Ce cadre définit les propriétés que devraient avoir les langages, ainsi que la manière de les évaluer, afin de pouvoir constituer une comparaison. Le cadre est fondé sur des théories qui s'inscrivent dans le domaine des systèmes d'information. Le cadre est divisé en deux volets :

- 1) La description de la manière de modéliser : cela consiste à apprécier le modèle à travers sa notation, ses concepts et leurs sémantiques et interrelations. Les auteurs reprennent certaines propriétés de qualité qui ont été définies dans des travaux de recherche antérieurs portés sur l'appréciation des langages de modélisation. Ils les ont utilisées dans cette partie du cadre et dans celle qui suit. Ces propriétés constituent :
 - i) La complétude : celle-ci signifie que la technique peut représenter tous les concepts essentiels du domaine de connaissance concerné ;
 - ii) La pertinence : elle correspond à la convenance du modèle au domaine de connaissance concerné ;
 - iii) L'expressivité : c'est la capacité de la technique à modéliser plusieurs domaines de connaissance. Une technique peut être donc générale ou spécifique à un domaine particulier. L'un des procédés utilisés pour évaluer l'expressivité du langage consiste à traduire les concepts du modèle avec d'autres langages spécifiques à un domaine particulier, ou à un domaine général ;
 - iv) La cohérence : elle fait référence à l'aptitude de la technique à intégrer différents modèles de manière structurée ;
 - v) La compréhension : elle indique le degré de facilité avec laquelle le modèle est compris.

Pour effectuer l'appréciation par rapport à ces critères, il est suggéré d'utiliser une matrice comme celle illustrée dans la table 2.6 (cf. p. suiv.). La première et la deuxième colonne permettent d'évaluer la complétude, la pertinence et l'expressivité. L'analyse de concordance entre ces deux colonnes et la notation permet d'apprécier la puissance de la compréhension. Cette propriété peut être également appréciée en calculant le

¹ Par traduction du terme *enactability* introduit par les auteurs du cadre.

nombre de concepts utilisés dans un modèle. Un modèle sera considéré comme compréhensible si ce nombre n'est très important. La colonne des relations entre les concepts est supposée contenir un métamodèle utilisant un langage orienté objet, ou un langage de type relationnel tel que ERM. Le métamodèle sert à évaluer la cohérence du modèle. Ainsi, un langage est considéré comme cohérent lorsqu'il n'y a pas de concepts ou de modèles reclus, c'est-à-dire dépourvus de toute relation avec les autres. L'expressivité pour sa part peut être mesurée par le métamodèle lorsque celui-ci est transformable sans détérioration des propriétés initiales de la technique.

Table 2.6. Évaluation des concepts avec le cadre Q-EM

Concepts	Signification	Notation	Relation entre les concepts
Concept_1			
Concept_2			
⋮			
Concept_n			

Source : Adaptée de B.-J. Hommes et van Reijswoud 2000, 2.

- 2) La description de la procédure de modélisation : ce volet se porte sur la manière de modéliser un domaine de discours. Il apprécie les activités du processus de modélisation et leurs relations. Les propriétés de qualité de cette partie du cadre sont :
- i) L'arbitraire : ce sont les styles de modélisation (possibilités subjectives) qu'autorise la technique dans un domaine. Si la technique ne tolère qu'une seule manière de modéliser, elle est qualifiée de « déterministe ». Dans le cas contraire, le même domaine peut être représenté par plusieurs modèles. Ce dernier cas évoque le fait que plusieurs structures de relation existent entre les concepts menant vers le même sens. L'arbitraire est une qualité évaluée par la matrice présentée dans la table 2.6 ;
 - ii) La compréhension : elle indique la facilité avec laquelle la manière d'utiliser la technique est comprise ;
 - iii) L'efficacité : cet aspect est mesuré en fonction des ressources exigées par la technique pour constituer un modèle. Ces ressources sont essentiellement le temps et les personnes ;
 - iv) L'efficacité : cette propriété est mesurée par le degré d'atteinte des objectifs, en suivant le processus de modélisation inhérent à la technique ;

Une matrice est également constituée pour apprécier certaines qualités du langage en rapport à cette partie du cadre. La première colonne de la matrice contient les activités de modélisation, la deuxième colonne l'objectif de chacune d'elles, et la dernière colonne un métamodèle exposant la relation entre les activités. Ces trois paramètres permettent d'évaluer l'efficacité de la technique. L'efficacité par contre est jugée selon les auteurs par le niveau d'automatisation des tâches par un outil de modélisation.

Le cadre Q-ME est fondé sur les travaux de recherche qui ont été établis préalablement sur l'évaluation des techniques de modélisation. Même s'il synthétise ces travaux dans une seule trame et tente d'opérationnaliser les critères retenus, il présente tous de même quelques limites concernant l'application concrète de certains critères. D'ailleurs, les auteurs n'ont pas pu appliquer le critère d'efficacité et le critère d'efficacité. Ajoutée à cela, l'appréciation est purement qualitative. En effet, le cadre ne propose pas d'indicateurs quantitatifs pour mesurer le niveau de satisfaction des critères. Par conséquent, il est difficile d'apporter un jugement global sur la qualité d'une technique de modélisation.

2.1.3. Les critères de Börger

Sur la base d'une étude critique menée sur deux techniques de modélisation populaires et récentes (BPMN 2.0 et YAWL), Börger (2012) avait examiné en profondeur la question de l'utilité d'un modèle. Selon lui, le modèle est avant tout un support de communication qui doit être compréhensible par trois parties (Börger 2012) :

- 1) L'expert ou l'analyste en processus métiers qui sont chargés d'opérationnaliser le modèle ;
- 2) L'informaticien qui a besoin de spécifications claires pour coder le modèle et le programmer ;
- 3) L'utilisateur du processus qui doit gérer et interagir avec le système selon le modèle implémenté.

Selon ces exigences, une technique de modélisation doit pouvoir être appropriée pour la conception, l'analyse et l'implémentation. Börger (2012) définit pour ces intentions six critères de qualité :

- 1) Support de modèle : la technique de modélisation devrait pouvoir soutenir aussi bien la conception que l'utilisation du modèle. Elle devrait être capable de constituer, pour des raisons pragmatiques, des modèles communicables pour trois types d'audience :
 - i) les experts en processus métiers afin de pouvoir expliquer les améliorations et l'intérêt du processus cible,
 - ii) les informaticiens afin de comprendre les spécifications du modèle et pouvoir le transformer en un modèle exécutable,
 - iii) les utilisateurs finaux afin de gérer, exécuter et interagir avec le modèle implémenté ;
- 2) Soutien au raffinement : cela désigne la possibilité d'établir la validation du modèle de manière expérimentale ou de manière mathématique. Une technique qui supporte l'analyse de validation produit un modèle correct, précis, et fiable ;
- 3) Support à la gestion : la technique devrait selon ce critère apporter une aide au management par le contrôle, la surveillance, et au pilotage du changement ;
- 4) L'abstraction : la capacité de conceptualisation que peut procurer une technique est d'une grande valeur pour les praticiens afin d'aborder les problèmes quotidiens et faciliter leur traitement. Cela suppose que la technique doit être suffisamment riche en concepts pour représenter le domaine de discours avec un niveau d'abstraction adapté. Une bonne abstraction implique aussi le fait que les différentes perspectives retenues de la modélisation soient gérées de manière cohérente ;
- 5) Modularisation : elle se rapporte à la possibilité de décomposer la représentation du modèle en petites parties interreliées et de manière structurée. Cette possibilité permettrait particulièrement de soutenir et de faciliter l'évolution du modèle et son adaptation ;
- 6) Fondation pragmatique : ceci renvoie à la bonne compréhension de la technique et à la connaissance du sens des construits utilisés. Ce critère est considéré comme le plus important, car il conditionne la faisabilité des critères qui ont précédé.

La proposition de Börger (2012) est perspicace et instaure les piliers sur lesquels devraient être bâtis les techniques de modélisation afin d'être des instruments pragmatiques et efficaces. Les critères avancés imposent un niveau de maturité élevé à ces techniques. Sans doute, ceci vient des leçons tirées des expériences faites sur les langages, et des connaissances théoriques qui se sont développées de manière cumulative à leur sujet. Cependant, ces suggestions constituent un challenge à relever plutôt que des critères d'évaluation.

2.2. L'approche ontologique

L'ontologie est à l'origine une sous-discipline de la philosophie (Jan Mendling 2008). Elle est désignée dans la métaphysique par Aristote comme étant une science de l'étude des attributs des choses pour décrire leur nature. Cette science s'intéresse au fond à la nature et à la structure de la réalité (Guarino, Oberle, et Staab 2009). Elle organise conceptuellement cette réalité en objets, et classes d'objets, tout en révélant leurs propriétés et relations (Jan Mendling 2008).

L'ontologie est particulièrement utilisée dans le domaine de l'intelligence artificielle et dans l'informatique (Uschold et Gruninger 2004). L'ontologie informatique est un artefact, utilisé pour capturer les entités d'un domaine de discours, pour définir ses concepts, pour décrire les liens entre ces concepts, et pour formaliser sa structure en tant que système (Guarino, Oberle, et Staab 2009). Elle est un élément fondamental dans la modélisation conceptuelle.

La définition des concepts et de leurs relations est réalisée selon une spécification explicite. Une spécification fondée sur la logique confère au concept une certaine rigueur. Ce qui permet de bien le comprendre et d'écartier les interprétations erronées (Uschold et Gruninger 2004).

Par ailleurs, la spécification explicite des concepts peut suivre plusieurs stratégies, ce qui produit différents genres d'ontologies. La figure 2.22 montre un continuum de formalisme ontologique d'où l'on peut voir sur un extrême les termes qui sont munis d'une définition informelle¹, et de l'autre les langages logiques dotés du plus haut niveau de formalisme (Uschold et Gruninger 2004). L'expressivité d'un langage dépend donc du degré de formalisme. Plus le sens des concepts est spécifié, plus l'ambiguïté se réduit, et plus le degré de formalisme du langage augmente. Le raisonnement automatique devient dès lors possible avec ce langage. Il serait de même compréhensible par une machine (Guarino, Oberle, et Staab 2009).

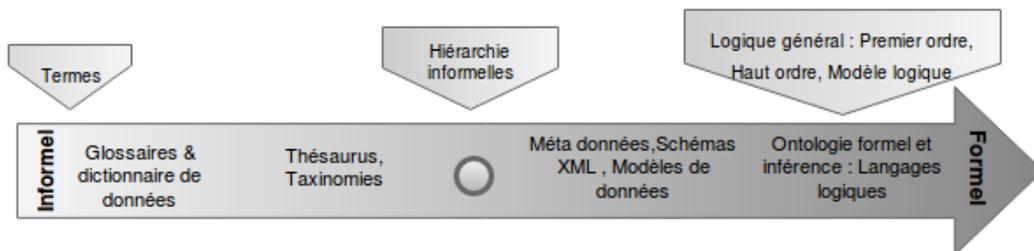


Figure 2.22. Continuum de l'ontologie. Adaptée de Uschold et Gruninger 2004, 59 ; Guarino, Oberle, et Staab 2009, 13.

L'objet même de l'ontologie est de développer un cadre conceptuel spécifique à un domaine pour le rendre communicable entre les individus et les machines. Ce cadre pourrait constituer une base pour :

- 1) Maintenir un noyau de connaissance partagé sur lequel différents outils informatiques peuvent être développés ;
- 2) Établir la communicabilité bidirectionnelle entre différents logiciels en utilisant un format d'échange de données neutre et traductible ;
- 3) Spécifier les exigences lors de la phase de conception des produits. Dans le domaine informatique, cet aspect permet de mettre à jour automatiquement une suite de logiciels, lorsque l'ontologie est modifiée. Cette dernière devient alors un moyen efficace de maintenir et de faire évoluer les produits ;
- 4) Améliorer la recherche de l'information. L'ontologie sert en cette matière à structurer l'immense quantité d'information. Cette structuration est réalisée par l'indexation et la définition des liens entre les différents types d'information.

Le premier et le deuxième intérêt de l'ontologie définissent ce qui est connu par l'interopérabilité. Le troisième intérêt constitue un apport important pour l'ingénierie, alors que le quatrième intérêt établit le fondement de la sémantique Web.

Dans le domaine de la modélisation d'entreprise, l'application de l'approche ontologique a connu deux voies. La première fait appel à la métaphysique matérialiste. Il existe plusieurs ontologies de ce genre, parmi elles, il y a de Bunge qui reste la plus populaire. L'autre voie emploie un métamodèle pour apprécier le formalisme d'un langage de modélisation.

¹ Ainsi, le langage naturel est considéré comme informel.

2.2.1. Modèle de Bunge-Wand-Weber

Chaque discipline scientifique utilise sa langue de spécialité ou un jargon spécifique pour communiquer et décrire les éléments de son domaine. Elle pose ainsi des concepts qui portent un sens particulier ne pouvant être compris que par ceux qui sont initiés dans sa branche. Toutefois, les concepts peuvent parfois être mal définis ou sembler équivoques. Le besoin d'un cadre conceptuel formalisé se fait généralement ainsi ressentir. L'ontologie a été employée à cette fin dans différents domaines tels que la biologie, la physiologie, la théorie générale des systèmes, l'ingénierie, l'architecture, et la cybernétique (Wand et Weber 1990). Dans le domaine informatique, précisément dans la conception des systèmes d'information, l'ontologie de Bunge a été recouru par Wand & Weber (1990). Même si cette ontologie n'a pas été développée spécialement pour ce domaine (Rosemann et al. 2009), ces chercheurs lui confèrent une application pour la modélisation conceptuelle, car elle était assez générale, et surtout, elle clarifiait ce qui devait être représenté de la réalité. Elle précisait avec rigueur les liens entre les éléments représentés. Selon l'ontologie de Bunge, la réalité est constituée de choses dotées d'une nature concrète ou immatérielle. L'objet immatériel constitue le construit. Les choses sont signifiées par leurs propriétés (Mahner et Bunge 1997). À travers les propriétés, trois constituants inséparables de la chose sont définis :

- 1) L'état : dans un instant précis, les valeurs portées par les propriétés de la chose nous permettent de connaître comment est la chose. Elles définissent ainsi son état ;
- 2) L'événement : il définit le changement de l'état, autrement dit la variation des valeurs des propriétés de la chose ;
- 3) Le genre : lorsque plusieurs choses partagent la même propriété, elles caractérisent une classe.

L'ontologie de Bunge contient en réalité plusieurs autres concepts repris par Wand & Weber (1990) et ont été contextualisés pour l'évaluation des techniques de modélisation. Ce travail constitue un cadre particulier appartenant à la théorie de représentation. Il est actuellement connu par le modèle de Bunge-Wand-Weber (BWW) (Rosemann et al. 2009). La table 2.7 résume et définit l'ensemble des construits de ce cadre.

Table 2.7. Modèle BWW

Concepts	Description
Choses incluant les propriétés et le type :	
Chose	La chose est l'unité de base dans le modèle BWW, elle correspond à l'objet. Le monde réel est composé de choses. Une chose peut être simple ou composite. Une chose composite est formée de choses simples ou composites.
Propriété	Les propriétés sont les attributs des objets, ou des aspects pris en considération dans la modélisation.
Propriétés : En général	Sont les attributs d'un groupe d'objets.
Propriété : En particulier	Est l'attribut d'un élément du groupe d'objets.
Propriétés : Héritaire	Sont les attributs d'un objet composite qui proviennent de ses constituants.
Propriétés : Émergente	Sont les attributs qui n'existaient pas avant dans l'objet.
Propriétés : Intrinsèque	Sont les attributs inhérents à un élément.
Propriétés : mutuelles sans lien	Sont des attributs partagés par plusieurs objets qui ne permettent pas de faire de différence entre les objets concernés.
Propriétés : mutuelles avec lien	Contrairement aux précédents sont des attributs partagés par plusieurs objets permettant de faire la différence entre les objets concernés.
Propriétés : Attributs	Sont les noms utilisés pour représenter les propriétés des objets.
Classe	Est un ensemble d'objets partageant une seule propriété.
Genre	Est un ensemble d'objets partageant plus d'une seule propriété.
État assumé par la chose :	
État	Est le vecteur des valeurs des attributs ou des propriétés d'un objet dans un moment donné, autrement dit l'état est l'ensemble des valeurs que prennent les propriétés d'un objet à un instant.
Espace d'état concevable	L'espace d'état possible représente toutes les combinaisons possibles des valeurs des propriétés d'un objet. Donc il est l'ensemble des états possibles de l'objet (c'est la liste des états de l'objet).
Espace d'état légal	Certains états de l'objet ne sont pas acceptables, et c'est la règle qui définit les états légitimes et les états qui ne le sont pas. En bref, ce concept couvre l'ensemble des états de l'objet qui sont considérés comme conformes selon des règles naturelles ou artificielles. La règle fournit des renseignements sur l'objet, de ce fait, elle fait partie des propriétés de l'objet.

Concepts	Description
Règle d'état	La règle d'état contraint les propriétés de l'objet à prendre des valeurs spécifiques considérées comme licites en raison des lois naturelles.
État stable	Est un état dans lequel l'objet, le sous-système, ou le système reste stationnaire, à moins qu'un événement externe (venant de l'environnement) ne le force à changer.
État instable	Est un état qui change vers un autre suite à des actions qui se produisent à l'intérieur du système.
L'histoire	Cet élément retrace les changements d'état de l'objet à des instants donnés. L'histoire est donc un ensemble de couples (état, instant) ordonnées qui décrivent la chronologie des états.
Évènement et la transformation se produisant sur les choses :	
Évènement	Est le changement d'état de l'objet, plus précisément, il correspond à la variation d'une de ses propriétés au minimum.
Espace d'évènement concevable	Est l'ensemble des événements possibles qui peuvent se produire sur l'objet (liste des événements).
Espace d'évènement légal	Puisque les états de l'objet ne sont pas tous acceptables (cf. Espace d'état légal), les événements ne le sont pas aussi. Ainsi, l'espace des événements possible est l'ensemble des événements considérés comme acceptables et légitimes par la règle de transformation.
Évènement externe	L'évènement externe est un fait qui se produit lors de la transformation de l'état de l'objet interne, et ce, suite à une action réalisée par l'objet qui se situe dans l'environnement. Il est autrement dit un événement qui se produit sur l'objet, le système, ou sous-système par des actions qui surviennent de l'environnement de l'objet, du système, ou du sous-système.
Évènement interne	Est un événement qui se produit sur l'objet, le système, ou sous-système suite à un événement externe. Autrement dit, une action venant de l'environnement du système provoque après l'apparition de l'évènement externe des changements d'état des objets du système pour retrouver son équilibre, ce qui correspond à un événement interne.
Évènement bien défini	Un événement bien défini est un événement avec lequel il est possible de prévoir la suite des états générés à partir du premier événement connu.
Évènement faiblement défini	Un événement faiblement défini est un événement avec lequel il n'est pas possible de prévoir la suite des états à partir du premier événement connu.
Transformation	Est la cartographie du changement d'un état à un autre.
Transformation légale	Elle définit quels sont les événements licites des objets.
Condition de stabilité	Elle spécifie les états qui sont permis sous les transformations licites.
Action corrective	Elle spécifie comment les valeurs des propriétés doivent changer pour donner un état acceptable par les transformations licites.
Action sur	Un objet agit sur un autre si son existence affecte un autre objet (Relation de causalité).
Couplage	Deux objets sont considérés comme couplés s'ils ne sont pas indépendants. Par conséquent, l'histoire de l'un dépend de l'histoire de l'autre. Cela veut dire aussi que si un objet change et prend un état dans instant donné, l'autre objet change et prend un autre état au même instant. Les objets couplés ont une interaction, ils partagent une propriété réciproque de la liaison, ou ils ont une relation.
Système structuré autour des choses :	
Système	Un système est un ensemble d'objets couplés. Plus précisément, il contient des objets dont chacun doit être relié à un autre objet du même système ; Un ensemble d'objets constitue un système s'il existe un couplage (interaction) entre deux sous-ensembles d'objets.
Composition de système	Les objets dans un système sont sa composition.
Environnement du système	Sont les objets qui ne sont pas à l'intérieur des frontières du système, mais qui interagissent avec lui.
Structure du système	La structure est l'ensemble des couplages qui existent entre les objets dans le système, ou avec les objets de l'environnement du système.
Sous-système	Un sous-système est un système dont la composition et la structure sont un sous-ensemble d'un autre système (le super-système). Son environnement est composé des objets qui sont dans l'environnement du super-système qu'il compose, et de certains objets qui se trouvent à l'intérieur de ce même super-système.
Décomposition du système	Une décomposition d'un système est un ensemble de sous-systèmes avec les aspects suivants : i) chaque objet du système appartient au moins à un de ses sous-systèmes ; ii) la différence entre l'ensemble des objets de l'environnement des sous-systèmes est marquée ; iii) chaque objet entrant dans la « structure du système » appartient au moins à un des sous-systèmes ; Une décomposition d'un système est un ensemble de sous-systèmes de sorte que chaque ensemble est considéré comme l'un des sous-systèmes de la décomposition du système, ou un élément inclus dans la composition de l'un des sous-systèmes du système.
Niveau de structure	Il indique qu'il existe des sous-systèmes imbriqués dans d'autres qui sont eux-mêmes imbriqués dans d'autres systèmes. Ainsi il peut exister plusieurs niveaux de composition du système. Le niveau de structure définit en ce sens un ordre partiel qui montre quel sous-système est une composition d'un autre sous-système, ou du système lui-même.

Source : Adaptée de Wand et Weber 1995, 210.

L'expressivité d'une technique de modélisation est selon BWW mesurée par rapport à sa capacité de représenter la réalité conformément au cadre qui a été défini. Deux critères ont été proposés pour estimer cette expressivité (Wand et Weber 1995) :

- 1) La complétude : ce qui veut dire que chaque élément de la réalité, selon la cadre qui a été présenté, lui est attribué un construit qui l'exprime. Ainsi aucun concept du domaine de discours n'est manqué (cf. fig. 2.23(a)¹) ;
- 2) La clarté : elle se réfère à l'existence d'une équivalence symétrique et parfaite entre les construits du langage et les objets de la réalité qui sont représentés. Autrement dit, la clarté révèle une situation où l'un des cas suivants ne se présente pas :
 - i) L'excès : cas où il existe un construit du langage de modélisation qui n'exprime aucun concept du modèle BWW (cf. fig. 2.23(b)) ;
 - ii) La redondance : cas où il existe un construit du langage qui exprime plusieurs concepts du modèle BWW (cf. fig. 2.23(c)) ;
 - iii) La surcharge : cas où un concept du modèle BWW est représenté par plusieurs construits du langage (cf. fig. 2.23(d)).

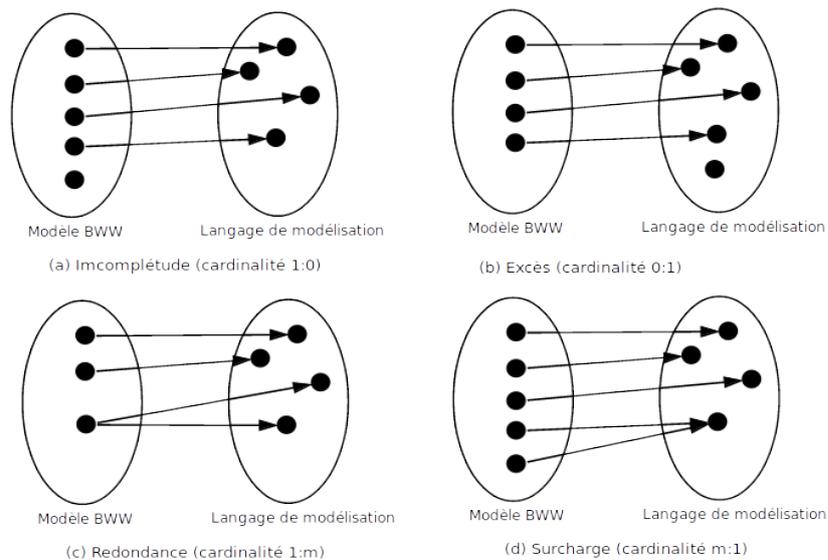


Figure 2.23. Conditions du critère de clarté dans le modèle BWW. Adaptée de J. Recker et al. 2009, 337 ; Krogstie 2012a, fig. 5.1-5.4.

Si une technique de modélisation ne peut satisfaire entièrement les critères qui ont été présentés, une déficience est systématiquement présupposée par l'approche BWW. Cette déficience implique le fait que le langage n'est pas capable de couvrir intégralement le domaine de discours (déficit), ou que celui-ci favorise l'ambiguïté en raison de son manque de clarté (Wand et Weber 1995). Cette ambiguïté est causée par (J. Recker et al. 2009) :

- ◆ La redondance qui conduit à une confusion et a des interprétations diverses du modèle ;
- ◆ L'excès de construits qui peut être interprété comme la proposition de concepts qui n'ont pas de sens dans le monde réel. Ainsi l'utilisateur peut être troublé par l'utilisation ou l'utilité de tels construits ;
- ◆ La surcharge sémantique d'un construit qui provoque une confusion lors de l'interprétation, car ce construit se rapporte à plusieurs sens du monde réel.

Le modèle BWW a été largement utilisé pour l'évaluation des techniques de modélisation. Une revue de littérature menée par Recker et al. (2009) qui a rassemblé les travaux réalisés avec ce modèle a permis de constituer une comparaison entre 12 langages de modélisation. La table 2.8 (cf. p. suiv.) présente cette synthèse avec laquelle les auteurs ont utilisé un score pour évaluer les critères et sous-critères du modèle.

L'étude de Recker et al. (2009) a révélé plusieurs points principaux. Les auteurs stipulent parmi ces points que la représentation de l'état d'un objet n'est pas totalement nécessaire pour que la technique soit complète, puisque les concepts d'événement et de transformation

¹ Dans la figure 2.23(a), l'incomplétude a été présentée pour illustrer — par opposition — la complétude.

convergent vers le même sens. Toutefois, si la technique de modélisation représente les états et le changement d'état, elle permet de déduire les événements pertinents, les situations exceptionnelles, et les stratégies traitant ces situations.

En outre, l'incapacité d'un langage à représenter la structure d'un système, et de le différencier des autres constitue un handicap ne permettant pas de supporter les processus collaboratifs ou interopérables. Ajouté à cela, si le langage ne dispose pas de construits pour représenter la configuration de l'environnement du système, il ne sera pas capable de prévoir les comportements inattendus, et ainsi traiter les stimulus venant du milieu externe. Il s'est révélé sur ce plan que seuls BPMN et DFD sont capables de représenter l'environnement du système. L'étude révèle aussi que les langages textuels sont plus expressifs que les langages graphiques. Le langage ebXML est d'ailleurs le seul à supporter le concept « histoire ». Pourtant ce construit selon Recker et al. (2009) peut apporter des informations déterminantes pour la suite des opérations d'un processus, particulièrement, dans les situations où les décisions ne sont pas prises uniquement à partir de l'état actuel de l'objet, mais également sur la base de son histoire.

Table 2.8. Comparaison des langages de modélisation selon le modèle BWW

Critères	ANSI Flow chart	DFD	ISOTC 87	Merise	IDEF3	RdP	EPC	ebXML 1.01	BPML 1.0	WSCI 1.0	WS-BPEL 1.0	BPMN 1.0
Degré de déficit ^a	93,1%	72,4%	75,9%	62,1%	62,1%	58,6%	62,1%	27,6%	65,5%	48,3%	48,3%	34,5%
Degré de complétude	6,9%	27,6%	24,1%	37,9%	37,9%	41,4%	37,9%	72,4%	34,5%	51,7%	51,7%	65,5%
Degré de redondance	—	—	—	—	—	28,6%	0,0%	15,7%	30,4%	30,6%	31,9%	51,3%
Degré d'excès	—	—	—	—	—	0,0%	42,9%	13,7%	28,3%	18,4%	12,8%	38,5%
Degré de surcharge	—	—	—	—	—	42,9%	28,6%	2,0%	0,0%	4,1%	2,1%	25,6%

Source : Adaptée de J. Recker et al. 2009.

^a Degré de déficit = 1 - Degré de complétude.

L'évaluation des langages selon les critères de clarté montre que BPMN, WS-BPEL, et WSCI ont un taux élevé de redondance. La redondance de ces langages est justifiée par leur polyvalence, c'est-à-dire leur utilisabilité pour différentes intentions : management de la conformité, configuration des systèmes d'entreprise, simulation, ou conception des logiciels. EPC qui n'indique aucune redondance est destiné, contrairement aux autres, à un champ réduit d'application (J. Recker et al. 2009).

Bien que l'étude présentée a touché un bon nombre de techniques, dont quelques-uns récents, l'indisponibilité des données n'a pas permis de compléter la comparaison avec les autres techniques comme ANSI Flowchar, DFD, ISOTC 87, Merise, et IDEF3.

Enfin, le modèle BWW constitue un fondement théorique mature pour le benchmarking des langages de modélisation et leur développement (J. Recker, Rosemann, et Krogstie 2007). Sa pertinence en tant qu'ontologie a conduit vers une utilisation qui est allée au-delà du domaine de la modélisation ; elle s'est propagée vers la gestion du savoir et la sémantique Web. Mais le modèle n'est pas exempt de critiques. Certains auteurs se posent la question : pourquoi l'ontologie de Bunge est-elle la seule à être employée ? (Keng Siau et Rossi 1998). Wyssusek (2006) pour sa part critique le choix de l'ontologie de Bunge, car celle-ci ne concerne que les objets matériels, et ne traite pas les objets conceptuels. De plus, elle est selon lui inadaptée comme fondement théorique au domaine de la modélisation, car :

- ◆ le champ d'études des langages de modélisation comme problème de représentation est lié à la psychologie, l'épistémologie et la méthodologie, et non pas à l'ontologie,
- ◆ l'outil utilisé par Bunge (le formalisme de Bunge) n'est pas pertinent au domaine.

2.2.2. Évaluation par un métamodèle de référence

Avant de présenter l'évaluation des langages par cette méthode, rappelons qu'un métamodèle formule une formalisation précisant la structure du langage de modélisation, c'est-à-dire les constituants (construits) et leurs relations. Son niveau d'abstraction est moins élevé que celui de l'ontologie sous la forme présentée dans la section précédente (sect. 2.2.1). Cette ontologie pourrait être considérée en ce sens comme le métamodèle du métamodèle (cf. fig. 2.2, p. 198). Le métamodèle ne fait pas appel à des considérations philosophiques ou épistémologiques pour l'évaluation d'un langage. Il est tout juste une image de la notation utilisée (Jan Mendling 2008). Cependant, cela ne veut pas dire qu'il ne s'appuie pas sur une théorie ou un ensemble de théories. Bien au contraire, il le doit pour justifier sa consistance et pertinence.

Sachant que l'évaluation d'un langage de modélisation par le métamodèle peut s'effectuer de différente manière, nous nous concentrerons ici sur celle qui consiste à faire une comparaison par rapport à un cadre de référence. Ce type d'analyse ressemble à celui réalisé avec le modèle BWV, mais sans approfondissement philosophique.

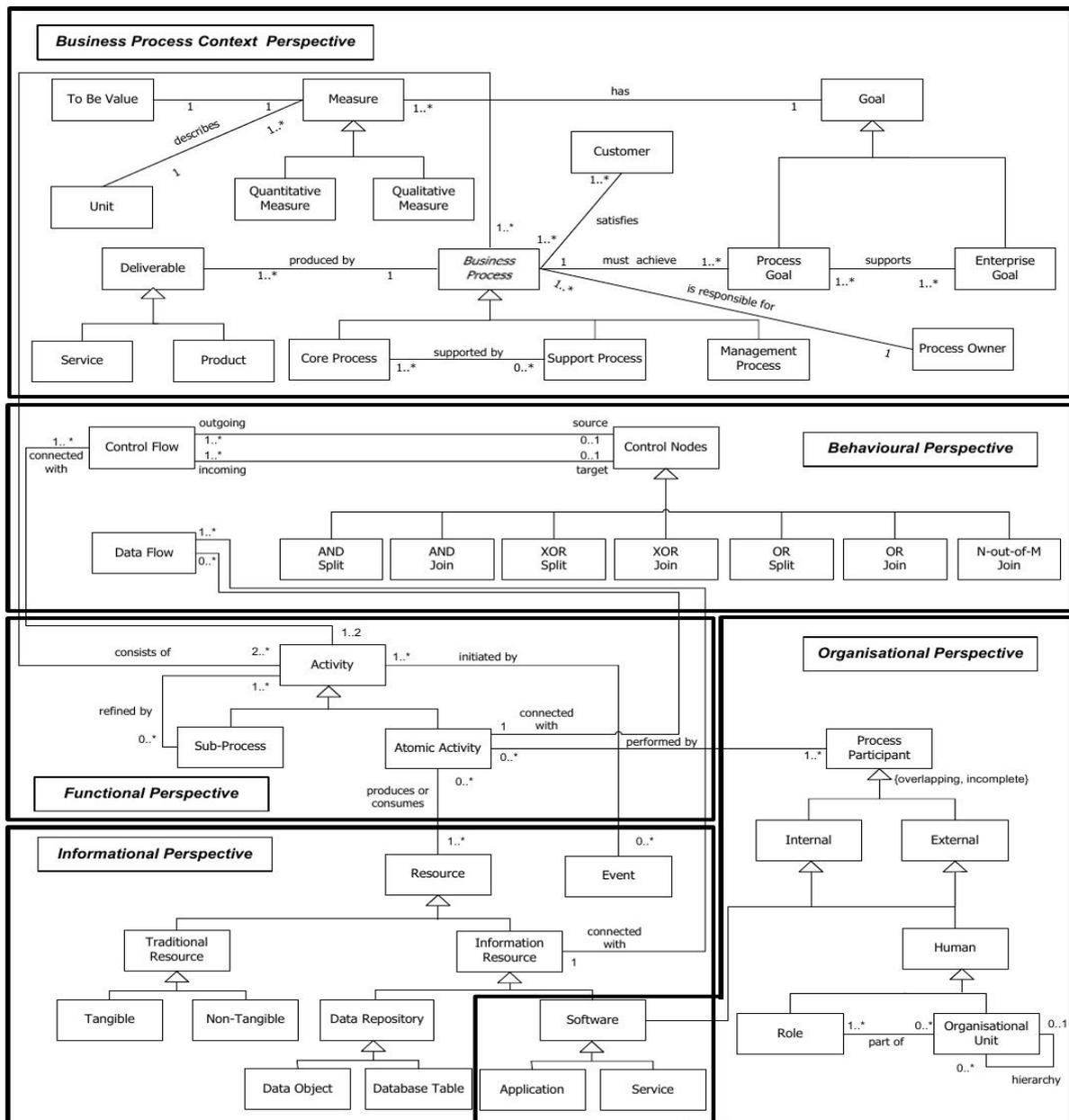


Figure 2.24. Métamodèle générique pour les processus métiers. Par List et Korherr 2006, fig. 1.

En s'appuyant sur les théories de la gestion des processus métiers et des cadres de la modélisation conceptuelle, List & Korherr (2006) proposent un métamodèle de référence constitué de cinq parties. Chacune des parties se rapporte à une vue de représentation telle que recensée par Curtis, Kellner, et Over (1992), et expliquée dans la section 1.1.2. Leur modèle a intégré la perspective organisationnelle, informationnelle, fonctionnelle, comportementale, et ajoutèrent une nouvelle perspective qu'ils désignèrent « contexte des processus métiers ». Les construits du métamodèle catégorisés par perspectives (cf. fig. 2.24) proviennent de différentes bases théoriques.

Pour la perspective organisationnelle, les auteurs empruntèrent les concepts du standard de WfMC¹. Pour la perspective comportementale, ils s'appuyèrent sur les modèles de workflow (*workflow pattern* [cf. sect. 2.3.1]), notamment pour la définition des connecteurs logiques (Division parallèle, Synchronisation, Choix exclusif, Fusion simple, Choix multiple, etc.). La perspective informationnelle est basée sur quelques concepts de la méthodologie ARIS. Par contre les composantes de la perspective contexte des processus métiers ont été proposées par les auteurs. Cette perspective est constituée de cinq concepts principaux : le client, le propriétaire du processus, le type de processus, le délivrable (produit, service), l'objectif et sa mesure.

L'évaluation d'un langage de modélisation est réalisée en comparant sa notation avec les différents concepts du métamodèle de référence. L'appréciation est effectuée en considérant que le concept du métamodèle est soit supporté entièrement (+), indirectement (-/+), ou pas du tout (-/-). La comparaison de 7 techniques de modélisation par ce métamodèle est rapportée dans la table 2.9.

L'approche de List & Korherr (2006) fournit un aperçu clair des liens entretenus entre les différentes vues portées sur les processus métiers, et les précise de manière cohérente. Ainsi, la méthode du métamodèle est rigoureuse pour évaluer la logique du langage de modélisation et sa capacité expressive lorsque le métamodèle est sous-tendu par une théorie. Cependant, il lui est reproché d'avoir un certain relativisme en raison du choix même des théories qui la soutiennent, et de la récurrence de la métamodélisation. La récurrence signifie que le métamodèle peut à son tour être modélisé par un autre métamodèle. Cette opération peut se répéter de manière infinie sans atteindre un point culminant, où l'objectivité totale est atteinte (Jan Mendling 2008).

Table 2.9. Comparaison des langages de modélisation selon le métamodèle de List & Korherr

Éléments	AD	BPDM	BPMN	EPC	IDEF3	RdP	RAD
Perspective contexte des processus métiers							
processus métiers	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+
Type : Principal, Support, Management	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Client	-/+	-/+	-/+	-/+	-/-	-/-	-/+
Délivrable	-/+	-/-	-/-	+/+	-/+	-/-	-/+
Service	-/+	-/-	-/-	-/+	-/+	-/-	-/+
Produit	-/+	-/-	-/-	-/+	-/+	-/-	-/+
Propriétaire du processus	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Objectif	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Processus	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Entreprise	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Mesure	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Quantitative	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Qualitative	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Valeur	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Unité	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Perspective organisationnelle							
Participant	+/+	+/+	+/+	-/-	-/-	-/-	+/+
Externe	+/+	-/+	-/+	-/-	-/-	-/-	-/+
Interne	+/+	-/+	-/+	+/+	-/-	-/-	-/+
Humain	-/+	-/+	-/+	+/+	-/-	-/-	-/+
Unité organisationnelle	-/+	+/+	-/+	+/+	-/-	-/-	-/+
Rôle	-/+	-/+	-/+	+/+	-/-	-/-	-/+
logiciel	-/+	-/+	-/+	-/-	-/-	-/-	-/+
Application	-/+	-/+	-/+	-/-	-/-	-/-	-/+
Service	-/+	-/+	-/+	-/-	-/-	-/-	-/+

¹ Workflow Management Coalition.

Éléments	AD	BPDM	BPMN	EPC	IDEF3	RdP	RAD
Perspective comportementale							
Flux de contrôle	-/+	-/+	+/+	+/+	+/+	+/+	-/+
Division parallèle	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	-/+	+/+
Synchronisation	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	-/+	+/+
Choix exclusif	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	-/+	-/+
Fusion simple	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	-/+	-/+
Choix multiple	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	-/+	-/+
OU jonction	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	-/+	-/+
N hormis M jonction (Discriminateur)	-/-	-/-	-/+	-/-	—	-/-	-/-
Perspective fonctionnelle							
Activité	-/+	-/+	-/+	+/+	+/+	-/-	+/+
Sous-processus	+/+	+/+	+/+	-/+	-/+	-/+	-/+
Activité atomique	+/+	+/+	+/+	-/+	-/+	-/+	-/+
Perspective informationnelle							
Événement	+/+	+/+	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
Flux de données	-/+	-/+	+/+	+/+	-/-	-/-	-/+
Ressource	-/+	-/-	-/-	-/-	+/+	-/-	+/+
Information ressource	-/+	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/+
Dépôt de données	+/+	-/+	-/-	-/-	-/-	-/-	-/+
Objet de données	-/+	-/+	+/+	-/-	-/-	-/-	-/+
Table de base de données	-/+	-/-	-/-	+/+	-/-	-/-	-/+
logiciel	-/+	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/+
Application	-/+	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/+
Service	-/+	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/+
Ressource traditionnelle	-/+	-/-	-/-	+/+	-/+	-/-	-/+
Tangible	-/+	-/-	-/-	-/+	-/+	-/-	-/+
Intangible	-/+	-/-	-/-	-/+	-/+	-/-	-/+

Source : Adaptée de List et Korherr 2006, tab. 4.

2.3. L'approche basée sur le workflow

L'approche du workflow fait partie selon nous des méthodes non empiriques qui n'a pas été répertoriée par Keng Siau et Rossi (1998), et ce, du fait que celle-ci est apparue après le développement du domaine du workflow, dans les années qui ont suivi la publication de l'article de ces auteurs. La particularité de l'approche se résume par sa focalisation sur la partie la plus importante des diagrammes graphiques, qui est celle du flux de travaux. L'approche est apparue suite aux constatations faites sur les erreurs produites lorsque le routage est réalisé par certains graphèmes des langages employés (Figl et al. 2010).

Deux aspects sont examinés d'après cette méthode. Le premier concerne les configurations possibles du flux de travaux. Le travail qui a marqué ce sujet est celui de la démarche de WPI, dont l'influence dans le domaine a produit la révision de certains langages. Le deuxième aspect se porte sur les fonctionnalités du flux de contrôle.

Nous commencerons par présenter la démarche du groupe WPI¹ (*Workflow Patterns Initiative*) qui constitue la base des études faites dans cette approche, puis nous passerons à la présentation de l'étude faite sur le deuxième aspect par d'autres auteurs.

2.3.1. Les modèles de workflow

Le groupe WPI (van Der Aalst et al. 2003) a établi une démarche qui se focalise sur la pertinence des représentations plutôt que sur le degré du formalisme employé. Il avait en premier constaté que la majorité des systèmes de gestion de workflow² (flux de travaux) employaient des graphèmes de routage mettant en difficulté l'interprétation du flux de contrôle constituant un modèle conceptuel. Le flux de contrôle est composé d'un ensemble d'activités arrangées de différentes façons, en utilisant quelques fois des construits spécifiques (les connecteurs logiques).

Le groupe WPI a prédéterminé 20 modèles de workflow constituant des références sur lesquelles l'expressivité des notations est appréciée. Un modèle de workflow, désigné par *workflow pattern*, représente un agencement particulier du flux de contrôle qui a été identifié pour exprimer un contexte particulier. Les modèles de workflow sont donc considérés comme

¹Ce groupe est constitué de van der Aalst W. et ter Hofstede A. Leurs travaux sont publiés sur leur site Web respectif, qui a été créé et maintenu depuis 1999 (cf. <http://www.workflowpatterns.com>).

²Selon la traduction proposée par WfMC pour le terme *workflow* (WfMC 1999).

propres à des contextes distinctifs qui apparaissent dans les processus métiers. Le sens porté par ces modèles ne peut être correctement interprété que dans cette sphère. Les auteurs de cette approche ont distingué plusieurs catégories de modèles (van Der Aalst et al. 2003) :

Les modèles basiques du workflow. Ils correspondent à des routages simples permettant une compréhension plus ou moins intuitive :

- 1) Séquence : elle désigne l'exécution d'une activité après la complétion d'une autre qui la précède. Dans la plupart des notations, la séquence est représentée par une flèche raccordant deux activités ;
- 2) Division parallèle¹ (ET-Division [*AND-Splits*]) : elle se présente par la bifurcation de l'ordre d'exécution des activités en chemins² parallèles. Les activités ont la possibilité de se déclencher simultanément ou dans un ordre aléatoire. La représentation de ce modèle par les notations est possible de façon :
 - i) explicite en réservant un construit spécifique qui précise le ET- Division,
 - ii) implicite sans utiliser un construit, mais uniquement des flèches dirigées sortant d'un nœud³;
- 3) Synchronisation (ET-Jonction [*AND-Join*]) : dans ce modèle, plusieurs chemins d'exécution des activités convergent vers un seul chemin marquant un rendez-vous. La synchronisation est soit exprimée explicitement par un construit qui la représente, ou implicitement par des flèches entrantes dans un nœud particulier. Il est toutefois supposé que la synchronisation ne s'effectue qu'une seule fois ;
- 4) Choix exclusif (OU Exclusif-Division [*Xor-Splits*]) : il évoque la décision, une situation dans laquelle il est seulement autorisé de suivre un seul chemin d'exécution à la fois parmi plusieurs possibles. Ainsi ce modèle est représenté dans un modèle conceptuel de manière :
 - i) explicite par un construit dédié,
 - ii) moins explicite en assignant une condition à la flèche marquant une alternative,
 - iii) implicite en spécifiant un ensemble de règles qui sont vérifiées après la complétion d'une activité. Le choix est réalisé en satisfaisant la règle associée à une alternative ;
- 5) Fusion simple (OU Exclusif-Jonction [*XOR-Join*]) : ce modèle exprime l'activation d'une activité conditionnée par plusieurs alternatives. Ces alternatives ne peuvent pas se produire de manière synchrone. Ce modèle est représenté parfois par un construit spécifique.

Les modèles avancés de branchement et de synchronisation. Ces modèles représentent l'abstraction des situations couramment exprimées dans les processus métiers⁴ :

- 6) Choix multiples (Ou-Division [*OR-Split*]) : ce modèle est en quelque sorte semblable au modèle 4 (choix exclusif), mais dont la différence consiste à pouvoir choisir simultanément plusieurs options parmi plusieurs. Certains langages arrivent à exprimer implicitement le choix multiple en combinant le construit de la division parallèle avec celui du choix exclusif, d'autres préfèrent assigner une condition à satisfaire pour chaque option ;
- 7) Synchronisation de la fusion : ce modèle est semblable au modèle 5, avec la possibilité de réaliser la synchronisation. Cette possibilité signifie que si des alternatives se produisent simultanément, ou si l'une des alternatives se produit, le nœud d'après est activé ;
- 8) Fusion multiple (OU-Jonction [*OR-Join*]) : en reprenant le modèle 5, la fusion multiple admet l'activation du nœud à chaque fois que l'une des alternatives se produit, et ce, même si le nœud a été déclenché auparavant par l'une d'elles. Ce modèle implique donc la possibilité d'activer successivement le nœud ;

¹ Pour certain « la concurrence ».

² Nous entendons par le terme « chemin » la séquence, ou le routage.

³ Nous utiliserons la notion de nœud pour désigner de manière générale n'importe quel construit sans spécifier sa nature.

⁴ Ils ne sont pas explicitement supportés par tous les moteurs de workflow.

- 9) Discriminateur : dans ce modèle, un nœud est rattaché en entrée à plusieurs branches (flèches). Le nœud se déclenche que lorsque toutes les branches l'activent successivement. Au moment où cela se produit, il se réinitialise pour permettre un autre déclenchement ultérieur ;

Les modèles structuraux. Ils se rapportent à des configurations qui présentent des boucles, soit l'exécution itérative d'une, ou de plusieurs activités :

- 10) Cycles arbitraires : une boucle est modélisée en général à l'aide d'une flèche qui a un seul point de sortie et un seul point d'entrée. Elle est qualifiée dans ce cas de « structurée ». Par contre si elle présente plusieurs points d'entrée elle est qualifiée d'« arbitraire ». La représentation de la boucle arbitraire est possible — selon les langages — par un construit dédié, ou par une série de boucles structurées ;
- 11) Terminaison implicite : certains langages de modélisation autorisent l'exécution de certaines activités qui n'ont pas été complétées alors que le processus est arrivé à sa fin. Ils utilisent pour cela un nœud qui exprime une terminaison explicite. Cependant, la terminaison peut être implicite dans certaines situations exprimées par les processus métiers. La terminaison implicite indique que toutes les activités sont stoppées dès que le processus ait atteint son point de terminaison, et ce, même si ces activités sont en cours d'exécution ;

Les modèles impliquant l'instanciation multiple. Cette catégorie de modèles traite les situations où le processus modélisé admet la gestion de plusieurs cas (instances) simultanés. L'instance signifie en d'autres termes le déclenchement d'un nœud dans un laps de temps très court. L'instanciation multiple suppose que le nœud est mis en marche dans ce laps de temps par plusieurs cas :

- 12) Instance multiple sans synchronisation : ce modèle n'exige pas le traitement de toutes les instances par un nœud pour que le processus se poursuive. Ainsi le processus peut perdurer avec des instances indépendantes. Le modèle peut être représenté en utilisant une boucle avec un construit exprimant la division parallèle (modèle 2), ou directement par un construit qui l'exprime ;
- 13) Instance multiple avec connaissance du nombre à priori à la conception : le modèle présenté ici et ceux qui le suivent dans cette catégorie exigent la synchronisation des instances. Le nombre d'instances possible d'un nœud au moment du design du processus est supposé connu par le modélisateur. Il peut être représenté de manière triviale en utilisant un construit de division parallèle, précédant l'exécution des instances, et un construit de synchronisation succédant le traitement des instances ;
- 14) Instance multiple avec connaissance du nombre au moment de l'exécution : le nombre d'instances dans ce modèle ne peut se révéler qu'au moment du déroulement du processus¹, car ce nombre peut dépendre de certaines conditions (comme la disponibilité des ressources). La représentation de ce modèle peut se faire par plusieurs stratégies de configuration du flux de contrôle, en combinant quelques modèles précédemment définis. Certains langages proposent directement un construit pour l'indiquer ;
- 15) Instance multiple sans connaissance du nombre au moment de l'exécution : ce modèle révèle une situation où le nombre d'instances ne peut pas être prédéterminé au moment de la conception, ou au moment de l'exécution du processus. L'activité dans ce cas peut recevoir une nouvelle instance alors qu'elle n'a pas encore terminé d'achever les précédentes. La représentation de ce modèle sans un construit spécifique est complexe. Elle demande, en employant certaines stratégies, des prérequis comme l'expression de la décomposition et la terminaison implicite. Une des stratégies consiste à établir une généralisation du modèle 14.

¹Évidemment, avant l'exécution de l'activité concernée par l'instanciation multiple,

Les modèles basés sur l'état. Ces modèles font appel à la notion d'état pour exprimer les situations suivantes :

- 16) Choix différé : contrairement au choix exclusif (modèle 4), la décision n'est pas tout à fait prise au moment où se présentent les alternatives, elle dépend de certains autres facteurs externes (déclencheurs) qui peuvent se montrer. La représentation de ce modèle peut être aisément réalisée par les langages fondés sur le RdP¹. Un construit spécifique peut être dédié, ou une configuration associant une division parallèle et le concept « annulation de l'activité »² permet de l'exprimer. Une troisième possibilité consiste à ajouter une activité capable de distinguer les déclencheurs sur lesquels dépend chaque choix, puis cette activité est rattachée à un construit de choix exclusif ;
- 17) Routage parallèle entrelacé : ce modèle est assez spécial, car il présente un ensemble d'activités avec lesquelles la séquence d'exécution n'est pas connue d'avance, mais tout juste au moment du déroulement du processus. Ainsi, les activités peuvent être déclenchées de manière aléatoire, mais jamais en parallèle. La première solution appliquée pour représenter ce contexte c'est d'envisager tous les ordres d'exécution possibles, puis d'exposer tous les cas échéants en utilisant le routage parallèle. Il est aussi possible d'utiliser le construit du choix exclusif de différente manière. Les langages basés sur le RdP par contre peuvent utiliser la synchronisation et la division parallèle avec une certaine configuration ;
- 18) Jalon : il est question dans ce modèle de vérifier l'arrivée ou non d'une instance à une étape importante du processus. Le déclenchement d'une activité est conditionné par l'atteinte de cette étape considérée comme un jalon. Il s'agit autrement dit de constater un état particulier du processus pour activer l'une de ses parties. L'expression de ce modèle peut se faire soit à l'aide du modèle 16 (choix différé), avec un agencement particulier, ou par le moyen d'une variable booléenne qui initialement indique la valeur « faux », puis renverra la valeur « vraie » lorsque l'instance atteint le jalon. Dès que cette dernière valeur est constatée, l'activité concernée se déclenche et la variable booléenne est réinitialisée.

Les modèles d'annulation. Ces modèles introduisent la notion d'interruption de l'activité qui peut être employée pour deux raisons :

- 19) Annuler l'activité : ce qui signifie que le déclenchement de l'activité a été retiré. La procédure peut être effectuée en attribuant à une activité la fonction d'annuler une autre (si le langage le permet), ou en associant au modèle 16 (choix différé) une activité, dite « activité de l'ombre », chargée d'annuler l'activité cible. L'activité de l'ombre doit être déclenchée par un événement externe (signal) provenant d'un individu ;
- 20) Annuler le cas : l'interruption à travers cette modalité ne concerne pas l'activité, mais tout le processus ; du fait que l'annulation d'une instance entraînera l'arrêt de toutes les activités, même si elles sont en cours d'exécution. L'implémentation de ce type d'annulation peut se faire en répétant la représentation, autant de fois que nécessaire, du modèle 19, pour annuler chaque activité du processus.

L'approche des modèles du workflow a démontré le lien entre la capacité expressive d'un langage et son aptitude à représenter des situations se produisant dans les processus métiers. La capacité du langage à les reproduire est ainsi évaluée.

Par ailleurs, certains contextes nécessitent des construits supportant la notion d'« état » afin de pouvoir les exprimer efficacement. Ceci présume que le langage RdP, ou ceux dérivant de lui sont les seuls à même de présenter des modèles de qualité. Dans cet esprit, le groupe WPI a proposé le langage YAWL (cf. 1.2.3.6) pour pouvoir représenter les 20 configurations archétypes évoquées.

¹ Voir la description dans la section 1.2.3.5.

² Voir le modèle 19 comment un langage peut le supporter.

Plusieurs travaux ont par la suite suivi cette approche pour évaluer les langages de modélisations. Mendling (2008) a synthétisé ces travaux pour constituer la comparaison de cinq notations graphiques : EPC, WF-Net, UML AD, BPMN, et YAWL. La table 2.10 résume cette analyse.

Par ailleurs, l'approche du groupe WPI porte plusieurs limites. Elle a été profondément critiquée par Börger (2012). Selon cet auteur, l'approche :

- ◆ N'est pas fondée sur des données statistiques concernant les modèles les plus apparents dans les processus métiers ;
- ◆ N'est pas constituée sur des justifications conceptuelles pour la classification et le choix des modèles proposés ;
- ◆ Produit 126 autres modèles (recensés en 2010) non fondamentalement différents. Ces modèles constituent simplement une variation et des combinaisons de structures plus petites ou basiques ;
- ◆ Propose des éléments qui sur le plan comportemental n'ont pas été spécifiés, et qui provoquent une ambiguïté dans la sémantique des modèles ;
- ◆ Se porte seulement sur les flux de contrôle et ne prend pas en considération l'aspect organisationnel et informationnel des processus métiers ;
- ◆ Produit en raison de sa complexité peu d'acceptation par les praticiens ;
- ◆ Met en avant le langage YAWL, en dépit du fait qu'il contient des carences ne lui permettant pas d'être un instrument généralisé à toutes les réalités des processus métiers.

Table 2.10. Comparaison des langages de modélisation selon les modèles de workflow

Les modèles de workflow (<i>Workflow Patterns</i>)	EPC	WF-nets	UML AD	BPMN	YAWL
Les modèles de workflow basiques					
1. Séquence	+	+	+	+	+
2. Division parallèle	+	+	+	+	+
3. Synchronisation	+	+	+	+	+
4. Choix exclusif	+	+	+	+	+
5. Fusion simple	+	+	+	+	+
Les modèles de branchement et de synchronisation avancés					
6. Choix multiple	+	+	+	+	+
7. Synchronisation de la fusion	+	-	-	+/-	+
8. Fusion multiple	-	+	+	+	+
9. Discriminateur	-	-	+	+/-	+
Les modèles structuraux					
10. Cycle arbitraire	+	+	+	+	+
11. Terminaison implicite	+	-	+	+	-
Les modèles impliquant l'instanciation multiple					
12. Instance multiple sans synchronisation	-	+	+	+	+
13. Instance multiple avec connaissance du nombre à priori de la conception	+	+	+	+	+
14. Instance multiple avec connaissance du nombre au moment de l'exécution	-	-	+	+	+
15. Instance multiple sans connaissance du nombre au moment de l'exécution	-	-	-	-	+
Les modèles basés sur l'état					
16. Choix différencié	-	+	+	+	+
17. Routage parallèle entrelacé	-	+	-	+/-	+
18. Jalon	-	+	-	-	+
Les modèles d'annulation					
19. Annuler l'activité	-	+/-	+	+	+
20. Annuler le cas	-	-	+	+	+

Source : Traduit de Jan Mendling 2008, 56.

Börger (2007) conclut que le groupe WPI n'est pas parvenu à extraire les caractéristiques essentielles des processus métiers vu le nombre de patrons qu'il propose. Ceci vient du fait qu'il n'a pas adopté un raisonnement de décomposition qui conduit à réduire ses modèles en un aspect plus élémentaire. Selon une étude menée par l'auteur l'application de cette logique a permis de comprimer 43 modèles généraux en 8 plus basiques.

Malgré ces critiques, les modèles de workflow représentent un apport non négligeable. Ils fournissent des indices substantiels sur la qualité de représentation des langages de

modélisation. L'approche reste généralement bien acceptée dans le domaine. Elle a engendré une grande influence sur la correction et le développement des nouveaux langages de modélisation (J. Recker, Rosemann, et Krogstie 2007).

2.3.2. Les fonctionnalités du flux de contrôle

Sur la même voie qui a été initiée par le groupe WPI, Lu et Sadiq (2007) ont entamé la comparaison entre les langages graphiques et les langages textuels avec les modèles de workflow, et sur la base de critères additionnels définis spécialement pour le flux de contrôle. Ainsi, ces auteurs apportèrent d'autres indices à l'évaluation des langages de modélisation. Ils proposèrent en ce sens comme critère d'évaluation :

- ◆ L'expressivité : qui se rapporte à la faculté de représenter correctement les processus métiers, et à fournir une image complète et juste sur son contenu et sa finalité. L'expressivité est mesurée selon les auteurs avec les modèles de workflow présentés dans la section 2.3.1 ;
- ◆ La flexibilité : elle correspond à la capacité de faire fonctionner le modèle lorsque celui-ci est partiellement décrit. Les détails complémentaires sont renseignés au moment de l'exécution du modèle. Cette aptitude est liée au fait que le langage peut *mutatis mutandis* faire des changements prévus ou non prévus sur le modèle ;
- ◆ L'adaptabilité : elle signifie que le flux de travail est capable de gérer des situations inhabituelles qui peuvent influencer les instances ;
- ◆ Le dynamisme : c'est la possibilité de modifier le workflow lorsque les processus métiers se développent ;
- ◆ La complexité : elle indique le degré de difficulté accompagnant le cycle de la modélisation. Ce cycle comprend la conception, l'analyse, la diffusion ainsi que la prise en charge de l'évolution du modèle.

HE et al. (2010) se sont appuyés sur ces critères afin de comparer les techniques de modélisation les plus populaires. Ils appuyèrent les critères cités avec celui de la formalisation. Cette notion détermine la rigueur sémantique établie pour le langage. La table 2.11 montre l'évaluation appliquée par ces auteurs sur les langages graphiques.

Table 2.11. Évaluation des langages de modélisation selon les fonctionnalités des workflows

	Petri net	IDEFØ	EPC	DFD	RAD	IDEF3
Expressivité	Bien	Modéré	Bien	Bien	Modéré	Bien
Flexibilité	Faible	Faible	Bien	Modéré	Faible	Modéré
Adaptabilité	Bien	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
Dynamisme	Très Bien	Faible	Plus Faible	Faible	Faible	Bien
Complexité	High	Facile	Modéré	Facile	Modéré	Modéré
Formalisation	Très Bien	Oui	Très petite	Oui	Oui	Très petite

Source : Adaptée de HE et al. 2010, 6.

2.4. L'approche de la psychologie cognitive

Tout d'abord, nous devons savoir que la théorie cognitive qui fonde cette approche explique différents processus cognitifs (compréhension, apprentissage, et résolution des problèmes) à partir de deux éléments essentiels qui sont : la perception visuelle et la mémoire. Ces deux paramètres ont été par la suite exploités comme des caractéristiques d'évaluation des langages de modélisation (Figl et al. 2010).

Après cela, certains auteurs ont commencé à étudier les notations sous une perspective sémiotique. Si la notation graphique est considérée comme un processus relativement subjectif guidé par la culture, la sémiotique lui apporte un certain côté formel. Les derniers développements utilisant la sémiotique et la théorie de la physique de la notation se sont soldés par un cadre qui permet d'évaluer les techniques de modélisation, les outils de modélisation, et les modèles générés par ceux-là.

Différentes études ont été menées à partir de la psychologie cognitive. Keng Siau & Rossi (1998) procurent quelques indications sur les travaux précurseurs. Pour notre part, nous présentons ci-après une des récentes évaluations établies sur les apports de Moody (2009). Ensuite, nous passerons par présenter un modèle d'évaluation de la qualité des langages de modélisation qui a fait valoir les travaux antécédents, et les a étendus avec une approche sémiotique.

2.4.1. L'efficacité cognitive

La théorie cognitive stipule que l'apprentissage est affecté par le phénomène de la surcharge cognitive. Ce phénomène est lié aux fonctionnements de la mémoire. Cette dernière est influencée par la manière avec laquelle elle est remplie. En cela, trois surcharges cognitives sont distinguées (Figl et al. 2010) :

- 1) Surcharge intrinsèque : la mémorisation dépend dans ce type de surcharge de la composition de l'information et de sa complexité ;
- 2) Surcharge extrinsèque : dans celle-ci, la mémorisation est facilitée par la manière avec laquelle l'information est symbolisée ;
- 3) Surcharge appropriée : elle fait appel à la mémoire qui est dédiée à la compréhension. Sachant qu'elle est tributaire des autres surcharges cognitives, la surcharge appropriée est mise en difficulté lorsque les informations sont complexes et mal représentées.

À partir de ces révélations, l'efficacité cognitive d'un langage de modélisation pouvait être analysée. Les informations véhiculées par un modèle demandent un effort cognitif qui est soit facilité ou mis en difficulté par l'aspect visuel de la notation utilisée. Des recherches empiriques ont d'ailleurs démontré que de simples modifications sur certains aspects visuels ont un impact non négligeable sur l'intelligibilité et la résolution des problèmes (Moody 2009). D'un point de vue communicationnel, Moody (2009) insiste sur le fait que le symbole qui véhicule un message doit être bien codé graphiquement pour être compris correctement (le décodage). La codification graphique est réalisée en combinant deux catégories de paramètres graphiques :

- 1) Les variables planaires : ces paramètres définissent la position d'un objet graphique sur un espace à deux dimensions ;
- 2) Les variables rétinaux : ce sont tous les aspects visuels qui comprennent :
 - i) la forme de l'objet,
 - ii) la couleur : elle constitue la variable qui a le plus d'impact sur l'efficacité cognitive (reconnaissance rapide et mémorisation facile), car l'esprit humain est particulièrement réceptif à celle-ci,
 - iii) la taille,
 - iv) la texture,
 - v) l'orientation et la brillance.

La facilitation du processus cognitif doit donc s'effectuer en amont, sur une phase qui devance le processus cognitif désigné par le processus perceptuel. Ce dernier est à son tour constitué de deux étapes :

- Étape 1. La discrimination perceptuelle : cette étape sépare les objets perçus de leur arrière-plan. Elle est réalisée sur la base de l'aspect de la notation qui dépend des variables graphiques (planaire et rétinaux) ;
- Étape 2. La configuration perceptuelle : elle constitue une relation entre les objets et déduit une structure.

Sur cet arrière-plan théorique, 9 principes ont été formulés par Moody (2009) pour définir une notation graphique cognitivement efficace¹ :

¹ Ces principes font partie d'une théorie qu'il développa et désigna « physique de la notation ».

- 1) La clarté sémiotique : elle exige que chaque construit de la notation lui correspond un seul concept muni d'une unique sémantique. Ce principe ressemble à celui de l'ontologie BWW qui impose une cardinalité de type 1:1 entre les concepts du modèle et les construits du langage, sans tolérer aucune dérive de cette relation. Ainsi, la clarté sémiotique n'autorise pas l'apparition de synonymes graphiques² (correspondant à la redondance selon les critères d'expressivité mentionnés dans BWW), d'« homographe » (équivalent de surcharge dans BWW), et d'excès de symbole. Contrairement à BWW, ce principe recommande le déficit pour améliorer l'économie graphique (cf. principe 8), et la gestion de la complexité (cf. principe 4) ;
- 2) La discrimination perceptuelle : ce principe suggère de bien différencier les symboles afin qu'ils soient sur le plan visuel facilement distinguables. Pour bien accomplir cette discrimination, il faut utiliser judicieusement les variables graphiques (pour un même type de variable, il est nécessaire d'utiliser des valeurs perceptibles par l'être humain). La différenciation devrait être portée au premier abord sur les formes géométriques, car leur sensible variation mène à des confusions. Il est aussi recommandé d'utiliser plus d'une variable graphique pour renforcer la discrimination, et de ne pas se fier au texte comme label pour différencier les types de construits. Le texte est considéré pertinent seulement pour décrire l'instance du construit et non pas son type. Cependant, l'utilisation de plusieurs variables graphiques ne doit pas être réalisée de manière conjonctive — où chaque combinaison reflète un construit particulier — mais plutôt de manière tautologique (codage redondant) ;
- 3) La transparence sémantique : elle signifie que le symbole choisi doit conduire fluidement vers le sens du concept qu'il véhicule, et avec le moins d'efforts mentaux possible. Il existe plusieurs niveaux de transparence :
 - i) La sémantique immédiate : elle évoque la génération d'une compréhension naturelle et instantanée du symbole par l'être humain ;
 - ii) La sémantique opaque : dans ce cas, le symbole peut être interprété visuellement, mais avec de légères nuances ;
 - iii) La sémantique perverse : elle conduit vers un sens complètement différent ou opposé à celui qu'on voudrait transmettre.

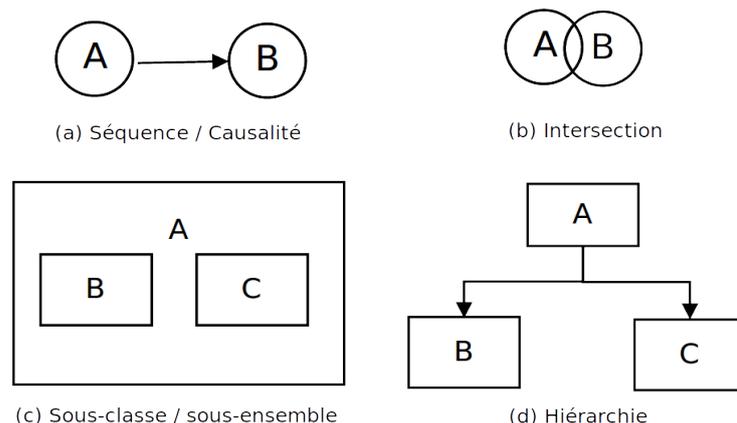


Figure 2.25. Relations visuelles entre les objets. Par Moody 2009, 365.

L'un des moyens employés pour établir une transparence sémantique consiste à employer des icônes. La cartographie géographique et géologique l'emploie largement. L'agencement spatial des symboles est aussi un moyen utile pour décrire intuitivement la relation entre les objets comme cela est montré dans la figure 2.25 ;

- 4) La gestion de la complexité : elle correspond à la capacité de la notation à gérer un nombre important de symboles dans un diagramme, pour ne pas constituer de

² Moody (2009) introduit carrément le terme « synographes » traduit de *synographs* pour désigner les synonymes graphiques.

surcharge cognitive et altérer le processus perceptuel. En effet, en augmentant le nombre de symboles dans un diagramme leur discrimination se dégrade. Plusieurs mécanismes peuvent être utilisés pour s'accommoder avec la complexité. Il est possible d'utiliser :

- i) La modularisation : elle est équivalente au concept « sous-système » dans BWW. Celle-ci peut être effectuée par décomposition (approche descendante), ou composition (approche ascendante). Graphiquement, elle devrait être représentée par un symbole spécifique ;
 - ii) La structuration hiérarchique : elle peut être définie par le concept « niveau de structure » dans BWW. Elle correspond à l'organisation de la complexité sur plusieurs niveaux de détails. Ce mécanisme est réalisé récursivement selon une approche descendante ;
- 5) L'intégration cognitive : elle concerne l'articulation de manière cohérente les différents diagrammes. Étant donné que la représentation mentale de tous les diagrammes en un seul global demande un effort cognitif considérable, la solution la plus adaptée est celle de recourir à deux mécanismes complémentaires pour instaurer l'intégration cognitive :
- i) L'intégration conceptuelle : celle-ci peut être réalisée par tout élément qui permet d'assembler mentalement les diagrammes et former un tout harmonieux. Il est possible en ce sens de constituer un diagramme holistique (diagramme sommaire)¹ qui résume les diagrammes qui le composent, ou de recourir à la méthode de contextualisation. Cette dernière consiste à décrire la situation de chaque diagramme (c'est-à-dire les autres diagrammes voisins, ou parents, de manière abrégée) afin de pouvoir le positionner dans l'ensemble du système² ;
 - ii) L'intégration perceptuelle : elle constitue le dispositif de navigation qui permet de se déplacer entre les différents diagrammes. Parmi les outils graphiques dédiés à ce mécanisme, il y a la labellisation des diagrammes (utilisation d'un identifiant), l'attribution d'un numéro de niveau, les indications de l'orientation, et l'utilisation des signes de navigation (latérale et verticale) ;
- 6) L'expressivité visuelle : elle désigne « le nombre de variables visuelles utilisées dans la notation » (Moody 2009, 767). Selon cette définition, il existe des variables visuelles qui sont explicitement utilisées pour la notation, et celles qui ne le sont pas. Si toutes les variables graphiques sont employées, la notation sera qualifiée de saturée. Par contre si aucune d'elles n'est utilisée, elle sera considérée comme non visuelle, autrement dit textuelle. L'expressivité visuelle permet d'apprécier la puissance du codage exercé. Chaque variable graphique est considérée comme une sorte de canal communicationnel. Dès lors, l'expressivité est d'autant plus élevée lorsque le nombre de variables graphiques employées est grand. Quelques indications apportées par la théorie de Moody (2009) guident l'utilisation des variables graphiques :
- i) les couleurs devraient être utilisées comme un codage redondant et pour communiquer des données nominales, car les couleurs ne sont pas psychologiquement structurées,
 - ii) de préférence les formes déployées seront courbées, tridimensionnelles ou iconiques,
 - iii) la taille et la position verticale, ou horizontale, devraient être utilisées pour représenter les données d'intervalle ; la brillance pour représenter les données ordinales ; les orientations, les textures et les formes pour représenter les données nominales ;
- 7) Le codage dual : le principe de l'expressivité et de la discrimination visuelle ne recommandent pas l'emploi du texte dans le codage. Toutefois, l'utilisation du texte de manière réfléchie peut au contraire contribuer à l'efficacité cognitive. Ceci veut dire

¹ Il est désigné dans la technique IDEF0 par le diagramme de contexte.

² La technique IDEF0 emploie dûment ce mécanisme.

que le texte — conformément à la théorie du codage dual — devrait accompagner le graphe, car cela permet d'enregistrer l'information par deux systèmes de mémorisation. En ce sens, la suggestion faite concerne la possibilité d'utiliser le texte comme un codage redondant (graphème + texte) afin de mieux clarifier la sémantique et contenir l'interprétation. Comme annotation, le texte devrait être placé dans le diagramme au plus près de l'objet commenté, plutôt que dans un emplacement séparé ;

- 8) L'économie du graphique : étant donné que l'esprit humain ne peut accepter qu'une quantité restreinte de symboles, ce nombre devrait être alors proportionné. La complexité graphique, qui est en fonction de ce nombre, a un impact sur la compréhension des diagrammes. La quantité de symboles facilement distinguables par un être humain est aux alentours de 6. Ainsi, les langages ne se conformant pas à ce standard devraient réduire la complexité graphique de trois manières :
- i) En réduisant la complexité sémantique : ce qui revient à réduire le nombre de concepts du domaine de discours, ou partitionner les concepts en petits groupes cohérents. Par exemple, dans UML chaque type de diagramme utilise un nombre restreint de concepts ;
 - ii) En instaurant un déficit de symbole : cela consiste à réduire le nombre de symboles tout en omettant d'exprimer graphiquement certains concepts. Néanmoins, les concepts non exprimés visuellement le seront textuellement. Sachant que certaines informations sont mieux exprimées par un texte (telles que les règles métier ou les procédures de gestion), elles devraient être choisies en premier pour réduire la complexité graphique ;
 - iii) En augmentant l'expressivité visuelle : la contrainte des 6 symboles est valide que lorsqu'une seule variable graphique est utilisée. Ainsi, elle peut être contournée en utilisant plusieurs variables graphiques en parallèle. Cette façon de faire permet en une seule fois de réduire la complexité graphique, d'accroître l'expressivité visuelle et la discrimination perceptuelle ;
- 9) La convenance cognitive : en se basant sur la théorie de la convenance cognitive, selon laquelle la représentation d'une information devrait être adaptée en fonction de l'activité réalisée, et en fonction de son destinataire, le principe en question évoque l'utilisation de plusieurs variantes du langage graphique. L'emploi de différents dialectes visuels devient nécessaire dès le moment où le public récepteur (l'audience) n'est pas nécessairement composé d'experts. Il est généralement composé de personnes provenant de différentes spécialités, ou doté de différents rôles (parties prenantes). Certains individus peuvent se révéler comme de simples initiés, et d'autres comme des personnes expérimentées. Les aptitudes à lire et à comprendre un diagramme ne sont pas donc les mêmes pour un novice et un expert. Le premier aura du mal à mémoriser le sens des symboles, à les distinguer dans un diagramme, et à gérer la complexité de la représentation. Cela dit, adapter le langage spécifiquement pour les novices aura un effet contre-productif sur les experts, d'où il est préférable d'avoir plusieurs dialectes. Des raisons techniques justifient également le recours à plusieurs variantes du langage. Elles se rapportent à l'outil utilisé pour dessiner les symboles. En effet, l'élaboration d'un diagramme peut être informatisée ou manuelle. Dans le second cas, il n'est pas possible d'exiger au modélisateur d'avoir les qualités d'un artiste pour bien représenter les diagrammes. Comme il n'est pas toujours aisé d'utiliser des couleurs, représenter les textures, et dessiner les icônes. Ces contraintes techniques et bien d'autres exigent au langage d'être adapté à la réalisation des crayonnés et des esquisses, ou tout simplement, faciliter le dessin manuel.

Pour comparer les techniques de modélisation sur la base de l'efficacité cognitive, une étude a été effectuée par Figl et al. (2010). Celle-ci s'est focalisée sur la convivialité d'une technique à l'égard de son apprentissage et son utilisation. Elle a également examiné l'impact

d'un langage sur la perception visuelle, la mémorisation, le traitement de l'information, l'attention, le raisonnement, et la résolution des problèmes en tant que processus cognitifs essentiels pour la création et l'interprétation des modèles. Figl et al. (2010) ont fondé leur cadre d'évaluation sur la base des principes mentionnés par Moody & van Hillegersberg (2008). Ces principes, qui sont compris intégralement dans la théorie de Moody (2009), ont été reformulés en cinq critères d'évaluation :

- ◆ La clarté de la représentation : elle fait appel au principe de la clarté sémiotique de Moody (2009). Elle a pour objet d'éviter une mauvaise interprétation de la sémantique liée à un graphème. Cela suppose, sous la perspective du modèle BWW, que le langage ne présente pas de déficit, de redondance, de surcharge, ou d'excès qui favorisent l'ambiguïté ;
- ◆ La discrimination perceptuelle : visuellement parlant la distinction entre les symboles d'une notation n'est pas aisée pour toutes les personnes : une confusion peut être établie. Ainsi, ce critère apprécie la facilité avec laquelle les graphèmes sont différenciés. Généralement, ils sont soumis pour cela à des caractérisations par des détails visuels (emploi des variables visuelles : couleur, forme, taille, orientation, remplissage, etc.) ;
- ◆ La perception immédiate : ce critère est basé sur le principe de la transparence sémantique. Il suggère de voir si la notation utilisée est adaptée pour permettre une compréhension aussi directe que possible du concept auquel elle se réfère. Au mieux, elle doit être intuitive. Ceci implique une association naturelle entre le sens ciblé et le graphème employé¹. Ajouter à cela la position spatiale des symboles peut faciliter la perception des relations entre les objets. Il s'est révélé en cette matière qu'un langage qui construit un graphe muni de nœuds raccordés par des arcs est aisément compris, car son modèle reflète la représentation mentale de l'information chez l'être humain ;
- ◆ L'expressivité visuelle : celle-ci indique la sophistication schématique utilisée pour exprimer les concepts. Si la notation est graphique, cela signifie que différentes variables visuelles peuvent être utilisées pour fournir une expressivité supérieure² ;
- ◆ La parcimonie graphique : un modèle devrait selon ce critère être bien proportionné. Ceci signifie qu'il ne devrait pas contenir un nombre important de construits et de liens qui pourraient complexifier le modèle, ou rendre sa lisibilité et sa compréhension difficile. Ce critère se rapporte aux principes de la gestion de la complexité et de l'économie graphique selon la théorie de Moody (2009).

L'application de ces critères sur les techniques de modélisation populaires n'a concerné malheureusement qu'une partie de quatre langages sélectionnés. Figl et al. (2010) se sont concentrés sur l'analyse des connecteurs logiques, en considérant que ces derniers sont les éléments les plus importants dans un modèle. Ils présument qu'ils conduisent à une mauvaise interprétation si leur expressivité est mal constituée. La table 2.12 expose cette comparaison, sachant que le signe (+) indique la bonne satisfaction d'un critère cognitif, le signe (+/-) évoque une satisfaction moyenne, et le signe (-) désigne une satisfaction faible.

Table 2.12. Comparaison des langages de modélisation selon l'efficacité cognitive

Critère	EPC	UML	YAWL	BPMN
Clarté de la représentation	-	+/-	-	-
Discrimination perceptuelle	-	+	-	-
Perception immédiate	-	-	-	-
Expressivité visuelle	+/-	+	-	+/-
Parcimonie graphique	+	-	-	-

Source : Adaptée de Figl et al. 2010, 9.

¹ Les pictogrammes constituent par exemple une bonne association de ce genre.

² Ceci implique que les langages textuels n'ont pas, comparativement, une grande expressivité visuelle.

2.4.2. L'approche sémiotique

La valeur d'un langage de modélisation ne se mesure pas seulement par sa capacité à représenter la réalité, mais aussi par ses aptitudes à donner un sens aux modèles qu'il génère, et à influencer la réalité. La qualité du langage est appréciée de ce fait par sa faculté communicationnelle qui dépend des propriétés du modèle en matière syntaxique, sémantique, et d'adaptation aux acteurs (Krogstie, Sindre, et Jørgensen 2006). En se basant sur la psychologie cognitive, Krogstie, Sindre, & Jørgensen (2006) développèrent une trame d'évaluation nommée SEQAUL (*Semantic Quality Framework*). Leur cadre traite les différents aspects de la qualité d'un modèle et se révèle, d'un point de vue sémiotique, généraliste. En ce sens, il est considéré comme apte à évaluer la notation d'une technique de modélisation, son métamodèle, et les outils qui lui sont dédiés. L'évaluation est basée sur une toile de fond composée de concepts interreliés, avec lesquels des catégories de qualité sémiotiques ont été définies. Exclusivement pour l'évaluation des langages de modélisation, six critères de qualité ont été proposés. Les auteurs mettent pour décrire leurs critères une forte correspondance aux principes de Moody (2009) et au modèle BWB. Ces critères concernent (Krogstie 2008; 2012a) :

- 1) L'adéquation au domaine : le langage de modélisation devrait pouvoir représenter n'importe quel élément du domaine de connaissance dans lequel il est utilisé. Il ne devrait pas également représenter des objets en dehors des frontières de celui-ci. Ce critère est analogue à ce qui est désigné dans le modèle BWB par l'incomplétude et l'excès. La convenance au domaine peut être évaluée d'après les auteurs de deux manières :
 - i) le nombre de perspectives couvertes par le langage,
 - ii) la complétude ontologique du langage, en se référant au modèle de BWB ;
- 2) Le caractère compréhensible : ceci signifie que le langage est évalué en fonction de sa prédisposition à être facilement appréhendé et décodé par l'esprit humain. Pour cela, le langage devrait remplir certaines exigences de qualité :
 - i) Le nombre de construits employé devrait être raisonnable : ce qui implique la possession du caractère générique, et ce, en ayant quelques symboles vagues pour pouvoir exprimer certaines connaissances imprécises. Les construits doivent être en même temps suffisamment formels pour se conformer au critère 5. Pour que le nombre de construits soit également approprié, il faudrait que l'assemblage des symboles soit possible, et de manière à ce que la description soit compréhensible. Si le nombre de construits est inévitablement trop grand, les symboles doivent être organisés en plusieurs sous-langages traitant de la sorte un niveau particulier d'abstraction, une perspective, ou un volet spécifique du domaine modélisé ;
 - ii) Les construits doivent être clairement distinguables, ceci exige une représentation non partagée d'un même élément du domaine modélisé par plusieurs construits. Ceci correspond à la non-redondance définie dans le modèle BWB¹ ;
 - iii) Les construits doivent être sémiotiquement clairs, autrement dit chaque construit du langage ne doit pas refléter plus d'un élément du domaine modélisé² ;
 - iv) L'objet de la modélisation devrait être sous-entendu par quelques construits du langage ;
 - v) Les construits doivent être nettement distinguables par le visuel en utilisant des formes ou des arrangements graphiques qui facilitent leur discernement (principe de la discrimination perceptuelle) ;
 - vi) Les construits doivent être sémantiquement transparents (principe de transparence sémantique), c'est-à-dire que les symboles doivent être le plus directement, et le

¹ La cardinalité 1:m, entre les concepts du domaine modélisé et les construits du langage, n'est pas autorisée.

² La cardinalité m:1 n'est pas autorisée. Les deux exigences citées impliquent que la seule cardinalité autorisée est celle du type 1:1.

- plus naturellement compréhensibles. Ceci sous-entend également que les spécificités culturelles sont prises en compte dans la signification des construits. En effet, un symbole peut avoir préalablement un sens commun dans une communauté ;
- vii) Le langage doit permettre une visualisation simple qui facilite la lecture du modèle. En d'autres termes, le langage devrait prendre en considération l'aspect ergonomique en permettant la réduction de la complexité graphique (principe de gestion de la complexité),
 - viii) Le langage doit être graphiquement économique (principe de l'économie graphique), ce qui signifie que le nombre des symboles utilisés pour exprimer adéquatement quelque chose (une situation, une affirmation, un passage) ne doit pas être important ;
 - ix) Le langage doit permettre l'intégration des différents diagrammes qu'il génère, en particulier lorsque ceux-là sont conçus avec des sous-langages différents pour représenter une facette du domaine modélisé. Cette intégration devrait être constituée sur deux aspects :
 - a) intégration conceptuelle : le langage devrait par les diagrammes faciliter une représentation mentale, complète, et consistante des différentes parties du domaine modélisé ;
 - b) intégration perceptuelle : le langage devrait en cette matière permettre une navigation entre les diagrammes et fournir à l'audience les mêmes fonctionnalités qu'on peut trouver dans une cartographie (repères, distance parcourue, etc.) ;
- 3) La convenance aux participants (principe de la convenance cognitive) : il est question dans ce critère de se référer aux connaissances acquises sur le langage par les personnes impliquées par la modélisation (les parties prenantes, l'audience). Ces connaissances conditionnent la lecture, la compréhension et l'interprétation des modèles conçus. De ce fait, le langage devrait s'adapter à la façon de penser et au préalable cognitifs de l'audience ;
- 4) La convenance au modélisateur : un langage est idéal par rapport à ce critère lorsque le modélisateur peut exprimer toutes les connaissances qu'il possède sur le domaine en question, ou lorsqu'il a la possibilité de représenter ce qu'il veut avec ce langage. Plus précisément, le langage devrait :
- i) faciliter l'expression des connaissances tacites propre au modélisateur ;
 - ii) permettre de constituer un *modèle interactif*. Sachant qu'un modèle est considéré comme actif lorsqu'il influence le comportement organisationnel, un modèle est défini comme interactif lorsqu'il « est interactivement activé. Un modèle interactif implique une coévolution du modèle et de son domaine » (Krogstie, Sindre, et Jørgensen 2006, 92) ;
 - iii) avoir plusieurs niveaux d'utilisation adaptée aussi bien pour les novices que pour les experts ;
- 5) Pertinence à l'outil : un modèle conceptuel destiné à devenir un modèle exécutable, ou être lisible par une ressource technique, doit utiliser une grammaire interprétable par une machine. Cette qualité nécessite un certain degré de formalisme de la part du langage¹ ;
- 6) Pertinence organisationnelle : ce critère se rapporte à l'efficacité du langage de modélisation qui est mesurée à travers le niveau d'atteinte des objectifs organisationnels.

L'une des particularités du modèle SEQAUL se reflète par le critère 3. Il s'agit de l'adoption d'une approche épistémologique constructiviste qui admet le fait que la réalité est socialement conçue. Ceci implique l'existence de plusieurs interprétations de la réalité et de son modèle.

¹ Cette qualité permet entre autres d'effectuer des analyses rigoureuses de manière automatique.

En ce sens, le critère 3 suggère d'intégrer les différentes perceptions attribuées à une situation (domaine de discours) pour que le modèle soit une base de communication partagée.

Le modèle SEQAUL est considéré par ses fondateurs non pas seulement comme un cadre adapté pour évaluer la qualité des langages de modélisation, mais aussi comme un guide de référence pour le développement et l'amélioration des techniques, et le processus de modélisation (cf. sect. 3.3 sur ce sujet).

L'approche sémiotique semble être assez générale. Elle se croise avec la plupart des critères développés par les autres approches, ainsi qu'avec les exigences exprimées par les experts du domaine de la modélisation. Son cadre est assez complet (J. Recker, Rosemann, et Krogstie 2007) et complémentaire aux autres. L'approche souffre néanmoins de l'impossibilité d'opérationnaliser certains de ses critères, car ceux-là se portent sur des aspects difficilement mesurables, ou entièrement non mesurables (Krogstie, Sindre, et Jørgensen 2006).

3. Méthodologies de modélisation

La réalisation d'un projet de modélisation fait appel à une démarche qui mobilise plusieurs ressources humaines, matérielles, et informationnelles. Sa réussite dépend de quelques facteurs parmi lesquels certains sont en rapport au contexte du projet, et d'autres à la manière de procéder. À ce propos, la méthodologie figure selon l'étude menée par Bandara, Gable, et Rosemann (2005), l'un des éléments principaux de réussite d'un projet de modélisation conceptuelle. La méthodologie est en réalité une philosophie déployée et des principes par lesquels un problème est approché et résolu (Kettinger, Teng, et Guha 1997). Dans le cadre de la modélisation d'entreprise, elle est composée d'après B. Vallespir, Merle, et Doumeingts (1993) de quatre parties : un modèle de référence, une ou plusieurs notations, une procédure de modélisation, et une collection de critères d'évaluation. Le modèle de référence constitue une sorte de schème général qui contient des blocs constants et des fragments adaptables au projet de modélisation.

La modélisation conceptuelle peut donc suivre différentes approches de représentation. Chacune d'elles est mise en œuvre par une méthodologie focalisée sur l'un des aspects de l'organisation. Une méthodologie à son tour peut s'accompagner de plusieurs techniques de modélisation, et enfin une technique peut être supportée par plusieurs outils informatiques (Giaglis 2001). Quelques méthodologies présentées s'inscrivent dans des cadres de modélisation qui proposent une approche qui leur est spécifique. Certaines d'entre elles sont laconiques. D'autres fournissent un guide bien détaillé (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003).

Nous avons distingué dans la revue bibliographique deux types de méthodologie : celles qui sont axées sur le concept d'architecture de l'entreprise, et celles guidées par la qualité. Par analogie à l'architecture urbanistique, la première suggère la conception de plusieurs plans dirigés par différentes perspectives. Ces plans ont pour objets de refléter les spécifications attendues par le propriétaire du produit (J. A. Zachman 1987). Les cadres d'architecture d'entreprise proposent, en somme, une ontologie à la définition des composantes d'une organisation et à sa structure. Leurs méthodologies se présentent dans la plupart des cas sous forme de cycle de vie, qui n'est autre qu'une approche structurée de modélisation. En revanche, les démarches soucieuses par la qualité se focalisent sur les propriétés des modèles, afin de les rendre plus efficaces en matière d'intelligibilité et d'utilisation. Ainsi, elles suggèrent des mesures permettant d'améliorer, d'augmenter, ou de constituer selon certains critères, une représentation de meilleure qualité.

Outre celles-ci, des heuristiques provenant de l'expérience du terrain, autrement dit de la praxéologie par opposition aux modèles théoriques, ont vu le jour pour guider le processus de modélisation. Nous les avons présentées au côté des principes généraux de modélisation qui sont indépendants d'une méthodologie ou d'une approche quelconque de conception.

3.1. Les approches orientées architecture d'entreprise

L'architecture d'entreprise est un domaine relativement récent qui est apparu à la suite du besoin ressenti dans les années 90 de décrire, de comprendre, et de mettre en exergue les différents aspects de l'organisation économique, afin de rénover son fonctionnement et de l'adapter aux changements contextuels (Lapalme et al. 2016). Elle propose un ensemble de cadres qui orientent la modélisation et la création des futures entreprises. Le consortium *The Open Group* la définit tout en complétant celle de l'ISO 42010 : 2100 comme étant « la structure des composants, leurs interrelations, et les principes et les lignes directrices gouvernant leur conception et évolution à travers le temps » (Josey 2018, 7). L'architecture d'entreprise adopte un point de vue qui consiste à considérer l'entreprise comme un artefact tendant à changer pour s'adapter au contexte (Lapalme et al. 2016). Avec cette perception, l'entreprise est étudiée comme un objet complexe à décortiquer et à faire évoluer par ses constituants, suivant un cycle de vie. Mais l'élément le plus important est celui d'identifier et de traduire les exigences des parties prenantes de manière explicite, de les concilier, et d'assurer leur cohérence (The Open Group 2018).

Le système d'information était au départ au cœur de la définition des architectures d'entreprise (Lapalme et al. 2016), mais l'évolution de ce domaine a donné lieu par la suite à quatre autres sous-types distincts qui le composent (Josey 2018) :

- 1) Architecture métier (stratégie, processus métiers, organisation, gouvernance) ;
- 2) Architecture de données (gestion de la documentation des archives et des données physiques ou immatérielles) ;
- 3) Architecture d'application (logiciel et application informatique) ;
- 4) Architecture de la technologie (matériel et logiciel de déploiement, infrastructure technologique, système informatique, réseau, moyen de communication, etc.).

L'architecture d'entreprise doit impérativement couvrir le métier, les données, les applications, et les technologies sans quoi elle ne peut être reconnue comme complète. Un cadre d'architecture est dans l'ensemble une collection de méthode, de vocabulaire, et d'outils utilisés pour modéliser et emboîter les composantes d'un système (The Open Group 2018). Les différents cadres développés poursuivent une finalité commune qui consiste à (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003) :

- ◆ Intégrer les flux de l'entreprise tout au long de sa chaîne logistique afin d'améliorer la coordination et accroître son agilité ;
- ◆ Optimiser continuellement l'offre en prenant en compte les délais et les coûts ;
- ◆ Gérer les ressources humaines et le savoir ;
- ◆ Appliquer un développement dynamique de l'entreprise afin d'atteindre une organisation idéale ;
- ◆ Améliorer le déploiement des ressources techniques telles que le transport, le stockage, l'information, et la communication.

3.1.1. CIMOSA

Abréviation de *Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture*, CIMOSA est non seulement une méthodologie qui définit ses propres concepts, mais aussi une technique de modélisation (Aguilar-Savén 2004). Cette méthodologie a été développée dans les années 80 au cours du projet ESPRIT¹ pour l'analyse des systèmes de production intégrés (Bennour 2004). Son langage prend la forme d'un texte structuré qui utilise un lexique propre à la technique.

En étant bien défini dans sa sémantique et utilisation, CIMOSA permet de représenter quatre perspectives de l'entreprise (Vernadat 1999) :

¹ *European Strategic Program for Research in Information Technology.*

- ◆ La perspective fonctionnelle : pour la description des éléments opératoires (tâches, activités, processus) ;
- ◆ La perspective informationnelle : pour la description des objets de l'entreprise ainsi que de leur état à un instant donné ;
- ◆ La perspective ressources : pour la description des moyens impartis à une fonction, ainsi que les aptitudes de ces moyens (Bennour 2004) ;
- ◆ La perspective organisationnelle : pour la description de la répartition du pouvoir et des responsabilités dans l'entreprise.

La technique suggère d'établir un modèle de haut niveau qui intègre toutes ces perspectives (Frank 2014), et ce, à partir de plusieurs construits dédiés à cela. La méthodologie pour sa part est dotée d'une certaine flexibilité, avec laquelle il est permis d'établir des construits supplémentaires adaptés aux spécificités d'une entreprise particulière. En outre, la description des processus qui prend la forme d'un script et utilisant des termes clés ayant une connotation avec le langage informatique, ressemble à un algorithme qui supporte l'énonciation des événements¹ (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003).

CIMOSA est un cadre précurseur qui a été développé avec l'ambition de le hisser au niveau de standard, mais le projet s'est finalement arrêté en 1994 (Lapalme et al. 2016). CIMOSA en tant qu'approche méthodologique se présentait sous plusieurs strates organisées selon l'ordre suivant (Vernadat 1999) :

- ◆ Niveau d'expression des besoins ;
- ◆ Niveau de spécification de la conception (réponses aux besoins en matière de solutions) ;
- ◆ Niveau de l'implantation.

Les modèles produits sont censés être des modèles de référence (archétypes) pour être utilisé avec plusieurs degrés de généralisation (Frank 2014) :

- 1) Le modèle générique : c'est un modèle conçu pour être recouru par un grand nombre d'organisations ;
- 2) Le modèle partial : c'est un modèle réservé à un nombre assez réduit d'organisations ;
- 3) Le modèle particulier : jouissant d'un grand degré de particularisation, il n'est pertinent que pour une seule organisation.

La méthodologie se déploie en réalité à travers un cycle de vie. La modélisation des processus de l'entreprise est développée ainsi par (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003, 145) :

- ◆ La définition des besoins ;
- ◆ La spécification de la conception ;
- ◆ La description de l'implémentation ;
- ◆ La définition des tâches de maintenance.

Toutefois, CIMOSA ne définit pas un ordre particulier pour ces phases et ne fournit pas de détails supplémentaires sur l'aspect humain et organisationnel pour bien conduire un projet de changement.

3.1.2. PERA

Le cadre PERA (*Purdue Enterprise Reference Architecture*) a été développé par l'université Purdue² aux États-Unis. Sa méthodologie prend en compte la perspective fonctionnelle, ressources (moyens humains et équipements), et informationnelle d'une entreprise. Elle est également fondée sur la notion de cycle de vie et propose en ce sens cinq phases de modélisation (Vernadat 1999) :

- 1) Phase de conceptualisation : cette phase se compose en deux étapes :

¹ Les événements provoquent l'exécution des processus.

² Elle a été développée plus précisément par le professeur T.J. Williams en 1992.

- i) Étape d'identification qui détermine la portée et les limites de l'étude ;
- ii) Étape de concept par laquelle la direction générale définit une vision pour le projet de modélisation ;
- 2) Phase de définition : celle-ci détermine les besoins, les entités devant satisfaire ces besoins, et les flux liés à ces entités ;
- 3) Phase de conception : elle comporte également deux étapes :
 - i) Étape de conception fonctionnelle : celle-ci détermine les caractéristiques des tâches à effectuer, les caractéristiques de l'organisation humaine, la structure du système d'information, et la structure du système physique ;
 - ii) Étape de conception détaillée : celle-ci raffine l'étape précédente avec plus d'éléments et la complète ;
- 4) Phase d'installation et de construction : au cours de ce stade, tous les systèmes sont implémentés, le personnel est formé, les tests et le démarrage fonctionnel des installations sont effectués. Autrement dit, le modèle conçu est implémenté ;
- 5) Phase opérationnelle et de maintenance : cette phase correspond à l'évaluation de l'efficacité de l'implémentation. L'évaluation débouche soit sur l'exécution des mesures d'entretien, soit sur la refonte de certaines parties de l'installation.

Sachant que le niveau de détails augmente avec les étapes, PERA permet d'élaborer des diagrammes qui capturent une perspective particulière parmi celles prévues. Les diagrammes sont par la suite intégrés dans un plan architectural dit : Master plan (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003).

PERA est le premier cadre qui s'est intéressé à l'intégration de l'aspect humain dans les systèmes industriels assistés par ordinateur. Il constitue par ailleurs un cadre sophistiqué et complexe, avec une structure modulaire interconnectée ayant justement pour intention de gérer la complexité des organisations (Williams 1993). Les tâches du système sont modélisées selon deux voies dans la phase de conceptualisation et de définition : la voie information (qui manipule les objets de donnée, de contrôle, et de décision) et la voie fabrication (qui manipule les objets physiques). Par la suite, en fonction du niveau d'automatisation des tâches, trois autres voies sont dérivées dans la phase d'implémentation. Dans cette phase, un système d'activités humaines, un système d'information, et un système de fabrication sont définis. Dans le premier système, les tâches ne sont pas automatisées (opérations effectuées par l'être humain), alors que dans les deux autres systèmes les tâches sont réalisées par d'autres types de ressources (les logiciels ou les équipements) (Fox et Gruninger 1998).

3.1.3. ARIS

ARIS (*Architecture of Integrated Information Systems*) constitue l'un des cadres les plus populaires et les plus utilisés dans le domaine (Hepp et Roman 2007). Sa méthodologie combine, pour définir son propre cycle de vie, entre différentes vues désignées par la maison ARIS (*ARIS House*) et plusieurs couches de domaines désignées par *ARIS HOBE* (cf. table 2.13, p. suiv.). La méthodologie décrit comment modéliser la perspective fonctionnelle, informationnelle, sortie, organisationnelle, et contrôle. La vue contrôle constitue un pivot reliant les autres vues et précisant leurs interrelations. La vue sortie par contre n'est modélisée que dans la phase de spécification des besoins (Scheer 2000, selon table des matières). ARIS indique également la manière d'imbriquer les vues dans chaque niveau de spécification prédéfini : ingénierie des processus, planification des processus et contrôle, contrôle de workflow, et système d'application (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003). Dans le premier niveau de détails, le modèle d'architecture se focalise sur la représentation des processus métiers. L'accent est mis dans le deuxième niveau sur la planification de la charge et capacité, et le suivi du processus par leur propriétaire. Le troisième niveau met en relief les objets de donnée échangés entre les processus afin de les gérer par un système workflow. Le quatrième niveau montre l'ensemble des logiciels, systèmes d'information et

composants d'application supportant les processus et mécanismes définis dans les couches supérieures (Scheer et Nüttgens 2000).

Table 2.13. Méthodologie de ARIS

Vues ∨		Maison ARIS					
Niveau de spécification ↓	Cycle de vie ∨	Organisation	Fonction	Donnée	Contrôle	Sortie	
ARIS HOBE	Ingénierie des processus	Définition des exigences					
		Conception des spécifications					
		Description de l'implémentation					
	Planification des processus et contrôle	Définition des exigences					
		Conception des spécifications					
		Description de l'implémentation					
	Contrôle de workflow	Définition des exigences					
		Conception des spécifications					
		Description de l'implémentation					
	Système d'application	Définition des exigences					
		Conception des spécifications					
		Description de l'implémentation					
						Configuration	

Source : Adaptée de Scheer 2000, fig. 1a & 2.

Note : Les parties en gris signifient que la phase n'implique pas la vue sortie.

Le cycle de vie se déroule par trois phases inspirées du domaine de développement des systèmes. Ce cycle se répète à chaque niveau de détails selon le cadre présenté dans la table 2.13 (Davis et Brabänder 2007 ; Davis 2001) :

- 1) Définition des exigences : il s'agit de décrire les processus de l'organisation d'après les cinq vues de la maison ARIS et en fonction de la vue des acteurs concernés (utilisateurs et propriétaires). Cette première phase définit sous un aspect formel les concepts utilisés par l'organisation ;
- 2) Conception des spécifications : cette étape fournit des détails techniques sur les exigences formulées, pour prévoir les logiciels chargés de les prendre en charge. En d'autres termes, la conception des spécifications consiste à traduire les besoins exprimés conceptuellement en modèle techniquement plus élaboré et détaillé, contenant des solutions technologiques adéquates. La phase correspond à ce qui est connu par la conception logique dans le domaine de développement des systèmes ;
- 3) Description de l'implémentation : le cycle de vie se termine par la description de la plateforme technologique. Cette dernière est composée de l'infrastructure informatique, des dispositifs et agrès de communication, et de l'ensemble des modules et systèmes logiciels nécessaires.

Le cycle de vie d'ARIS était au départ presque identique à celui de CIMOSA (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003). Il était au nombre de cinq phases, puis il a été adapté pour s'intégrer à la maison ARIS (Davis et Brabänder 2007).

3.1.4. GIM

Le langage de modélisation GRAI présenté dans la section 1.2.3.1 a été élargi par le projet ESPRIT pour devenir par la suite une méthodologie intégrée dénommée GIM (*GRAI Integrated Méthodologie*). Celle-ci propose trois niveaux de modélisation : niveau conceptuel, niveau structurel, et niveau de réalisation (Vernadat 1999), qui ont le même sens que ceux de la méthodologie CIMOSA (cf. sect. 3.1.1). Le cadre GIM se présente de manière particulière dans la mesure où il propose un ensemble de méthodes répondant aux exigences de son architecture présentée dans la figure 2.26 (cf. p. suiv.). Les quelques méthodes suggérées par le cadre GIM sont (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003) :

- 1) Le BENCHGRAI : dédiée à la préparation du projet de modélisation.
- 2) L'ECOGRAI : pour l'instauration d'un système de mesure de la performance (cf. chap. 1 sect. 4.2.2.3.1) ;

- 3) GRAI Evolution Methodology (GEM) : réservée à la gestion du changement de l'entreprise ;
- 4) GRAI Message : dédiée à l'élaboration des plans d'affaires ;
- 5) GIMSOFIT : réservée à la spécification et à la sélection d'un ERP ;
- 6) GRAI Engineering : consacrée à la supervision de la conception des produits.

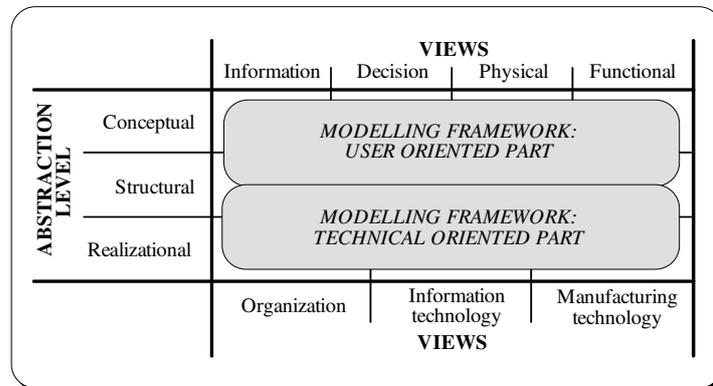


Figure 2.26. Le cadre GIM. Par Doumeingts et al. 1993, fig. 5.

Le cycle de vie de GIM s'articule autour des phases suivantes (Doumeingts et al. 1993) :

- 1) Initialisation et participants : considérée comme une phase de préparation, elle comporte 9 étapes entre lesquelles sont identifiés trois types de participants : le comité de projet, le groupe d'analystes, le groupe de synthèses (futurs utilisateurs), et le groupe d'utilisateurs (chargés d'alimenter les autres groupes en informations nécessaires). Les étapes quant à eux consistent en :
 - i) L'identification des objectifs de l'organisation et la définition de son contexte,
 - ii) L'exposition de la méthodologie aux cadres dirigeants,
 - iii) La délimitation du champ de l'étude,
 - iv) La mise en œuvre d'un diagnostic préalable,
 - v) La détermination des jalons,
 - vi) L'identification des personnes impliquées dans le projet (les participants),
 - vii) La formation des participants,
 - viii) La planification des ressources pour l'exécution de la prochaine phase,
 - ix) la communication du lancement du projet ;
- 2) Analyse : dans cette grande étape qui ne doit pas durer plus de deux mois, le système étudié est décrit suivant les vues définies dans le cadre (perspective informationnelle, décisionnelle, fonctionnelle, et physique). Deux approches sont employées dans l'analyse : la première est descendante et s'organise par des meetings réguliers (au maximum 4 rencontres) entre le groupe de synthèse et le groupe d'analystes. La deuxième est ascendante et se déploie par l'interview du groupe utilisateur. C'est le groupe d'analystes qui est chargé d'effectuer ces interviews et de les transformer en modèle conceptuel par un langage de modélisation. C'est aussi dans cette phase que les points faibles du système sont soulevés, en particulier lorsqu'il est comparé à un modèle de référence ;
- 3) Conception : les carences du système détectées par la phase précédente conduisent vers la prise de mesures d'améliorations dans cette phase. Ce stade consiste donc à élaborer le futur système muni de ses nouvelles solutions. Il se déroule en deux étapes :
 - i) Le design orienté utilisateur : cela consiste à établir la spécification du modèle du point de vue de l'utilisateur, et ce, au niveau de l'abstraction conceptuelle et structurelle, conformément au cadre GIM (cf. fig. 2.26) ;
 - ii) Le design orienté technique : il s'agit de fournir un modèle plus détaillé, contenant des spécifications techniques du nouveau système, selon la perspective organisationnelle et technologique (information et industrie) ;

- 4) Implémentation : cette dernière partie de l'approche GIM a pour objet de mener à bien le passage de l'ancien système vers le nouveau ciblé et caractérisé dans la phase précédente. Il est question de réduire les effets secondaires qui pourraient faire suite à ce nouveau système. Ainsi, cette phase se déroule par les trois étapes suivantes :
- i) La mise en place et la formation des nouvelles ressources,
 - ii) L'arrangement des dispositions nécessaires pour la mise en route du nouveau système,
 - iii) L'exécution du nouveau système avec toutes ses potentialités. Dans le cas où des défauts apparaîtraient, des opérations de maintenance sont programmées.

3.1.5. GERAM

Le cadre GERAM (*Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology*) revient son origine à une réflexion initiée par le groupe *IFAC/IFIP task force on architecture for enterprise integration* dans un projet voulant introduire l'idée de l'intégration des entreprises. Sa méthodologie regroupe celles que nous avons vues précédemment : CIMOSA, GIM, PERA, et de surcroît des techniques de modélisation comme (Vernadat 1999) :

- ◆ ARIS (cf. sect. 3.1.3) ;
- ◆ IEM (*Integrated Enterprise Modeling*) ;
- ◆ ENV40003 : « une pré-norme du Comité Européen de Normalisation (CEN) pour la modélisation en entreprise » (Vernadat 1999, 15).

Le cadre est considéré comme générique dès le moment où il a synthétisé les particularités des cadres cités. Les modèles produits peuvent couvrir ainsi l'aspect : fonctionnel, informationnel, ressources, et organisationnel. En réalité, GERAM reprend, pour constituer sa méthodologie, le cycle de vie du cadre PERA pour le combiner avec celui de ARIS. PERA est d'ailleurs estimé comme le plus complet sur l'ensemble des cadres évalués (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003). Une dernière étape dite de démantèlement a été toutefois ajoutée (Vernadat 1999). GERAM récupère les vues pertinentes définies par un cadre désigné GERA (*Generalised Enterprise Reference Architecture*) qui deviendra sa composante principale. Sachant que GERA est un standard européen et international (EN/IS 19439 : 2002), plusieurs critères ont été définis dans celui-ci :

- 1) La couverture de l'aspect humain en définissant les rôles et les mesures d'implication des parties prenantes dans l'analyse et la conception ;
- 2) La distinction dans l'aspect technique entre la conception orientée vers l'utilisateur et celle orientée vers la technologie ;
- 3) L'usage des techniques de management de projet ;
- 4) La prise en considération des aspects économiques en calculant les coûts et l'évaluation de la performance.

En fin de compte, GERAM se présente avec trois dimensions (cf. fig. 2.27, p. suiv.), après avoir combiné l'ensemble des cadres de modélisations (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003) :

- 1) Dimension cycle de vie : GERAM fait abstraction de la notion du temps dans sa méthodologie. Ainsi, ses stades ne sont pas nécessairement séquentiels. En somme, son cycle de vie se déroule par les phases suivantes :
 - i) Identification : cette phase procède à l'identification des limites de l'entité étudiée et les relations de cette dernière avec son environnement interne et externe. Elle détermine aussi le besoin de changement et sa nature ;
 - ii) Concepts : est la définition de la mission, la vision, la stratégie, le plan, l'objectif, et la politique de l'entité en question ;
 - iii) Exigence : elle concerne la description des exigences opérationnelles en termes de fonctions, de comportements, d'informations, de capacité, de fabrication, de management, et de contrôle ;

- iv) Conception : est la spécification de l'entité avec ses composantes selon les exigences. Cette spécification englobe les tâches humaines et automatiques, les ressources, les informations nécessaires, le management, et le contrôle ;
- v) Implémentation : cette phase s'accomplit par :
 - a) l'achat, la configuration, et la mise en marche des installations,
 - b) le recrutement et la formation du personnel,
 - c) le développement ou le changement de l'organisation humaine,
 - d) le test des composants et la validation,
 - e) l'intégration du système ;
- vi) Opérations : ce sont les activités requises pour surveiller, évaluer, et contrôler l'exécution des tâches. Par conséquent, toutes déviations par rapport aux objectifs conduisent vers des mesures qui se traduisent soit par des programmes d'amélioration continue, ou par la réingénierie ;
- vii) Démantèlement : la fin de vie de l'entité entraîne des activités qui consistent à réaliser sa dissolution, son désassemblage, son transfert, sa préservation, sa refonte ou son recyclage ;

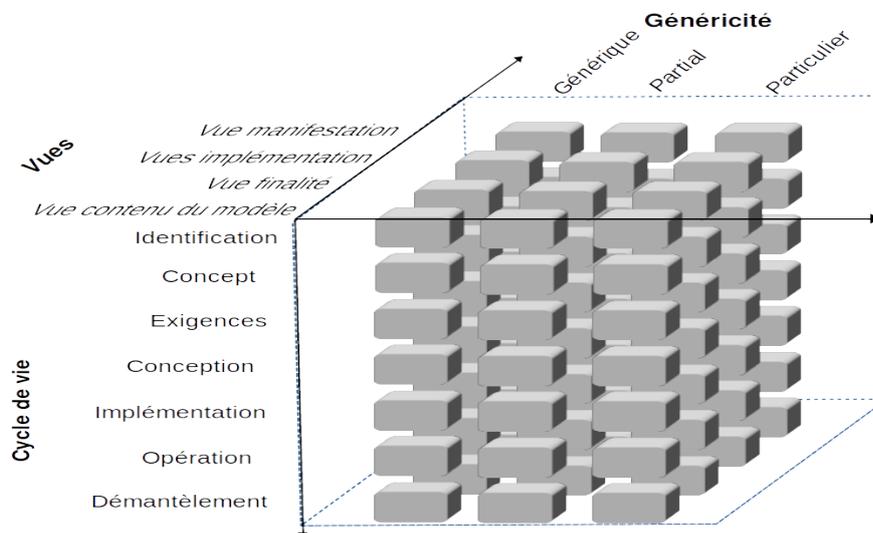


Figure 2.27. Cadre de modélisation de GERAM/GERA. Adaptée de Bernus, Nemes, et Schmidt 2003, fig. 2.8 & 2.9.

- 2) Dimension vues : la liste des vues suggérées par GERA et introduite dans cette dimension qui n'est pas limitative, car ce cadre considère que le modélisateur peut en apporter d'autres pour autant qu'il existe un langage de modélisation pouvant la supporter. Les vues adoptées sont donc :
- i) Vue du contenu du modèle : cette vue couvre quatre aspects considérés comme principaux dans une organisation : l'aspect fonctionnel, informationnel, ressources, et organisationnel ;
 - ii) Vue finalité de l'entité : deux subdivisions de vue sont associées à celle-ci. La première concerne l'étude de la mission de l'entité et les résultats qu'elle engendre. Elle est dénommée « vue service client et produit ». La deuxième subdivision capture les éléments essentiels pour la gestion et la maîtrise des opérations de production. Cette vue est celle du management et du contrôle ;
 - iii) Vue implémentation de l'entité : l'implantation des tâches dans une organisation exige la prise en compte de plusieurs perspectives organisées en deux vues annexes :
 - a) Vue selon les activités humaines : elle englobe les tâches pouvant être réalisées par l'être humain. Cette vue détaille le niveau d'automatisation de ces tâches ;
 - b) Vue selon les activités automatiques : elle couvre contrairement à la précédente toutes les tâches réalisées par les machines ;
 - iv) Vue manifestation physique de l'entité : cette vue de haut niveau est également

subdivisée en :

- a) Vue logicielle (*software*) : elle recense toutes les ressources informationnelles capables d'activer l'exécution d'une tâche, telles que les programmes ou les instructions humaines ;
 - b) Vue matérielle (*hardware*) : elle décrit les ressources physiques capables d'exécuter les tâches, telles que les ordinateurs, l'effectif humain, ou les machines ;
- 3) Dimension généricité : dans cette dimension, on retrouve les trois principaux niveaux de représentation définis par CIMOSA (cf. sect. 3.1.1) : générique, partial, et particulier.

Au côté de sa méthodologie, GERAM n'expose pas de langage de modélisation, mais plutôt un cadre théorique d'organisation entre les différentes techniques et concepts les plus utilisés dans deux domaines : la modélisation et l'intégration des entreprises (Bruno Vallespir et al. 2003). Elle fournit de la sorte un ensemble de métamodèles, et définit quelles vues et quels langages sont requis pour un projet de modélisation, sachant en outre qu'elle n'impose pas de modéliser toutes les vues dans chaque phase du cycle de vie qu'elle propose.

3.1.6. Zachman

Zachman du nom de son auteur est un cadre de modélisation qui a peu de ressemblance avec les autres. Il a été conçu au départ pour l'architecture des systèmes d'information, puis il s'est développé pour couvrir les autres aspects de l'entreprise. Voyant l'entreprise comme un ensemble de composantes, Zachman développe une sorte d'ontologie de l'entreprise en exploitant des questionnements intuitifs et recouru couramment dans tous les domaines pour décrire sa nature. Plus précisément, le cadre est fondé sur une classification à deux dimensions des éléments de la description conceptuelle de l'entreprise. La première se réfère sur les fondamentaux de la communication qui s'articulent autour des cinq interrogations primitives : Quoi ? Comment ? Où ? Qui ? Quand ? Pourquoi ? La deuxième dimension constitue les réponses à ces questions en fonction de différentes perspectives adoptées par plusieurs acteurs. Les perspectives expriment le point de vue de l'administration, du gestionnaire, de l'architecte SI, de l'ingénieur, du technicien, et de l'utilisateur dans l'entreprise (cf. fig. 2.28, p. suiv.).

Le cadre Zachman a été interprété différemment et a évolué au fil des années depuis 1984 — date de sa première édition — jusqu'à fournir après 11 adaptations la version 3.0 (présentée dans la fig. 2.28). Le croisement de chaque colonne avec une ligne propose de définir — selon la perception d'un type d'audience — les objets, le processus de transformation, le réseau de répartition spéciale, les ressources selon leurs rôles et responsabilités, le temps, et les buts. Ces perceptions peuvent être soit contextuelles, conceptuelles, logiques, physiques, ou exécutives (implémentation).

Zachman présente la particularité d'être focalisé sur les parties prenantes de l'organisation. Il met en avant la perception et le rôle du propriétaire, des employés, des tiers, et de l'architecte sur les différentes structures de l'organisation (fonctionnelle, informationnelle, organisationnelle, ressources, technique, etc.) (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003).

Les différentes perspectives proposées composent plusieurs couches de modélisation sans qu'elles ne soient reliées par un lien de niveau de détails. Chacune peut être considérée comme une traduction de sa précédente (alignement vertical) (Lapalme et al. 2016). En somme, la première couche représentée par la première ligne reflète la vue du PDG ou des propriétaires. Elle est focalisée sur la position et les considérations stratégiques de l'organisation. La deuxième ligne est celle du DG. Celle-ci est concernée par la gestion des activités. Cette couche expose l'opérationnalisation de la vision exprimée dans la précédente.

La troisième ligne est celle de l'architecte qui développe un point de vue structurel ; en représentant la couche précédente sous forme de système constitué d'éléments solidaires par des liens logiques. La quatrième ligne revient à celle de l'ingénieur qui va créer les composantes identifiées du système, et mettre au point leurs spécifications. La cinquième ligne concerne le technicien qui sera chargé de mettre en œuvre et d'implanter les composantes explicitement caractérisées antérieurement. La dernière ligne désignée par la perspective de l'entreprise n'est autre que le point de vue du client interne ou externe. Celui-ci est en fait l'utilisateur ultime de la conception. Il est aussi celui sur qui les effets de cette conception se manifestent. Par ailleurs, le degré d'abstraction est traité en colonnes. Il est le résultat de la combinaison des interrogations primitives.

Zachman apporte à travers cet agencement général une vue holistique de l'entreprise tout étant clair et simple (Lapalme et al. 2016). Ceci constitue probablement sa force et expliquerait sa popularité.



Figure 2.28. Cadre Zachman version 3.0. Par J. P. Zachman 2011.

Le cadre est considéré par certains comme n'étant pas une méthodologie proprement dite, mais un guide général pour la modélisation. Cependant, des méthodologies propriétaires (ForeSight, Popkin Process, Ptech's Causal Architecture) ont vu le jour pour aider le modélisateur à bien choisir les techniques et outils qui lui permettent d'atteindre ses objectifs. Il n'en reste pas moins que Zachman a établi deux orientations phares dans la modélisation d'entreprise (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003) :

- 1) La modélisation de l'existant (*As is*) afin d'apporter des améliorations aux processus opérationnels actuels ;
- 2) Le développement d'un nouveau modèle (*to be*) avec lequel les changements sur l'entreprise seront conduits.

3.1.7. TOGAF

The Open Group est un consortium qui regroupe plus de 580 organisations et collaborateurs constitués de consultants et d'académiciens avec l'intention de développer des technologies open source. Le pool a fondé en 1995 un standard désigné par *The Open Goup Architecture Framework* (TOGAF). La première version du standard a été inspirée du cadre architectural du département de la défense américaine sous l'abréviation TAFIM¹. TOGAF avec ses différentes moutures a été distribué gratuitement à travers le site internet du consortium². La dernière version 9.2 est celle qui sera exposée dans ce texte.

TOGAF se présente en une structure modulaire contenant une collection d'éléments permettant de créer l'architecture d'une entreprise selon la méthodologie ADM (*Architecture Development Method*). Ce corpus désigné par « la bibliothèque TOGAF » comporte une spécification, plusieurs guides complémentaires, des modèles de référence, et des trames de conception (Josey 2018). Le cadre est assez général couvrant un bon nombre de type d'organisation. Il est aussi assez flexible dans la mesure où il est possible d'adopter un ou plusieurs modules du standard séparément, ou de les intégrer dans d'autres cadres d'architecture (The Open Group 2018).

Étant donné que le standard est formé d'une multitude de parties (ADM, lignes directrices et techniques, cadre de contenu d'architecture, continuum d'entreprise et outils, cadre de capacité d'architecture), nous nous limiterons de présenter uniquement la méthode ADM, qui est au cœur de la spécification TOGAF.

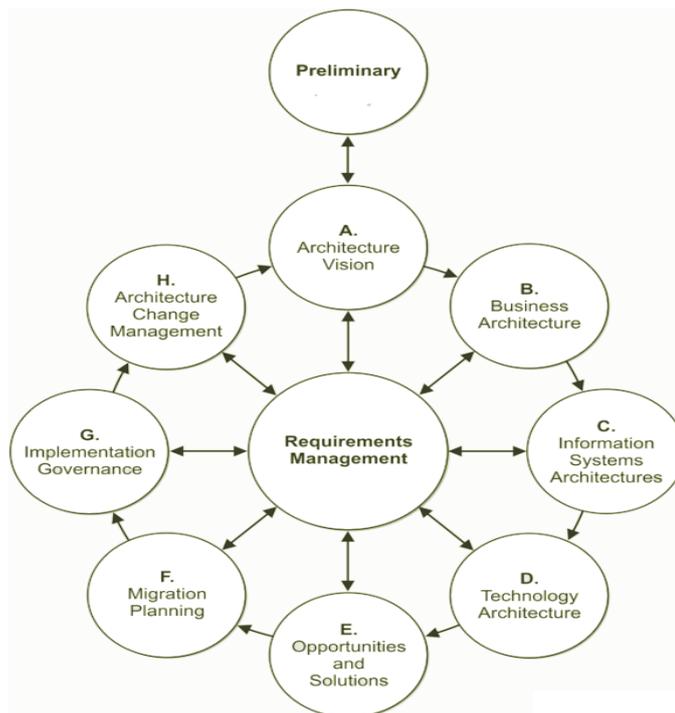


Figure 2.29. Étapes de l'approche TOGAF. Par The Open Group 2018, fig. 5-1.

Comme dans la plupart des cadres de modélisation l'ADM définit d'abord le cycle de vie de développement d'une architecture en détaillant dans chacune de ses phases : les objectifs, la méthode, les éléments utilisés, et les éléments produits ; puis, il fournit un ensemble de techniques permettant de réaliser certains types d'analyse, ainsi que des directives pour adapter l'application de la méthodologie au contexte du projet. L'approche étant extrêmement détaillée et exceptionnellement longue, nous nous sommes restreints sur la présentation de ses

¹ Department of Defense Technical Architecture Framework for Information Management.

² www.opengroup.org

points principaux. L'ADM se déroule selon la figure 2.29 par les phases et étapes suivantes (The Open Group 2018) :

- 1) Préliminaire : la préparation du projet de développement architectural doit répondre à plusieurs questions : En quoi il consiste ? Pourquoi a-t-il été initié ? Où sera-t-il entamé ? Qui le conduira ? Et comment ? Cette phase passe en tout par les étapes suivantes :
 - i) Définir la portée de l'architecture : avant de démarrer la conception, l'architecte doit choisir la portée verticale et horizontale de son projet. La portée horizontale concerne l'étendue de la modélisation qui peut être d'une simple unité organisationnelle à un ensemble d'entreprises. La portée verticale est en rapport avec le niveau de détails et le niveau de granularité choisi dans la modélisation. L'activité préambule consiste aussi à identifier toutes les parties affectées (entreprise en dehors de la portée, les parties prenantes) par les aptitudes projetées pour l'entreprise ainsi que la gouvernance concernée ;
 - ii) Confirmer les cadres de gouvernance et de soutien : cela consiste à déterminer « quels types de caractéristiques du référentiel de gouvernance seront nécessaires, quelles relations et quel statut sont nécessaires pour déterminer quel processus de gouvernance (dérogation, conformité, prise en charge, retrait, etc.) est la propriété d'un artefact architectural » (The Open Group 2018, chap. 5) ;
 - iii) Définir l'équipe de l'architecture et son organisation : ceci revient à définir principalement les capacités de l'entreprise à développer et à distribuer les rôles et les responsabilités de gestion et de gouvernance de ces capacités, à anticiper l'effet et l'impact du projet, et à identifier les contraintes et le budget du projet ;
 - iv) Établir les principes d'architecture : sur la base de la politique et des principes appliqués dans l'entreprise, les principes d'architecture sont inspirés et établis ;
 - v) Adapter TOGAF : selon le besoin, des réglages peuvent être apportés au cadre en modifiant :
 - a) la terminologie utilisée pour la conformer à celle recouru dans l'entreprise,
 - b) les processus en ajoutant ou supprimant certaines activités spécifiques,
 - c) le contenu du cadre et du continuum d'entreprise ;
 - vi) Développer une stratégie et un plan d'implémentation pour les outils et les techniques : cela consiste à sélectionner les outils à utiliser et à installer, ainsi que le procédé de leur implémentation. L'implémentation peut être basée sur de simples outils bureautiques, ou sur le déploiement de certaines applications ;
- 2) La vision de l'architecture : cette phase a pour objectif d'acquiescer les autorisations pour appliquer et distribuer le plan de travail, et définir les résultats escomptés de l'architecture qui se présentent sous forme de capacités attendues. Par conséquent, le projet d'architecture devra être documenté et approuvé par les commanditaires. Le document devra fournir un aperçu de haut niveau sur l'architecture visée, et préciser la concordance de cette architecture avec la stratégie et les objectifs de l'entreprise. Le document devra également indiquer les bénéfices tirés par les parties prenantes. Cette phase s'accomplit par les étapes suivantes :
 - i) Confection du projet d'architecture,
 - ii) Identification des parties prenantes et de leur intérêt, ainsi que les exigences business,
 - iii) Fixation des objectifs de l'entreprise et identification des motivations et des contraintes,
 - iv) Évaluation des facultés à élaborer l'architecture,
 - v) Évaluation de la prédisposition à la transformation,
 - vi) Définition de la portée (verticale, horizontale, les parties de l'architecture, le domaine [métiers, données, applications, technologies], la période du projet, les actifs utilisés et enrichis),

- vii) Confirmation et élaboration des principes d'architecture et les principes métiers (explications et exemples),
 - viii) Développement de la vision de l'architecture (définir un point de comparaison et l'architecture cible),
 - ix) Définition de valeurs sur les propriétés de l'architecture cible, et les indicateurs clés de performance,
 - x) Identification des risques de transformation du métier et les activités d'atténuation,
 - xi) Déclaration du travail d'architecture et obtention de l'approbation de la part des sponsors ;
- 3) Architecture du business : cette phase est cruciale, car elle montre comment l'architecture visée est matérialisée. En l'occurrence, cette phase est articulée par les étapes suivantes :
- i) Sélection des modèles de références, des points de vue, et des outils : les modèles de référence font allusion aux blocs de construction prédéfinis et réutilisables. Le point de vue pour sa part peut être opérationnel, managérial, financier, etc., alors que les outils peuvent être de simples documents ou des techniques de modélisation spécialisées comme la cartographie des capacités business, l'organigramme, la cartographie de la chaîne de valeur, l'analyse structurelle, l'analyse des cas d'utilisation, et la modélisation des processus. Il s'agit aussi dans cette étape de choisir les types de représentation à retenir et qui peuvent être :
 - a) des matrices pour mettre en exergues les relations entre plusieurs variables importantes telles que : la matrice capacité et chaîne de valeur, la matrice stratégie et capacité, la matrice capacité de l'organisation, la matrice d'interaction entre les entreprises, la matrice acteurs et rôles, la matrice d'échange d'informations ;
 - b) des diagrammes pour exposer les éléments de l'architecture. Ces diagrammes peuvent être ceux du modèle métier, carte des capacités, carte de la chaîne de valeur, l'organigramme, l'empreinte commerciale, service/informations commerciales, décomposition fonctionnelle, but/objectif/service, cas d'utilisation du business, décomposition de l'organisation, connectivité des nœuds, flux de processus, ou diagramme des événements ;
 - ii) Développer les lignes de base de la description de l'architecture du business ;
 - iii) Développer la cible de la description de l'architecture du business ;
 - iv) Réaliser une analyse d'écart : ceci implique la comparaison entre les lignes de base et l'architecture développée en termes d'objectif, de principes, de contraintes, et d'exigences. Ainsi, les composantes qui ont besoin d'être améliorées et développées se révèlent dans cette étape ;
 - v) Définir la feuille de route pour les composantes candidates ;
 - vi) Résoudre les impacts sur le paysage architectural : autrement dit, identifier les effets sur d'autres architectures (ou leurs composantes) préexistantes ou projetées ;
 - vii) Conduire une revue officielle de la part des parties prenantes ;
 - viii) Finaliser l'architecture du business (documenter l'architecture et ses blocs de construction, effectuer une traçabilité) ;
 - ix) Créer le document de définition de l'architecture ;
- 4) L'architecture du système d'information : il s'agit dans cette phase de développer la couche de l'architecture qui couvre le système d'information. Pour cela il faudrait développer de manière concomitante l'architecture des données et l'architecture application :
- i) L'architecture des données : elle est constituée suivant les mêmes étapes mentionnées dans la phase 3. Il est question d'élaborer la structure des données d'après un plan montrant la communication dans l'entreprise, ou en fonction des besoins des logiciels. Il est possible en cette matière d'utiliser :

- a) des outils spécifiques tels que le diagramme entité-relation et l'UML,
 - b) certaines matrices telles que la matrice entité de données et fonction, la matrice service et information, la matrice application et données,
 - c) d'éventuels diagrammes tels que le diagramme conceptuel des données, le diagramme de données logiques, le diagramme de diffusion des données, le diagramme de cycle de vie des données, le diagramme de sécurité des données, et le diagramme de migration des données ;
- ii) L'architecture application : les étapes de la phase 3 sont répétées pour élaborer la plateforme des applications et leur structure. L'ensemble des matrices qui peuvent être utilisées pour révéler les liens entre les éléments principaux d'un modèle sont la matrice application et organisation, la matrice rôle et application, la matrice de l'interaction des applications, et la matrice application et fonction. Concernant les diagrammes, il peut s'agir de concevoir : le schéma de communication de l'application, le diagramme d'application et d'emplacement utilisateur, le diagramme de gestion d'entreprise, le diagramme de réalisation processus/application, le diagramme de migration de l'application, le diagramme de distribution des logiciels, le schéma d'ingénierie logiciel, et le diagramme de cas d'utilisation de l'application ;
- 5) L'architecture technologie : cette phase ne reflète pas seulement le développement de l'infrastructure technologique qui est composée d'applications et du matériel informatique, mais aussi l'adoption des nouvelles technologies caractérisées par l'association des fonctionnalités de télécommunication avec celles qui sont purement informatiques. Les 9 étapes de la phase 3 sont appliquées pour conduire ce stade de la méthodologie. La matrice application/technologie figure parmi les outils possibles d'utiliser, ainsi que : le diagramme environnements et emplacements, le diagramme de décomposition de la plateforme, le diagramme de traitement, le schéma informatique/matériel en réseau, et le schéma de réseau et de communication ;
- 6) Opportunité et solution : dans ce stade de la méthodologie, il est question de décrire les opérations d'implémentation de l'architecture ambitionnée. En cela, les étapes suivantes devraient être suivies :
- i) Déterminer/Confirmer les principaux attributs de changement de l'entreprise (identifier les facteurs facilitant l'implémentation de l'architecture et les décisions prises pour l'accomplir),
 - ii) Déterminer les contraintes métiers pour la mise en œuvre (identifier tous les obstacles éventuels qui pourraient entraver le processus de l'implémentation)
 - iii) Examiner et consolider les résultats de l'analyse des écarts réalisée dans les phases 3, 4, et 5 (rassembler les résultats des analyses en un seul corpus et apporter les solutions),
 - iv) Examiner les exigences entre les fonctions métiers associées (consolidation des différentes exigences afin d'apporter des réponses partagées),
 - v) Consolider et réconcilier les exigences d'interopérabilité,
 - vi) Affiner et valider les dépendances,
 - vii) Confirmer la prédisposition et le risque de transformation de l'entreprise (réviser les risques de changement mis en exergue dans la première phase),
 - viii) Formuler la stratégie de mise en œuvre et de migration (adopter une approche de changement),
 - ix) Identifier et regrouper les principaux lots de travaux en fonction des consolidations réalisées précédemment,
 - x) Identifier les architectures de transition (définir les architectures intermédiaires pour conduire une implémentation progressive),
 - xi) Créer la feuille de route de l'architecture, le plan d'implémentation et de migration (fusionner les architectures de transition et les lots de travaux pour constituer la

- feuille de route qui est soutenue par le plan d'implémentation et de migration. Ce plan décrit les activités nécessaires à la réalisation de la première version de la feuille de route) ;
- 7) Plan de migration : pour finaliser la feuille de route ainsi que le plan d'implémentation et de migration, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes :
 - i) Confirmer les interactions du cadre de gestion pour le plan d'implémentation et de migration (aligner le plan d'implémentation et de migration avec les autres plans de l'entreprise),
 - ii) Affecter une valeur métier à chaque lot de travaux,
 - iii) Estimer les besoins en ressources et le calendrier de chaque projet,
 - iv) Prioriser les projets de migration en fonction d'une évaluation de type coûts/avantages et validation des risques,
 - v) Confirmer la feuille de route de l'architecture et mettre à jour le document de définition de l'architecture,
 - vi) Achever le plan d'implémentation et de migration,
 - vii) Achever le cycle de développement de l'architecture et documenter les leçons apprises ;
 - 8) Gouvernance de l'implémentation : il s'agit dans ce stade d'effectuer la gestion de l'implémentation afin d'assurer sa conformité avec l'architecture visée. Les étapes suivantes sont définies pour effectuer cela :
 - i) Confirmer la portée et les priorités de déploiement avec la gestion du développement,
 - ii) Identifier les ressources et compétences de déploiement,
 - iii) Guide de développement de déploiement de solutions,
 - iv) Effectuer des revues de conformité de l'architecture d'entreprise,
 - v) Implémenter les opérations du métier et la technologie de l'information,
 - vi) Effectuer un examen post-implémentation et clôturer l'implémentation ;
 - 9) Gestion du changement de l'architecture : étant par nature dynamique, l'architecture d'entreprise est une activité continue qui veille à ce que les transformations nécessaires soient envisagées ou programmées, soit parce que l'architecture implémentée n'a pas été parfaite et que certaines de ses parties restent à parachever, ou à améliorer, soit parce que le contexte actuel ou futur requiert davantage de changement. Dans ce cadre, TOGAF définit les étapes suivantes :
 - i) Établir un processus de réalisation de valeur,
 - ii) Déployer des outils de surveillance,
 - iii) Gérer les risques,
 - iv) Fournir une analyse pour la gestion du changement de l'architecture,
 - v) Préciser les exigences de changement pour atteindre les objectifs de performance,
 - vi) Gérer le processus de gouvernance (organiser les meetings),
 - vii) Activer le processus pour implémenter le changement ;
 - 10) Gestion des exigences : le processus de gestion des exigences doit être assuré à tout moment et en parallèle des phases de l'ADM. Ceci afin de garantir la mise à jour des exigences, introduire de nouveaux besoins, et ajuster ou supprimer les anciens besoins.

TOGAF est le cadre le plus utilisé dans le domaine de l'architecture d'entreprise (Lapalme et al. 2016). Son adoption de la part du gouvernement sud-africain comme référence à leur propre cadre GEWA¹ (Gerber, Kotzé, et Van der Merwe 2010) confirme sa grande qualité. En effet, il comprend les meilleures pratiques exercées dans le domaine, et propose un dépôt de modèles réutilisables (Josey 2018 ; The Open Group 2018). Par ailleurs, en dépit de sa grande complémentarité et sa description méticuleuse du processus de développement, le cadre n'est pas dépourvu de critiques. Selon nous, l'ADM se présente comme un processus long,

¹ *Government Wide Enterprise Architecture.*

complexe, et critique dans la mesure où chaque étape paraît très dépendante de certaines autres, et d'une multitude de contenus propres à la spécification. Il nous donne également l'impression qu'il existe des redondances dans le contenu des phases, ou entre certaines étapes. En outre, d'autres critiques ont été apportées sur le métamodèle de la spécification. Celui-ci a été considéré comme ambigu sur certains points, par exemple (Gerber, Kotzé, et Van der Merwe 2010) :

- ◆ Sur la distinction entre le service métier et l'application métier ;
- ◆ Sur la précision du concept « capacité » ;
- ◆ Sur l'inconsistance d'un point de vue ontologique du concept « service système d'information », et ce, en raison de son positionnement qui a été établi comme une sous-classe du service métier.

3.2. Approches orientées vers la qualité des modèles

Les méthodologies de modélisation inspirées par l'idée de la qualité des modèles ont été développées dans l'intention de fournir une représentation compréhensible et employable par toute sorte d'audience, non nécessairement par des experts de la modélisation d'entreprise. Dans ce cadre, White et Miers (2008) considèrent que le modèle devrait être :

- 1) Important : dans le sens où il décrit seulement ce qui est nécessaire ;
- 2) Précis : ne déroutant pas l'interprétation ;
- 3) Complet et parcimonieux : ce qui revient à simplifier le modèle convenablement ;
- 4) Compréhensible : impliquant la possession d'un sens pour l'audience.

Contrairement aux autres méthodologies, les approches orientées vers la qualité se focalisent sur le produit de la procédure de la modélisation au lieu de son processus (Nelson et al. 2012). Ce volet est substantiel à fortiori que des recherches empiriques réalisées dans cet esprit ont révélé deux principaux points (J. Mendling, Reijers, et van der Aalst 2010) :

- ◆ Les erreurs de représentation de la réalité du système, qui ont été estimées entre 10 % et 20 % dans un modèle, proviennent du manque d'expertise du modélisateur ;
- ◆ Plus le modèle conceptuel est grand, plus sa qualité se réduit.

Les approches orientées qualité ne se présentent pas dans la majorité des cas comme une suite d'étapes (processus) à suivre pour le développement d'un modèle, mais comme un ensemble d'heuristiques laissées au modalisateur le bon moment de leur usage.

La qualité du modèle a été abordée par quatre courants d'après J. Mendling, Reijers, et van der Aalst (2010) : cadres descendants (*top-down*), cadres ascendants (*bottom-up*), enquêtes empiriques, et directives pragmatiques. Seuls quelques-uns des travaux provenant de ces différentes tendances fournissent des recommandations méthodologiques pour l'amélioration de la qualité des modèles au moment de leur conception. Par conséquent, uniquement l'approche *Guideline of Modeling* (GoM), l'approche *Seven Process Modeling Guidelines* (7PMG), et l'approche SEQAUL ont été traitées dans cette partie du texte. Notons au passage que la première et la dernière approche sont des cadres qui suivent une logique descendante, alors que 7PMG est basé sur les recherches empiriques.

3.2.1. L'approche GoM

Le guide de modélisation GoM a été développé par Becker, Rosemann, et von Uthmann (2000) dans l'intention de proposer des recommandations qui dépassent le cadre syntaxique. Les lignes directrices qu'ils ont suggérées imitent certains principes provenant de la comptabilité, et sont dans l'approche sous l'apparence de critères de qualité hiérarchisés en fonction de leur périmètre d'application. Ainsi, GoM se présente comme un cadre divisé en trois niveaux de recommandations. Ces dernières sont déroulées du général au spécifique pour certains langages de modélisation (ERM, EPC, et RdP). Nous décrivons par ce qui suit les deux premiers niveaux seulement, car le dernier n'a pas d'intérêt particulier pour notre étude :

Niveau 1. Les lignes directrices générales. Six principales recommandations composent ce champ d'application et sont regroupées en :

- 1) Recommandations de base : ce sont des préceptes globaux, non spécifiques à des règles grammaticales appartenant à un langage de modélisation particulier. Ils se rapportent au critère de :
 - i) Conformité : qui est la somme de la conformité syntaxique et la conformité sémantique :
 - a) La conformité syntaxique : est une dimension qui exige le respect des règles syntaxiques du langage utilisé dans la conception du modèle. Pour assurer sa cohérence grammaticale et sa complétude, le modèle est confronté au métamodèle du langage (Schuette et Rothowe 1998) ;
 - b) La conformité sémantique : celle-ci fait allusion au sens véhiculé par le modèle, qui peut être vérifié par son degré d'exactitude en regard de la réalité du système modélisé. La comparaison entre le système et le modèle se porte sur la structure et le comportement ;
 - ii) Pertinence : il s'agit de représenter à partir de la réalité étudiée uniquement ce qui est important, sans perdre le sens de certains aspects évocateurs. La pertinence peut être atteinte selon GoM en choisissant le bon domaine de discours à représenter, en adoptant le bon langage de modélisation, ou en adaptant son métamodèle, et en concevant un modèle optimal avec peu de symboles ;
 - iii) L'efficacité économique : ce critère est lié aux ressources nécessaires (temps, budget) pour accomplir le projet de modélisation, et au retour attendu de ce projet. En cela, il est recommandé, pour minimiser les ressources, de recourir aux blocs de construction réutilisables (modèle de référence, modèle partial, fragments) ou à l'outil le plus adapté ;
- 2) Recommandations optionnelles : ce sont des suggestions facultatives dans la mesure où une grande part de subjectivité les régit. Elles reposent à vrai dire sur des conventions plutôt que sur des règles d'optimisation. Les lignes directrices sous cette bannière sont :
 - i) La clarté : celle-ci peut être améliorée par des accommodements préalables se présentant comme un profil prédéfini contraignant la modélisation, en particulier, sur le plan topologique (voir certaines mesures dans la sect. 3.3 et certaines pratiques dans la sect. 4.4.2). Il est recherché derrière le principe de clarté une limpidité qui permet de promouvoir l'explicitation du modèle. Il est par exemple possible de définir des règles de décomposition, ou des configurations standards de conception (Schuette et Rothowe 1998) ;
 - ii) La comparabilité : les modèles doivent garder une certaine homogénéité pour pouvoir les confronter et tirer d'eux certaines informations (différences et similarités). Cela est possible selon GoM par le respect des conventions qui ont été fixées préalablement par les personnes gouvernant la modélisation. La comparabilité ne peut s'effectuer qu'à la hauteur du modèle et du métamodèle de la représentation. Elle est donc irréalisable sur le plan sémantique (Schuette et Rothowe 1998).
 - iii) Conception systématique : celle-ci se rapporte à l'application d'une cohérence entre des modèles conçus sous des vues distinctes. Autrement dit, cette recommandation exige une bonne intégration des différents diagrammes décrivant une perspective, ou une décomposition du système étudié.

Niveau 2. Les lignes directrices selon la finalité. GoM prévoit des recommandations adaptées pour différentes perspectives. Ces dernières sont adoptées selon la finalité du projet de modélisation. En ce sens, les recommandations consacrées à une modélisation portée sur le workflow sont différentes sur celles qui accompagnent la modélisation pour la simulation, ou pour le BPR. Nous retiendrons seulement les recommandations établies

pour le workflow, car la simulation sort du cadre de notre recherche, et les recommandations pour le BPR n'ont pas été développées par les auteurs. Par ailleurs, GoM propose des procédés pour ajuster les modèles aux différentes perspectives de modélisation.

- 1) Recommandations selon les vues : quatre vues accompagnent généralement la modélisation d'un workflow. Ainsi, les suggestions se rapportent à :
 - i) La vue fonctionnelle : dans laquelle il est conseillé de :
 - a) minimiser l'utilisation des fonctions manuelles, en particulier lorsqu'elles s'alternent,
 - b) préciser les conditions de déclenchement d'une fonction (début de la fonction), et les conditions de sa fin,
 - c) fixer facultativement un échéancier pour la fonction ;
 - ii) La vue informationnelle : celle-ci concerne la représentation des données et de leurs mouvements. En cela il est recommandé de :
 - a) représenter les données intrants et les données extrants d'une fonction,
 - b) préciser le type et l'emplacement des données,
 - c) montrer le flux d'information, c'est-à-dire, la circulation des données d'une fonction à une autre ;
 - iii) La vue organisationnelle : suivant cette vue, il est impératif de montrer le rôle, l'unité organisationnelle, la position, ou la personne exacte exécutant une fonction. Il est également suggéré dans le cadre de cette perspective de :
 - a) révéler le propriétaire du workflow,
 - b) préciser le type de l'application informatique lorsqu'elle est utilisée,
 - c) employer le connecteur logique « ET » pour exprimer le fait que plusieurs décompositions organisationnelles (rôles, unités, positions, personnes) exécutent la même fonction en même temps,
 - d) employer le connecteur logique « XOR » pour exprimer que l'une des décompositions organisationnelles exécute la fonction selon une condition de sélection ;
 - iv) La vue du flux de contrôle : cette vue décrit le comportement du processus, et serait mieux décrite si :
 - a) un chemin par défaut est précisé lorsque différents chemins peuvent être pris selon une, ou plusieurs conditions,
 - b) la distinction entre le connecteur OU et le XOR et mise en évidence en alternant l'expression du Ou-Division par le OU-Jonction,
 - c) le début et la fin du workflow sont explicités par des construits appropriés,
- 2) Méthodes pour assortir les modèles selon les intentions de la modélisation : sur ce volet GoM décline six principales règles :
 - i) Élaborer une autre version du même modèle avec un aspect différent plus expressif pour certains types d'audience. Ce procédé consiste à garder les mêmes informations et pratiquement la même topologie. La différence réside exclusivement sur la couleur, la taille, ou la forme des construits ;
 - ii) Élaborer un catalogue des termes de l'entreprise¹ pour standardiser la terminologie des métiers, puis nommer les construits utilisés en adéquation au motif du modèle et au type de l'audience concernée ;
 - iii) Présenter dans le modèle seulement les objets relatifs aux informations requises et pertinentes à la perspective choisie par l'audience ;
 - iv) Exposer dans le modèle seulement les types d'objets pertinents à la perspective choisie par l'audience. Certains outils permettent de réaliser cette opération par le biais d'un filtre qui masque un type particulier de construits ;

¹ Ce catalogue n'est pas un simple glossaire ou thésaurus, mais plutôt une sorte de métamodèle dans lequel les relations entre les termes sont spécifiées.

- v) Choisir la technique de modélisation la plus adaptée au motif du projet de modélisation, et aux perspectives favorisées. La technique qui est capable de prendre en charge plusieurs perspectives serait la meilleure ;
- vi) Alternativement, il est possible de faire appel à un seul langage de modélisation pour chaque perspective, et ce, après avoir établi un métamodèle qui régit la relation entre les différentes techniques de modélisation recouru.

Comme toute approche, GoM présente des points forts et certains éléments de faiblesse dans leur cadre. Les points forts concernent la définition d'un métamodèle qui établit les liens entre les différents concepts du cadre développé. Cette formalisation assure une cohérence et facilite la programmation de ce cadre dans une application informatique. Les points faibles reviennent par contre à l'opérationnalisation de quelques recommandations qui restent trop théoriques. Celles-ci semblent être des buts à atteindre plutôt que des directives à suivre. En effet, Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick (2010) avaient tenté d'intégrer ces recommandations dans une méthodologie plus large¹, et avaient rencontré quelques difficultés à appliquer certaines recommandations. Par ailleurs, les auteurs de GoM admettent entre autres que les propositions faites sur les workflows ne sont pas applicables, car les systèmes de gestion de workflow ne le permettent pas. Enfin, certaines recommandations sont directement ou implicitement liées à des techniques de modélisation spécifiques, ce qui diminue leur validité externe.

3.2.2. L'approche 7PMG

Afin d'augmenter la qualité et accroître la compréhension des modèles par les parties prenantes de l'entreprise, J. Mendling, Reijers, et van der Aalst (2010) ont proposé un guide sous le nom de 7PMG. Composé de 7 règles, ce cadre d'amélioration a pour but de réduire les erreurs contenues dans les modèles conceptuels. 7PMG a été conçu à partir de recherches empiriques qui ont principalement révélé le fléchissement de la qualité des modèles en fonction de leur complexité et de certains autres facteurs. 7PMG est donc un dispositif de soutien à la modélisation, qui permet au concepteur d'augmenter la qualité des modèles en respectant un ensemble de directives. La collection des règles a été construite à partir des recherches menées sur trois volets (J. Mendling, Reijers, et van der Aalst 2010) :

- 1) La compréhension du modèle : il s'est révélé qu'une corrélation négative existait entre l'intelligibilité d'une représentation et le nombre de connecteurs logiques de type OU-Jonction (*OR-Join*) et d'une certaine moyenne des autres types de connecteurs ;
- 2) L'erreur probable du modèle : les auteurs de 7PMG ont pu élaborer une fonction de prédiction des erreurs réalisées dans un diagramme. Avec cet outil, ils ont pu découvrir le fait que la complexité était le facteur principal menant vers l'erreur. Ainsi, il est maintenant possible de mesurer la probabilité d'erreur d'un modèle par ce paramètre ;
- 3) Labellisation des activités : une autre étude a été menée sur l'ambiguïté que pouvait engendrer la forme grammaticale d'un nom indiquant l'activité. Il s'est montré que l'utilisation de la forme verbale provoquait moins de confusions que la forme nominale.

En synthétisant les travaux mentionnés ci-dessus J. Mendling, Reijers, et van der Aalst (2010) avaient déduit 7 principales recommandations, présentées ci-après comme une suite d'étapes pour correspondre à l'ordre établi par les auteurs² :

- 1) Règle 4. Structurer le modèle le plus possible : un modèle est structuré si chaque connecteur rencontre un autre connecteur de même type ;
- 2) Règle 7. Décomposer le modèle s'il contient plus de 50 éléments : ceci permet de

¹ En employant le langage BPMN.

² Une hiérarchisation des règles a été réalisée par les auteurs dans le but d'éviter les situations de conflit entre elles.

- réduire le risque d'erreur, car dans le cas contraire le taux de risque serait dans l'ordre de 50 %. La décomposition devrait par conséquent s'effectuer par l'élaboration de sous-modèles ;
- 3) Règle 1. Utiliser le moins d'éléments possible dans le modèle : ceci revient au fait que plus le modèle est large, plus la probabilité d'erreurs augmente. Le modèle devient également de moins en moins compréhensible si beaucoup d'éléments sont présents ;
 - 4) Règle 6. Utiliser des verbes pour labelliser les activités : ceci permet de réduire les ambiguïtés ;
 - 5) Règle 2. Minimiser les cheminements par élément : réduire par exemple les flèches d'entrée et de sortie liées à un construit permet de réduire l'incompréhensibilité ;
 - 6) Règle 3. Utiliser un seul événement de début et un seul événement de fin : le meilleur modèle est celui qui respecte parfaitement cette règle, le contraire augmente la probabilité d'erreurs ;
 - 7) Règle 5. Éviter l'utilisation du connecteur OU (*OR*) : un modèle qui contient uniquement le routage ET (*AND*) et XOR supporte moins d'erreurs, et moins d'incohérences. L'utilisation du OU (*OR*) est susceptible d'engendrer des situations de contradiction dans le déroulement du processus, et des difficultés dans l'implémentation du modèle ;

L'avantage procuré par 7PMG revient à sa généralité. Il est possible de l'utiliser pratiquement avec n'importe quel langage de modélisation, en dépit du fait qu'il a été établi pour EPC. Toutefois, Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick (2010) révèlent que la règle 1 est difficile à mettre en pratique, car la quantité de détails d'un modèle ne dépend pas vraiment du modélisateur, mais des exigences de l'audience.

Le cadre 7PMG a été accompagné par la suite de quelques métriques qui permettent de mesurer la qualité des modèles. Cette adjonction a fait suite au constat réalisé sur les anciens cadres de qualité, et qui négligeaient la mesure. Moody (2005) avait déploré auparavant le peu d'intégration des indicateurs de qualité dans les méthodologies de modélisation. Ainsi, 15 métriques ont été sélectionnées suivant leur capacité à prévoir l'existence d'une erreur de représentation. La justification, et l'explication précise des métriques, ainsi que la démonstration de leur validation statistique peuvent être consultées en détail dans l'ouvrage de Mendling (2008). Sachant que les indicateurs suggérés ont été inspirés de la théorie des graphes et de l'analyse des réseaux, une brève description est apportée ci-dessous (Jan Mendling, Neumann, et Van Der Aalst 2007) :

- 1) L'ampleur : elle correspond au nombre d'éléments présents dans un diagramme ;
- 2) Le diamètre : il révèle le plus long chemin possible entre l'élément représentant le début du diagramme et celui marquant sa fin ;
- 3) La densité : elle est le rapport entre le nombre d'arcs et le maximum d'arcs présents entre les éléments du diagramme ;
- 4) Le coefficient de connectivité : est le rapport entre le nombre d'arcs et le nombre d'éléments ;
- 5) Degré moyen du connecteur : il révèle le nombre moyen d'éléments reliés à un connecteur (connecteur logique) ;
- 6) Degré maximum du connecteur : il révèle le nombre maximum de liens entre tous les connecteurs ;
- 7) Séparabilité : elle est le rapport entre le nombre de nœuds et le nombre de sommets ;
- 8) Séquentialité : elle est le rapport entre le nombre d'arcs reliant deux éléments, hormis les connecteurs, et le nombre total d'arcs ;
- 9) Structuration : elle est calculée selon la formule : $1 - \frac{\text{Taille du graphe original}}{\text{Taille du graphe réduit}}$, le graphe réduit est obtenu en appliquant les règles de réduction selon la théorie des graphes ;
- 10) La profondeur : celle-ci correspond au nombre maximum du niveau d'imbrication des

éléments qui se situent entre les connecteurs de division (bifurcation), et les connecteurs de jonction ;

- 11) Incompatibilité des connecteurs : elle se calcule par la somme d'incompatibilité de chaque connecteur. L'incompatibilité correspond à la différence entre le nombre d'arcs d'entrée et le nombre d'arcs de sortie ;
- 12) Hétérogénéité du connecteur : cette métrique se réfère à la théorie de l'entropie de l'information, avec une adaptation au nombre de types de connecteurs logiques employés dans le langage. L'hétérogénéité est une valeur continue comprise entre 0 et 1. La valeur 0 indique qu'un seul type de connecteur logique est utilisé, alors que 1 indique que tous les types sont présents dans un diagramme ;
- 13) Complexité du flux de contrôle : elle est égale à la somme de tous les choix possibles du graphe. Elle est calculée selon le nombre d'arcs reliés à chaque type de connecteur logique exprimant la division (OU-Division, XOR-Division) ;
- 14) Cyclicité : elle est le rapport entre les éléments en cycle et le nombre total d'éléments. Les éléments en situation de cycle sont les construits qui sont engagés dans une boucle ;
- 15) Divisions des jetons : cette mesure s'obtient en sommant tous les arcs reliés à des connecteurs logiques exprimant la concurrence (ET-Division, OU-Division).

Toutes les métriques présentées ci-dessus — hormis la 7^e, la 8^e et la 9^e — entretiennent une relation positive avec la probabilité d'erreurs du modèle. Autrement dit, la plupart des variables explicatives suggérées contribuent à l'apparition des irrégularités dans un modèle. Leur accroissement révèle par conséquent la mise en difficulté de la clarté et de l'intelligibilité de la représentation. Il est recommandé partant de là d'optimiser les valeurs des métriques en apportant des améliorations au modèle, selon les sept règles de 7PMG.

3.2.3. L'approche SEQUAL

Dans la section 2.4.2 du chapitre, une approche sémiotique a été présentée pour évaluer les langages de modélisation. Le cadre SEQUAL (*Semantic Quality Framework*) exposé à ce propos est présumé être capable d'évaluer la qualité des modèles. En défilant les critères qui permettent de réaliser cela, les concepteurs de la trame ont suggéré des mesures d'amélioration de la qualité des modèles après avoir synthétisé de multiples travaux. Certaines de leurs recommandations ne sont qu'une accumulation des leçons tirées à partir des recherches effectuées antérieurement. Quelques-unes, en outre, constituent une réplique de ce qui a été évoqué dans l'approche de GoM et de 7PMG. C'est pourquoi nous citerons ci-après uniquement les lignes directrices qui n'ont pas été énoncées jusqu'ici, telles que celles fondées sur la psychologie cognitive.

L'application de l'approche sémiotique avec d'autres cadres de qualité a permis de dégager à l'aide de SEAQUAL sept volets sur la qualité de la modélisation (physique, empirique, syntaxique, sémantique, pragmatique, sociale, et déontique). Au sein de chaque rubrique, des principes d'arrangement et d'optimalisation ont été suggérés directement ou indirectement :

- 1) La qualité physique : il faut savoir d'abord que la qualité physique du modèle se rapporte sur son côté matériel, qui est soit sous forme électronique ou sous forme papier. L'outil informatique joue un rôle important dans la constitution de cette qualité à travers les fonctionnalités qu'il met à disposition pour le modélisateur. La qualité physique peut être atteinte selon SEQUAL par :
 - i) L'établissement d'une copie de sauvegarde afin de laisser un exemplaire de secours en cas de perte de l'original (sous sa forme électronique, l'idéal est de constituer un dépôt de modèle),
 - ii) La mise à jour du modèle dans de brefs délais,
 - iii) La diffusion et l'accessibilité facile au modèle. En cette matière, la forme

- électronique du modèle est préférable, car elle peut être transmise et accessible plus aisément et plus rapidement par les TIC ;
- 2) La qualité empirique : ce volet concerne l'aspect visuel du modèle. Il est recommandé dans celui-ci :
- i) D'arranger les passages textuels introduits dans le modèle afin de favoriser la lecture des phrases. Pour cela, les auteurs recommandent d'utiliser un indice de lisibilité (indice de Flesch ou de Fog) ;
 - ii) D'utiliser dans le cas échéant des couleurs, entre 4 et 7 selon l'ordre suivant : noire, blanc, rouge, jaune, vert (ou vert puis jaune), bleu, marron, rose, violet ;
 - iii) D'employer les couleurs de manière homogène, c'est-à-dire en invoquant la même signification, de préférence pour montrer le changement de statut ;
 - iv) D'éviter certaines paires de couleurs, telles que le bleu et le rouge, le jaune et le violet, le magenta et le vert ;
 - v) D'utiliser des techniques graphiques d'emphase pour révéler l'importance d'une partie du modèle. Il s'agit de transformer, par exemple la taille, la police, l'inclinaison du texte (l'italique), l'habillage ou l'arrière-plan du graphème. Il est aussi possible d'attirer l'attention par l'animation de l'objet (déplacement ou clignotement), ou par la multiplication des connexions de l'objet avec d'autres ;
 - vi) D'améliorer le côté esthétique des diagrammes en respectant les règles suivantes :
 - a) ne pas trop réduire l'angle entre les flèches,
 - b) utiliser le moins d'espace possible dans le plan,
 - c) équilibrer les objets par rapport au centre,
 - d) éviter le plus possible de courber les flèches,
 - e) réduire le croisement des flèches,
 - f) minimiser la longueur des flèches,
 - g) concentrer les objets vers le centre du plan,
 - h) établir une consistance dans la dimension des objets du même type,
 - i) préserver une symétrie dans l'établissement d'une hiérarchie,
 - j) choisir une orientation verticale pour montrer une hiérarchie particulière ;
- 3) La qualité syntaxique : elle correspond à la conformité syntaxique décrite dans les lignes directrices de GoM (sect. 3.2.1). En outre, dans SEQUAL il est question aussi de sélectionner l'outil de modélisation le plus adapté, car la qualité du modèle dépend de l'aptitude de celui-ci à prévenir et à détecter les violations des règles syntaxiques ;
- 4) La qualité sémantique : celle-ci correspond également à une des recommandations de base évoquées dans GoM¹. Bien qu'elle dépende de plusieurs facteurs, la qualité sémantique selon SEQUAL peut être subtilement améliorée par :
- i) La réutilisation ou la réadaptation d'un modèle de référence ayant fait ses preuves dans le domaine en question, ou dans l'un des domaines proches ;
 - ii) La vérification de la consistance, dans la mesure où il est possible de transformer la représentation en un modèle formel. L'analyse de la consistance peut être effectuée de manière automatique, ou facilitée par le langage de modélisation. Ceci implique l'obligation de bien choisir le langage et l'outil de modélisation ;
 - iii) L'adaptation du métamodèle du langage au domaine de discours. Un des procédés pratiqués et en rapport avec cette recommandation est celui de l'emploi d'un sous-ensemble de la notation du langage. Cette façon de faire est parfois prévue par la technique de modélisation. Par exemple, BPMN 2.0 dans une certaine mesure permet de l'effectuer (cf. sect. 4.4.2) ;
- 5) La qualité pragmatique : il s'agit dans ce volet d'améliorer l'aptitude du modèle à être compris et à être interprété convenablement par l'audience. Sachant que cette qualité est fortement influencée par la qualité syntaxique et sémantique, il n'en reste pas moins

¹ Qui a été tout de même vaguement expliqué dans ce guide.

que même si ces deux qualités ont été satisfaites la complexité du modèle et les requis cognitifs sont les éléments qui entravent la qualité pragmatique. Ainsi plusieurs alternatives sont suggérées pour l'améliorer :

- i) L'initiation ou la formation de l'audience au langage de modélisation ;
 - ii) Faire une lecture pas à pas du modèle, et introduire des explications dans chaque étape ;
 - iii) Transformer le modèle avec le même langage pour améliorer son intelligibilité. Par exemple utiliser des agencements ou configurations (*layouts*) plus efficaces. La transformation concerne donc le changement du style de présentation (cf. sect. 3.3.3) ;
 - iv) Reformuler le modèle de sorte que les informations implicites deviennent explicites ;
 - v) Filtrer certaines informations et n'afficher que celles qui sont requises. Par exemple en cachant certains attributs des construits ou certains types de graphèmes, en affichant également seulement les construits issus d'une requête à plusieurs critères, ou en sélectionnant une vue spécifique (informationnelle, ressources, organisationnelle, etc.) ;
 - vi) Traduire le modèle avec un autre langage, en particulier avec celui auquel l'audience est familière, ou à l'aise (éventuellement avec le langage naturel). Cependant, ceci implique parfois la non-reproduction de certaines informations, car elles peuvent ne pas avoir d'équivalents dans l'autre langage. En dehors du langage naturel, il est possible de réaliser une traduction vers un modèle d'exécution, de simulation, ou vers un modèle animé ;
- 6) La qualité sociale : cet aspect est directement lié aux consensus établis par l'audience. Sans déduire du modèle le niveau d'entente ou d'opposition, il existe différentes manières qui permettent d'améliorer cette qualité. La principale façon est celle de l'intégration qui s'articule autour de quatre étapes :
- i) La *pré-intégration* : plusieurs modèles sont constitués dans cette étape selon plusieurs perceptions, puis sont combinés en modèles intermédiaires ;
 - ii) La comparaison des points de vue : cela consiste à relever les concordances entre les points de vue émanant des versions du modèle, et à lister les désaccords ;
 - iii) Alignement des points de vue : cette opération introduit une conciliation en réponse des désaccords venant des différentes méthodes et stratégies. Il est possible d'utiliser la modélisation orientée but pour cette fin ;
 - iv) Fusion et restructuration : les différentes versions sont combinées et synthétisées en un seul modèle. Ce dernier est retraité pour reconsidérer sa qualité empirique, syntaxique, sémantique, et sociale ;
- 7) La qualité déontique : le modèle est conçu pour accomplir des objectifs définis dans le projet de modélisation. En cela, la qualité déontique permet de savoir dans quelle mesure ces objectifs ont été atteints par le modèle conçu. Toutefois, puisque certains objectifs sont inatteignables en raison de leur caractère théorique, les fondateurs du SEQUAL ont introduit la notion de faisabilité qui est moins contraignante que la notion d'accessibilité (ou *d'atteignabilité*) des objectifs. L'amélioration déontique est en réalité la conséquence de l'amélioration de tous les types de qualités précédentes. Ainsi, l'ensemble des mesures proposées dans les volets antérieurs contribuent à son accroissement.

Le modèle de SEQUAL est dans l'ensemble novateur et bien fondé théoriquement. Toutefois, il reste difficile à mettre en œuvre, en raison de son grand niveau d'abstraction. Il reste par conséquent réservé à des utilisateurs expérimentés (J. Mendling, Reijers, et van der Aalst 2010).

3.3. Principes et pratiques de la modélisation

Les cadres de modélisations présentés jusqu'ici ont apporté des points de vue assez hétérogènes sur la manière avec laquelle l'architecture d'une entreprise est perçue. Ils développent des perspectives différentes et plutôt complémentaires, ce qui conduit à suggérer des niveaux d'abstraction disparates en nature et en nombre. Il semblerait qu'il n'y ait pas une réponse unique et universelle à propos de la modélisation (Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick 2010). On en déduit que tous ces cadres se valent en tant que méthodologies. Le choix de l'un ou de l'autre ne se fait qu'en rapport de la finalité du projet de modélisation. Cependant, il est possible d'extraire quelques points en commun, et il serait préférable d'avoir des principes indépendants d'une telle ou telle méthodologie. Il est question dans cette section de présenter les grandes lignes de la modélisation conceptuelle, et certaines heuristiques focalisées sur la qualité du modèle. Cette qualité, qui dépend de la représentation faite de la réalité capturée, se manifeste par le niveau de lisibilité et de compréhensibilité du modèle élaboré (Fischer et Silver 2011).

3.3.1. Principes globaux de conception

Vernadat (1996) est l'un des premiers auteurs qui avaient identifié les fondements érigeant la modélisation conceptuelle. Sa revue de littérature a permis de dégager, lors de l'émergence de la modélisation d'entreprise, des principes généraux que nous avons résumés par les points ci-dessous :

- 1) La spécification du projet de modélisation : ceci revient en somme à préciser :
 - i) l'intention de la modélisation,
 - ii) l'univers de discours à partir duquel le modèle est dégagé. Cette identification permet de définir la portée de la modélisation vis-à-vis du monde réel ;
 - iii) le point de vue, c'est-à-dire dire la perspective avec laquelle certains aspects de l'univers de discours sont reproduits, et certains autres sont négligés ;
 - iv) le niveau de détails, ou en d'autres termes le degré de granularité choisi pour le raffinement et la description des objets de la réalité ;
- 2) La mise en œuvre d'études fragmentées se portant sur un domaine ou un champ particulier de l'organisation afin de pouvoir surmonter sa complexité ;
- 3) La gestion de la complexité : ce sujet est d'une importance capitale pour structurer la représentation et les parties du modèle. Il constitue un principe central pour gérer la réalité organisationnelle, c'est pourquoi il lui est consacré dans la section 3.3.2 une attention particulière ;
- 4) L'application de la généricité et de la réutilisabilité : cela consiste à identifier des parties génériques, autrement dit des segments conceptuels (graphiques ou textuels) qui présentent des propriétés similaires. Ces éléments peuvent être réutilisables de manière standard, ou peuvent être adaptés partiellement au contexte du modèle. On peut appliquer ce principe par des blocs de construction réutilisables tels que les modèles de référence (B. Vallespir, Merle, et Doumeingts 1993), les modèles partiels, et les fragments standards ;
- 5) La bonne démarcation entre les perspectives : en cela, il faut bien faire la nuance entre la perspective fonctionnelle qui présente ce qui est produit par des entités, la perspective comportementale qui décrit comment les produits sont réalisés, la perspective informationnelle qui montre les données employées pour réaliser ces produits, et la perspective ressources qui révèle les agents chargés de les produire. Cette distinction doit être bien établie afin que les changements apportés sur l'une ne compromettent pas les autres ;
- 6) La constitution d'une conformité syntaxique et sémantique du modèle par rapport au domaine de discours : ce principe qui s'avère incontournable a été cité tant bien par les méthodes traitant la qualité des modèles (cf. sect. 3.2), que par les approches évaluant

- les langages de modélisation (cf. sect. 2) ;
- 7) La représentation graphique du modèle : la visualisation graphique a pour but de faciliter la diffusion du modèle. On peut comprendre par ce principe que les langages graphiques doivent être favorisés aux autres types de langage.
 - 8) L'utilisation d'une notation conciliant la simplicité d'usage et l'adéquation à la représentation : ce principe suggère de recourir au langage qui permet de modéliser correctement un domaine de discours, en couvrant suffisamment de concepts (l'adéquation), et tout en contenant un nombre limité de construits, afin d'être facile à apprendre et assurer une aisance à l'emploi (simplicité d'usage) ;
 - 9) Le modèle élaboré doit être rigoureux afin de servir l'analyse du système représenté : la rigueur implique la clarté et la précision du modèle.

Bien qu'ils soient d'ordre général, quelques-uns de ces principes ont été employés par certaines approches comme des critères d'évaluation des langages de modélisation. Certaines techniques et méthodologies se sont aussi adressées à ces principes en apportant des mécanismes, ou des construits, qui permettent de les supporter. Toutefois, aucune technique n'est arrivée à les combler tous à la fois (Vernadat 1996).

Ould (2005) propose de sa part sept principes pour guider un projet de modélisation. Même si l'auteur prône l'utilisation de la technique RAD (cf. sect. 1.2.3.7), ses préceptes qui sont quelque peu influencés par ce langage sont suffisamment universels pour qu'ils soient applicables avec la plupart des techniques de modélisation :

- 1) Réaliser une abstraction éloquente : ceci veut dire que la simplification de la réalité décrite dans un modèle doit être suffisamment claire, c'est-à-dire contenir les informations adéquates à l'objectif du projet de modélisation. En ce sens, Holmberg (2000) révélait auparavant qu'il n'était pas possible de représenter toutes les composantes d'un système. Il proposait de choisir les paramètres les plus pertinents afin de pouvoir effectuer des analyses ;
- 2) Être conscient que le domaine de discours n'est pas forcément hiérarchisé, et qu'il est parfois dynamique : ceci implique le fait que la réalité est de nature organique, sous forme de réseau en évolution. Par conséquent, le langage de modélisation devrait être capable de modéliser un champ qui n'est pas nécessairement structuré ;
- 3) Concevoir un modèle sans ambiguïté : un modèle peut être confus si la sémantique des graphèmes utilisés n'est pas précise, ou suppose plusieurs interprétations possibles. Ainsi, il est nécessaire d'utiliser une notation univoque pour établir la clarté du modèle ;
- 4) Constituer un modèle impliquant des personnes pour être utilisé par des personnes : en cela, le modèle doit être suffisamment décodable par l'audience concernée. Il est possible de vérifier l'expressivité d'un modèle si un sujet arrive à corriger les erreurs de description commises, ou si le modèle est compris en 10 minutes ;
- 5) Réconcilier entre la description concrète et la description abstraite : le premier type de représentation précise les rouages du système et ce que font réellement ses acteurs (modèle *as is* [processus actuel]), alors que le deuxième type a pour objet de montrer ce que les sujets devraient faire en fonction de la finalité qu'ils poursuivent (modèle *to be* [processus cible]). Ces deux perspectives de description sont à vrai dire reliées par le fait que l'analyse du modèle en vigueur (modèle *as is*) entraîne la conception d'un autre modèle meilleur (modèle *to be*) (Chinosi et Trombetta 2012) ;
- 6) Représenter le domaine de discours selon l'approche par processus en dépit du fait que les acteurs travaillent dans des fonctions : cette représentation nécessite de reconsidérer les responsabilités des acteurs qui sont définies de manière fonctionnelle avec une perception transversale ;
- 7) Mettre en relief les activités qui sont en concurrence, celles qui révèlent des interactions et la collaboration, et celles qui se rapportent à la prise de décision.

Enfin, pour achever l'ensemble de ces principes nous ajoutons un dernier tiré de la littérature, et qui révèle que rien n'empêche d'utiliser plusieurs méthodologies à la fois (Bernus, Nemes, et Schmidt 2003). En effet, selon Sessions (2007) l'organisation devrait recourir à une méthodologie hybride, en particulier lorsqu'elle ne trouve pas celle qui lui convient complètement.

3.3.2. Procédés de gestion de la complexité

Un modèle est en essence un artefact composé de plusieurs objets graphiques qui peuvent atteindre parfois un nombre imposant. Par voie de conséquence, la complexité d'une représentation augmente et son décodage devient difficile. La simplification se présente donc comme un procédé nécessaire, lorsque l'intelligibilité du modèle est compromise. Ce sujet a été abordé dans le domaine de la modélisation en proposant différentes techniques alternatives sous le nom d'abstraction (Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick 2010). White et Miers (2008) ont identifié en cette matière quatre manières de gérer la complexité :

- 1) La décomposition fonctionnelle d'un modèle : est une technique de structuration descendante (*top-down*) utilisée pour simplifier le modèle, et répartir de manière parcimonieuse et structurée les détails d'un système (cf. fig. 2.6(b), p. 206). La technique SADT et la méthodologie CIMOSA étaient les préceuses ayant employé ce procédé. CIMOSA fournissait par exemple des indications textuelles sur la décomposition des processus. Elle appelait ainsi les « processus-maîtres » les entités qui imbriquaient des activités, et désignait comme « sous-processus » celles qui composaient d'autres processus. Cependant, le revers de la décomposition fonctionnelle revient à son incompatibilité avec l'approche par processus, notamment lorsqu'il s'agit de modéliser un processus métiers. Celle-ci encourage à regarder le système de façon compartimentée. Elle décrit la réalité selon une décomposition qui ne reflète pas sa vraie structure (cf. le principe 2 de Ould (2005)). Par ailleurs, la décomposition fonctionnelle est pratiquée de manières distinctes par certaines méthodologies. Dans ARIS par exemple, il est recommandé de construire une hiérarchie des fonctions selon trois critères alternatifs (Scheer 2000) :

- i) mêmes règles (procédure) de transformation,
- ii) mêmes objets traités,
- iii) même allocation de ressources ;

D'autres applications constatées se résument à (Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick 2010) :

- i) la spécification des informations ou de leur type dans chaque niveau d'abstraction,
 - ii) la fixation d'un nombre de niveaux pour l'abstraction,
 - iii) l'imposition d'une limite de construits (nombre de graphèmes ou de types de graphèmes) à visualiser dans un diagramme. Ainsi, tout autre construit au-delà de cette limite sera déplacé vers un autre diagramme relié ;
- 2) La modularité (la composition du système) : ce procédé est l'inverse de la décomposition fonctionnelle. Il adopte une approche ascendante (*bottom-up*) pour réaliser une structuration modulaire d'un objet. Il établit de cette façon un modèle global à partir d'autres modèles complets. Ce type d'abstraction apporte deux avantages : la réutilisabilité et la flexibilité. La réutilisabilité a les mêmes bienfaits connus par la standardisation tels que : l'utilisation du même objet dans plusieurs modèles, l'économie du temps, l'uniformisation des comportements, et la facilitation du contrôle. La flexibilité pour sa part permet de changer les fonctionnalités du modèle global en modifiant uniquement ses parties concernées (modèles-enfants ou sous-modèles). Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick (2010) différencient sous cette approche deux manières de constituer la composition du système :
 - i) L'agrégation : il s'agit de créer des unités composites qui symbolisent un ensemble de constituants liés par un critère particulier ;

- ii) La généralisation : contrairement à la première, celle-ci consiste à créer des unités qui reflètent des constituants sans tenir compte de leurs spécificités. Autrement dit, les éléments abstraits constitués ne gardent que les points communs entre les objets. Ainsi, cette approche implique la perte de quelques informations dans la représentation, alors que la première ne fait que résumer des informations similaires ;
- 3) L'architecture orientée service (SOA) : provenant du génie logiciel, ce procédé est une alternative utilisée pour simplifier la complexité d'un système. Elle consiste principalement à définir dans le plus haut niveau du détail du modèle les capacités du système tout entier. Sachant que ces capacités sont alignées aux attentes des parties prenantes, en particulier aux clients, elles sont générées par les services des sous-processus définis chacun par un modèle qui leur est propre ;
- 4) La méthode des unités de travail : c'est une autre alternative permettant de définir l'architecture des processus. Les unités de travail sont les composantes d'un métier qui ont la particularité d'avoir un cycle de vie. Après les avoir identifiés, leurs liens dynamiques sont établis. Par conséquent, la structure des processus métiers se conçoit.

Toutefois, il est nécessaire de préciser que les méthodologies d'architecture d'entreprise gèrent la complexité des représentations en suggérant de modéliser une seule vue à la fois. Ce procédé fait partie selon Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick (2010) de l'approche de décomposition. Cependant, selon nous cette décomposition n'est pas verticale, telle que décrite auparavant, mais plutôt horizontale : le même modèle est présenté selon différentes perspectives au même niveau de détails (cf. fig. 2.30).

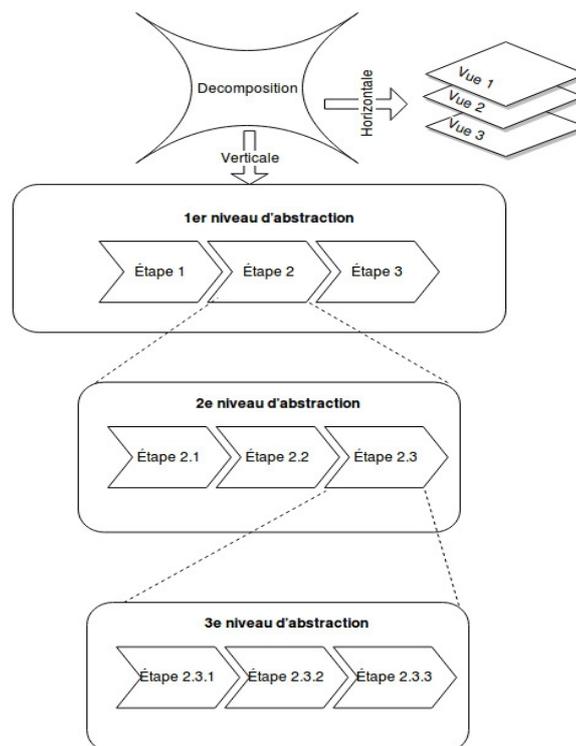


Figure 2.30. Gestion de la complexité par décomposition.

La décomposition horizontale peut être justifiée par la volonté de séparer les études et les analyses, conformément à ce que Vernadat (1996) avait suggéré dans son deuxième principe de modélisation (cf. sect. 3.3.1). Ainsi, chaque diagramme présenté selon une vue constitue un calque différent d'un même système. Une autre approche qui peut s'apparenter à la simplification horizontale est celle de l'enrichissement du modèle. Cette dernière est d'après

Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick (2010) la présentation du même modèle avec des diagrammes différents chacun contenant des informations relatives aux besoins d'un type particulier d'audience. Les différents diagrammes sont ainsi contrastés par le nombre et le type d'informations. Les données ajoutées ou omises peuvent parfois être que de simples attributs. Par exemple, un diagramme présenté pour la description d'un système contiendra seulement des informations vulgarisées, et moins de précisions par rapport à un diagramme élaboré pour l'implémentation.

3.3.3. Meilleures pratiques de modélisation

Les procédés provenant des expériences et ayant bien montré leur pragmatisme constituent une base de connaissances non négligeable pour la conception des modèles. Bien qu'ils soient le plus souvent contextuels à un outil, ou à un projet particulier, leur grande validité empirique font d'eux des pistes pouvant orienter la recherche (Moody 2005). En outre, rien n'empêche de les adapter à d'autres situations ou à d'autres techniques de modélisation. En ce sens, il existe dans la littérature des lignes directrices basées sur les meilleures pratiques. Ces guides offrent certaines techniques, méthodes, règles, instructions, et quelques exemples pour décrire un domaine de discours et soutenir un projet de modélisation. Certains de ces guides proposent latéralement des styles de modélisation indépendamment de la finalité du projet de conception. Ils ont pour objet de construire des diagrammes homogènes. Il est par exemple possible de modéliser en adoptant les stratégies suivantes (Fischer et Silver 2011) :

- ◆ Modéliser de manière symétrique : cela consiste à élaborer des diagrammes à partir de blocs structurés prédéfinis qui facilitent l'intelligibilité du modèle et évitent les erreurs de conception (comme l'interblocage). Typiquement, il s'agit d'utiliser dans ce style de modélisation les mêmes graphèmes pour exprimer la concurrence (bifurcation du flux de travaux) suivie de la synchronisation (jonction du flux de travaux)¹ ;
- ◆ Modéliser avec une taille réduite : ce style de modélisation prend en compte les recommandations de 7PMG concernant la complexité du modèle. Ainsi le nombre d'éléments dans un diagramme sera limité et ne devra pas excéder 50 symboles. Pour arriver à respecter cette règle, le modèle devra d'abord être hiérarchisé en plusieurs niveaux de détails. Chaque niveau est représenté par un diagramme qui révèle la décomposition d'une activité qui se trouve dans le niveau supérieur. Ce procédé de gestion de la complexité est d'ailleurs adopté par le langage IDEF0 et IDEF3 (cf. fig. 2.6(b), p. 206) ;
- ◆ Modéliser avec peu de symboles : ce style qui peut paraître semblable au précédent est toutefois nuancé dans la mesure où l'objectif est de réduire le plus possible le nombre de symboles, et d'utiliser que ceux qui sont radicalement nécessaires. Pragmatiquement, la modélisation avec ce style consiste à se focaliser sur le flux de contrôle, et sur les éléments principaux du processus.

Un autre aspect important, dont les langages de modélisation font abstraction et ne mentionnent aucune règle précise, concerne l'agencement des graphèmes (*layout*) (Fischer et Silver 2011). L'agencement est la position spatiale et topographique d'un construit graphique par rapport à un autre dans un diagramme. Sur ce sujet, il y a un nombre très large de possibilités qui s'offrent au modélisateur. Toutefois, certains agencements éprouvés ont montré leur meilleure efficacité par rapport à d'autres. Par conséquent, il est plutôt recommandé de les employer dans la mesure du possible au moment de la conception. Sommairement, il est conseillé d'adopter les comportements suivants à l'égard de l'agencement des construits (Fischer et Silver 2011) :

- ◆ Utiliser le même graphème même si un concept peut être représenté par plusieurs autres commutables ;

¹ Autrement dit : le ET-Division (*AND-Splits*) suivi de ET-Jonction (*AND-Join*) ; le OU-Division (*OR-Splits*) suivi de OU-Jonction (*OR-Join*) ; le XOR-Division (*XOR-Splits*) suivi de XOR-Jonction (*XOR-Join*).

- ◆ Représenter les flèches en entrée d'un objet sur la partie gauche de ce dernier ;
- ◆ Représenter les flèches en sortie d'un objet sur la partie droite de ce dernier.

4. La modélisation avec BPMN

Business Process Modelling Notation (BPMN) est un langage qui décrit des processus métiers de manière graphique pour les rendre intelligibles par toutes les parties prenantes de l'organisation (les utilisateurs des processus, les chargés de l'implémentation, les fournisseurs, et les clients) (Chinosi et Trombetta 2012 ; von Rosing et al. 2015). Sa conception a été marquée par EPC (cf. sect. 1.2.3.4) qui est connu pour être une technique intégrant l'ordinogramme (*flowchart*) et le langage RDP (cf. sect. 1.2.3.5) connu par son haut degré de formalisme (J. C. Recker et al. 2005; Rosemann et al. 2006). Dans l'ensemble, c'est un langage qui ressemble au diagramme d'activité d'UML (cf. sect. 1.2.3.8) dans la définition de ses concepts (Chinosi et Trombetta 2012 ; List et Korherr 2006).

Historiquement, BPMN est né d'une volonté exprimée, dans les années 2000 par le consortium *Business Process Management Initiative* (BPMI), de développer un langage standardisé qui permet de faire une représentation graphique et construire un modèle exécutable (von Rosing et al. 2015). Il a été créé également pour répondre au besoin d'élaborer des modèles compréhensibles aussi bien par les êtres humains que par les machines (Aagesen et Krogstie 2015). Après avoir été inventée par Stephen A. White en 2001 et reprise par BPMI (Jäger 2014), la première version de la notation (BPMN 1.0) a vu le jour en 2004, comme complément du langage BPEL4WS, avec une grammaire graphique (Rosemann et al. 2006) et sans formalisation sémantique (Chinosi et Trombetta 2012). Par la suite, l'organisme *Object Management Group* (OMG) l'a adoptée et a édité en 2006 la version 1.1, et en 2008 la version 1.2 (cf. fig. 2.31) (Aagesen et Krogstie 2015; von Rosing et al. 2015).

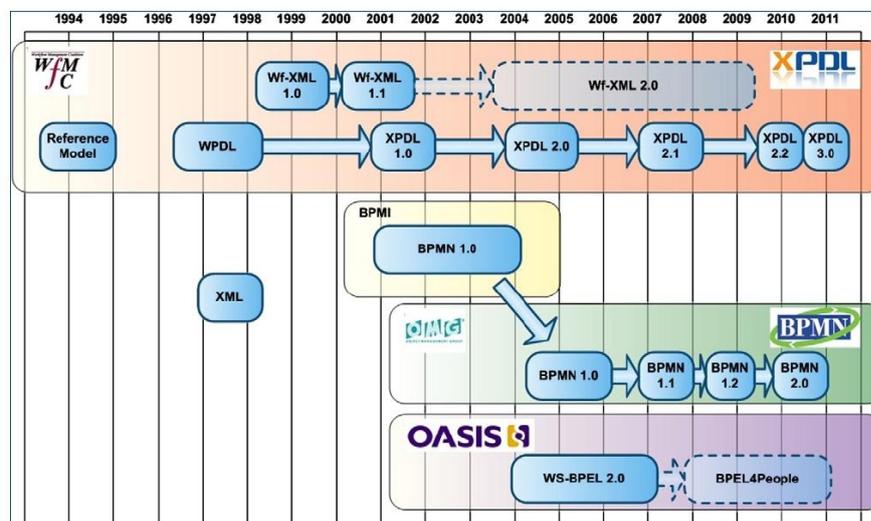


Figure 2.31. Évolution de BPMN et des standards exploités. Par Chinosi et Trombetta 2012, 128.

La première génération (à partir de la version 1.1) avait la particularité d'avoir un métamodèle défini par UML (Chinosi et Trombetta 2012), et de se baser sur le schéma XML pour développer sa facette de langage exécutable par le BPEL¹ (von Rosing et al. 2015). Ce dernier, qui est langage textuel bien formalisé, est utilisé pour prendre en charge l'accomplissement des modèles générés par BPMN (vom Brocke et Rosemann 2015). La première génération marque aussi l'exploitation du potentiel offert par le service Web, pour appliquer un mécanisme de coordination désigné dans le jargon informatique par

¹BPEL est une technique de modélisation textuelle (script) conçue comme un langage d'exécution. Elle est dédiée au service Web dans un contexte d'orchestration (Fischer et Silver 2011).

« l'orchestration ». La dernière version 2.0 publiée en 2011, qui a connu des améliorations majeures, a été enrichie sur plusieurs plans (Chinosi et Trombetta 2012; OMG 2011; von Rosing et al. 2015) :

- ◆ Le nombre de construits graphiques est passé de 56 à 116 symboles ;
- ◆ Parachèvement des types d'événements ;
- ◆ La proposition de deux nouveaux types de diagrammes :
 - ▶ le diagramme de conversation,
 - ▶ le diagramme de chorégraphie basé sur un nouveau paradigme de coordination (cf. sect. 4.3.1.4) ;
- ◆ Le raffinement du métamodèle des construits, et la formalisation de leur sémantique d'exécution ;
- ◆ La description des dispositifs d'extension ;
- ◆ Définitions des données, expressions, et opérations de service à partir des standards XPath et WSDL ;
- ◆ L'amélioration de l'interopérabilité par le format d'échange XMI le XSD, XSLT, et la sérialisation par le WS-BPEL et le XPDL¹ ;
- ◆ Correction des ambiguïtés et des inconsistances révélées par les critiques menées sur la version précédente.

BPMN est utilisé dans l'industrie de manière très répandue (Aagesen et Krogstie 2015) ainsi que dans l'économie (Scheuerlein et al. 2012). Selon Repa (2010), il est un langage adapté pour représenter de manière détaillée l'aspect comportemental du système métier plutôt que sa structure dans les organisations. Des extensions sont également apparues pour se focaliser sur certains aspects. Parmi elles, on cite (Chinosi et Trombetta 2012) :

- ◆ Time-BPMN pour mieux représenter la dimension du temps ;
- ◆ BPMN-Q afin d'analyser la structure des processus ;
- ◆ xBPMN qui prend en charge des flux de contrôle mieux formalisés.

Avant de développer les fondements de BPMN, nous avons consacré une petite section, au début de cette partie, qui expose les raisons pour lesquelles cet outil a été adopté parmi tant d'autres. Elle donnera un premier aperçu de l'intérêt de la méthode, et ses traits spécifiques qui l'assimilent à une technique particulière, avant qu'elle ne soit développée en profondeur dans sa constitution et dans sa logique d'utilisation.

4.1. Pourquoi utiliser l'approche de BPMN ?

Tout d'abord, notons que BPMN a été choisi pour les raisons qui ont fait suite à l'évaluation de sa qualité, et à sa comparaison avec d'autres techniques comme celles qui ont été dûment rapportées dans la section 2, mais aussi, pour toutes les caractéristiques qui seront décrites dans cette partie du texte. Cependant, nous révélerons quelques limites de la méthode qui sont quasiment sans impact majeur sur la modélisation, car certains contournements sont possibles par l'emploi d'artefacts ou par le recours à certaines extensions.

Rappelons que l'étude menée dans la section 2 est parvenue à mettre en évidence que le langage BPMN, malgré quelques points de faiblesses, demeure le plus préférable au côté du langage YAWL. En effet, les évaluations d'après les approches citées montrent approximativement que les langages YAWL et BPMN représentent les meilleures techniques de modélisation. Elles montrent aussi que, malgré sa popularité, la technique EPC reste moins louable que les deux précédentes, sauf en ce qui concerne l'efficacité cognitive. En fin de compte, BPMN représente un langage intermédiaire entre YAWL et EPC, sous le regard des modèles de workflow et du modèle BWL.

¹XPDL est un format standardisé par WfMC qui décrit mieux que WS-BPEL les processus BPMN. Il est particulièrement utilisé pour faire la vérification de la conformité, la simulation, et l'exécution des processus (Chinosi et Trombetta 2012).

Cependant, ces évaluations ne prenaient pas en compte les aspects qui font la particularité de chaque langage, comme la standardisation, la vulgarisation, la portée de son usage, les analyses possibles, et le retour d'expérience des utilisateurs.

4.1.1. Caractéristiques

La standardisation joue un rôle très important dans un domaine d'étude quelconque, car elle ouvre la porte du progrès dans son champ d'application (Repa 2011). Dans le domaine du BPM, elle implique l'unification de la sémantique associée aux construits du langage et de leur exécution dans un modèle exécutable. Elle apporte, en outre, un avantage particulier à une technique, puisqu'elle offre la possibilité de réaliser sur un modèle des analyses de validation automatique, de le rendre compréhensible par des personnes externes à l'organisation (Jäger 2014), et permet de drainer vers le langage les utilisateurs et les concepteurs d'outils (Repa 2011). D'après une étude faite par Indulska et al. (2009) la standardisation constitue la principale préoccupation partagée entre les praticiens, les académiciens et les vendeurs d'outils. À cet égard, BPMN est un langage standardisé qui a été inspiré et bâti sur trois autres standards préexistants (Repa 2011) :

- 1) *Service Science Management and Engineering* de IBM ;
- 2) Le standard OASIS qui a conçu WS-BPEL et BPEL4people ;
- 3) La spécification d'UML.

Au côté du standard populaire et dédié aux langages IDEF et au workflow, celui de BPMN a connu de surcroît une acceptation sans précédente (Repa 2011 ; Zur Muehlen 2008). Cette reconnaissance serait due selon Recker (2010) à deux facteurs : la commodité instrumentale et la facilité d'utilisation du langage. Un bon nombre d'outils informatiques ont été à la suite de cela développés pour prendre en charge le langage¹. Il a été notamment incorporé dans le cursus de formation de plusieurs universités et utilisé par plusieurs consultants (J. Recker 2010). Tous ces éléments ont contribué sans doute à sa vulgarisation. D'ailleurs, l'ISO l'avait adopté en 2013, avec la version 2.0.1 du langage, comme une norme internationale des technologies de l'information et de modélisation des processus métiers (ISO/IEC 19510 2013). Il constitue actuellement l'un des langages de modélisation les plus populaires (Hepp et Roman 2007) qui s'est imposé dans l'industrie, au même titre qu'UML dans l'ingénierie des logiciels (J. Recker, Rosemann, et Krogstie 2007).

Des techniques diverses de modélisation et d'analyse des processus comme nous l'avons vu dans la section 1.2 existent. Cependant, en dépit des qualités relatives des langages textuels² certains types d'audience ne les préfèrent pas en raison de leur technicité. Ainsi BPMN a été conçu pour être utilisé non pas seulement par des informaticiens, mais aussi par d'autres spécialistes (Müller et Rogge-Solti 2011). Il est destiné en réalité à être un moyen de représentation des processus métiers recouru par un large public (von Rosing et al. 2015). Il favorise en ce sens la communication entre des experts provenant de différents domaines pour réaliser des études de coût, de scénario de simulation (vom Brocke et Rosemann 2015), d'ingénierie du workflow, et d'élaboration du service Web (J. Recker 2010). D'ailleurs, il est particulièrement adapté pour appliquer la méthode *Activity Based Costing* (Recker et al., 2009). De manière générale, BPMN constitue un langage qui peut être utilisé en commun par (Aagesen et Krogstie 2015 ; von Rosing et al. 2015) :

- ◆ les analystes à qui incombe la conception et l'amélioration des processus,
- ◆ les développeurs chargés d'implémenter les processus et les technologies les supportant,
- ◆ les gestionnaires qui s'occupent de la surveillance et de la gestion des processus.

¹ Cette raison a aussi fortement influencé notre choix, car l'outil conditionne la qualité du modèle et le processus de modélisation, conformément à ce qui a été évoqué dans SEQUAL (cf. sect. 3.2.3).

² La supériorité des langages textuels par rapport aux langages graphiques concerne principalement le formalisme.

En outre, BPMN 2.0 a la capacité d'être transformé facilement en langage d'exécution, plus spécifiquement au BPEL (von Rosing et al. 2015). Il est de ce fait une sorte de langage de haut niveau par rapport à celui-ci (vom Brocke et Rosemann 2015). Effectivement, il est utilisé dans la pratique selon l'étude empirique réalisée par Zur Muehlen et Recker (2008) comme un langage naturel. Ces chercheurs ont découvert que la loi de distribution relative à la fréquence des construits du langage était semblable à celle appartenant à un idiome. Par ailleurs, BPMN avait été recouru pour modéliser la chaîne logistique (Chinosi et Trombetta 2012) et s'est révélé bien approprié pour le secteur des soins de santé (Müller et Rogge-Solti 2011 ; Scheuerlein et al. 2012).

Enfin, une autre raison qui a motivé le choix de BPMN vient du fait qu'il est un langage évolué et mature (J. C. Recker et al. 2005). Il a été élaboré sur la base de l'évaluation de plusieurs langages et méthodologies de modélisation tels que : IDEF, ebXML BPSS, Activity Decision Flow Diagram, RosettaNet, LOVeM, EPC, et particulièrement sur UML Activity Diagram et UML EDOC Business Process. Il constitue ainsi une amélioration de l'ensemble de ces langages (Aagesen et Krogstie 2015 ; Hepp et Roman 2007). Du point de vue ontologique, selon le cadre BWV, il est un langage assez complet (cf. sect. 2.2.1) (J. C. Recker et al. 2005).

4.1.2. Utilités et intérêts

BPMN offre une grande richesse de construits permettant de modéliser une grande variété de processus. Il est censé être un langage multi-usage pour différents objectifs. Il peut être employé par exemple pour (Dumas et al. 2013 ; OMG 2011) :

- ◆ Comprendre les processus métiers et prendre part de cette appréhension avec les acteurs concernés ;
- ◆ Soulever des problématiques ou les remédier ;
- ◆ Communiquer les procédures de façon standards ;
- ◆ Réduire le fossé qui existe entre la représentation faite par les acteurs sur le fonctionnement des processus et la réalité d'exécution des processus ;
- ◆ Faciliter le partage des processus archétypes entre les individus.

Trois manières d'utiliser BPMN 2.0 ont été définies par Silver (2012). Elles permettent de constituer les types de modèles suivants (Aagesen et Krogstie 2015) :

- 1) Le modèle de description : ce modèle présente la situation actuelle du processus (modèle *as is*). Il sert de support pour la documentation, ou comme moyen de communication, et comme manuel de déploiement du modèle. Avec ce type de modèle, la focalisation doit être portée sur la qualité pragmatique de la représentation, pour comprendre le système, plutôt que sur ses qualités sémantiques et syntaxiques qui sont nécessaires pour effectuer la simulation ;
- 2) Le modèle d'analyse : ce modèle permet de faire des études qualitatives et quantitatives assistées par ordinateur, et introduire des indicateurs de performance. Il est particulièrement adapté pour supporter l'assurance qualité et initier des changements dans le processus ;
- 3) Le modèle exécutable : ce modèle est destiné à un emploi automatisé par un moteur de processus. Il est de ce fait issu d'une traduction en un langage lisible par une machine avec le format XML. Il est autrement dit adapté pour une implémentation et un déploiement automatique.

Une étude de grande envergure menée par Recker (2010) avait démontré que la plupart des utilisateurs du BPMN le consacraient respectivement à la documentation, à la refonte de l'organisation, à la gestion des connaissances, et à l'amélioration continue des processus. Chinosi et Trombetta (2012) qui avaient conduit une étude semblable ont révélé qu'il était employé par ordre d'importance pour la documentation, l'exécution, et la simulation des

processus métiers. L'exécution en particulier est recouru pour poursuivre l'un des objectifs suivants :

- 1) Automatiser les procédures ;
- 2) Améliorer la performance des tâches ;
- 3) Implémenter le service Web ;
- 4) Effectuer des audits.

4.1.3. Limites et critiques

La popularité de BPMN implique le fait qu'il est très utilisé, ce qui veut dire aussi que plusieurs retours d'expérience et de critiques lui sont attribués. Une des principales constatations faites à son propos est celle de sa totale négligence des règles métier (*business rules*) dans la description. Pourtant ils ne sont pas moins importants que les processus qu'ils accompagnent (Aagesen et Krogstie 2015 ; J. Recker 2010).

La représentation de la décomposition fonctionnelle du système est un autre aspect auquel BPMN présente une limite. Aucun construit ou dispositif n'est consacré à la description des frontières, de la structure et de la portée du système modélisé (Aagesen et Krogstie 2015 ; J. Recker 2010). Il n'est pas possible de connaître les éléments qui sont à l'intérieur et en dehors du système (J. C. Recker et al. 2006). Cette carence complexifie les modèles en présentant des diagrammes enchevêtrés par des liens entre les construits (Börger 2012).

Le standard BPMN ne suggère pas de procédure qui permet de faire le passage du modèle conceptuel à un modèle exécutable, afin de réaliser directement l'implémentation. Cela n'est possible qu'à travers sa conversion vers le BPEL (Börger 2012). Même si BPMN a été conçu pour être en concordance avec le langage d'exécution BPEL, la correspondance entre les deux n'est pas tout à fait parfaite (Wohed et al. 2006). Du moment où le premier est graphique et le deuxième est textuel (sous forme de script), la transformation procure parfois un modèle complexe difficilement lisible par un être humain (Börger 2012 ; vom Brocke et Rosemann 2015).

BPMN lui est également reproché de ne pas supporter le concept d'état (Aagesen et Krogstie 2015 ; Wohed et al. 2006) contrairement à EPC et YAWL. Bien qu'il représente les événements qui peuvent être un substitut des états (Recker et al., 2009), et qu'il est possible d'utiliser le connecteur ET-division (*AND-Splits*) pour pallier cette carence, il n'en reste pas moins que cela n'est pas sans incidences sur le modèle d'après Repa (2010). Selon Börger (2012), ce manquement provoquerait une mauvaise description des données qui dépendent des conditions révélées par l'état.

Les événements définis dans BPMN et servant à déclencher les activités ne sont pas, dans l'ensemble, suffisamment clairs. Leur distinction n'est pas également nette, malgré leur variété (J. Recker, 2010 ; J. C. Recker et al., 2006 ; Repa, 2010).

Le travail collaboratif au sein d'une même organisation est mal pris en charge par BPMN (White et Miers 2008). Cela se reflète dans le secteur de la santé dans lequel certaines activités ont la particularité d'être exécutées par un ensemble d'intervenants qui ont des rôles différents (par exemple les interventions chirurgicales). Toutefois BPMN 2.0 n'a pas prévu de dispositifs pour exprimer directement une telle situation. Par conséquent, certaines astuces sont recouru pour représenter une activité partagée par plusieurs personnes, mais elles restent au détriment de la taille du modèle et sa facilité de lecture (Müller et Rogge-Solti 2011).

BPMN propose une richesse de construits afin de couvrir le maximum de besoins de modélisation et plusieurs domaines. Néanmoins, cette richesse est accompagnée d'un certain excès (J. C. Recker et al., 2005 ; J. Recker et al., 2009), d'un croisement sémantique, et d'un manque d'intuitivité¹ qui peuvent troubler la communication (Börger 2012).

¹ Manque de transparence sémantique selon le principe de Moody (2009).

À titre d'exemple, une certaine liberté sémantique est attribuée à quelques construits du langage tels que « le couloir » (*Lane*) et « la piscine » (*Pool*) (cf. sect. 4.2.3). Ceci est rendu exprès pour offrir une certaine flexibilité dans la modélisation, mais cela est aussi accompagné d'une certaine confusion dans l'interprétation du modèle. Et pour cause, le couloir lui est généralement attribué le sens de rôle, d'unité organisationnelle, de zone, d'une portée prédéfinie, ou d'un groupement. La piscine peut désigner elle aussi une zone, une portée prédéfinie, un groupement, ou des unités organisationnelles internes ou externes (J. Recker 2010). De surcroît, l'évaluation ontologique menée selon le cadre BWW avait montré qu'il existe une forte redondance de construits, ce qui peut conduire à la réduction de la clarté des modèles générés, en raison des interprétations diverses possibles (J. Recker et al. 2009). L'excès de construits d'un autre côté s'est révélé de manière empirique d'après l'analyse de Zur Muehlen et Recker (2008). Ces chercheurs ont démontré que moins de 20 % des construits de BPMN sont employés par les utilisateurs.

BPMN 2.0 a été lourdement critiqué par Börger (2012). Il s'est attaqué à sa standardisation et sa présumée interopérabilité. Selon lui, trois principaux facteurs expliquent les faiblesses du langage : l'existence de carences dans la spécification, l'existence de certaines ambiguïtés, et l'abstraction de concepts essentiels. Ajouté à cela, l'auteur avait listé les lacunes suivantes :

- ◆ Le manque de précisions des concepts sans que cela soit dû au degré de formalisation du langage. Ceci entrave la conception, l'utilisation, et l'analyse des modèles ;
- ◆ Le manque de précision conduit également à des exécutions contrastées du modèle par les compilateurs. La meilleure façon de garantir une exécution précise est celle de créer un compilateur spécifique à la sémantique du BPMN, mais cela ne peut être possible qu'au détriment de l'interopérabilité ;
- ◆ L'absence du concept d'état altère de surcroît l'interopérabilité, car le système de gestion des données pour l'exécution du modèle serait dépendant de la plateforme spécifiée par BPMN ;
- ◆ Les ressources ne sont pas suffisamment représentées ;
- ◆ La communication et les interactions entre les processus sont imparfaitement prises en charge ;
- ◆ Certains types de diagrammes (collaboration et chorégraphie) ne peuvent pas être mutuellement intégrables.

Un travail d'évaluation de BPMN basé sur l'approche sémiotique (Aagesen et Krogstie 2015) avait corroboré certains points cités, et avait ajouté les constatations suivantes :

- ◆ Carence dans la prise en charge des objets de données ;
- ◆ Certains concepts spécialisés et spécifiques au domaine des affaires (business) sont absents, ce qui oblige les modalisateurs à utiliser des solutions de rechange et l'annotation textuelle ;
- ◆ Une certaine formation est nécessaire pour pouvoir utiliser BPMN correctement ;
- ◆ Le construit de type lien génère une certaine confusion ;
- ◆ Plusieurs possibilités de décrire une situation peuvent conduire à des interprétations complexes ;
- ◆ Carence dans la représentation des instances multiples ;
- ◆ Possibilité limitée d'exécuter des analyses de simulation.

De toute manière, OMG (2011) avait déclaré officiellement les limites de BPMN 2.0 en présumant que ce langage n'est pas censé traiter les aspects suivants d'une entreprise :

- ◆ L'aspect organisationnel et ressources ;
- ◆ L'aspect de la décomposition fonctionnelle ;
- ◆ Les règles de gestion et la stratégie ;
- ◆ La simulation des opérations ;
- ◆ Le contrôle des processus métiers.

Enfin, BPMN ne serait pas approprié pour représenter les connaissances avec son niveau ontologique actuel selon Hepp & Roman (2007), et ce, en dépit du fait qu'il est adapté pour effectuer la modélisation procédurale. La confrontation de BPMN à l'intelligence artificielle et à la sémantique Web, qui composeront probablement la prochaine génération des techniques de modélisation, mettra en difficulté sans doute le langage, car celui-ci n'est pas capable d'employer les mécanismes de raisonnement automatique (Hepp et Roman 2007). Cette limite est pour ainsi dire issue de la comparaison de BPMN avec la technologie de demain.

4.2. Les composantes principales d'un modèle BPMN 2.0

Le standard version 2.0 de BPMN présente non seulement le langage de modélisation, mais aussi une spécification qui précise la syntaxe et la sémantique des construits employés (Fischer et Silver 2011), en particulier pour l'exécution d'un modèle. La notation est constituée d'un ensemble de graphèmes dont certains sont dédiés à une modélisation générale (pour décrire l'essentiel des processus métiers), et d'autres pour une utilisation spécialisée (qui ajoutent des détails supplémentaires) (J. Recker 2010). Chaque graphème lui est spécifié des attributs statiques et des attributs dynamiques qui peuvent être adaptés en respectant certaines conditions relevant de l'aspect visuel, la sémantique, et la sérialisation (Briol 2013).

OMG (2011) distingue deux groupes de composants pour son langage : les construits du noyau et les construits étendus. Mais, selon Recker (2010), il existe quatre types de graphèmes sur la base de la fréquence d'utilisation des symboles du langage, en exploitant les données de l'étude faite par Zur Muehlen et Recker (2008). Il suggéra de différencier les construits en symboles communs, symboles étendus, symboles spécialisés, et en symboles superflus. Les symboles spécialisés sont utilisés par les experts pour décrire en détail certains systèmes, alors que les symboles superflus sont des symboles rarement utilisés et dotés d'une utilité très limitée (J. Recker 2010).

Étant donné qu'il existe près de 116 symboles (von Rosing et al. 2015), nous nous sommes basés dans la description sur les graphèmes essentiels qui permettent au lecteur d'appréhender l'objet véhiculé par un modèle de processus métiers. Pour obtenir une description complète et exhaustive des symboles, il est recommandé de se référer au standard de BPMN 2.0 (OMG 2011), à partir duquel une grande partie de ce chapitre s'est appuyé.

4.2.1. Les unités graphiques de base

L'approche suivie par les fondateurs de BPMN est celle qui consiste à proposer une notation simple à comprendre, et en même temps qui permet de décrire la complexité des processus métiers en définissant plusieurs classes de construits (von Rosing et al. 2015). BPMN 2.0 catégorise ses symboles en cinq grandes classes : les objets de flux, les données, les objets de connexion, les couloirs, et les artefacts. La première classe permet de décrire les processus métiers ou autrement dit le workflow, la deuxième permet de présenter l'aspect informationnel, la troisième décrit les liaisons entre les objets ou leur ordre, la quatrième classe montre l'aspect organisationnel ou ressources selon les utilisations, et la dernière classe permet d'ajouter des détails supplémentaires. Dans chacune de ces catégories, il existe des sous-types lesquels nous exposeront les principaux détails les concernant.

4.2.1.1. Les objets de flux

Les objets de flux sont les éléments qui déterminent le comportement du processus (Chinosi et Trombetta 2012). Avant même de détailler les objets de flux, il est nécessaire de parler de l'instanciation du modèle. Cette notion utilisée dans la terminologie informatique a été reprise du langage Rdp, et signifie tout simplement le déclenchement d'un modèle ou d'une activité. Elle est représentée virtuellement par le déplacement d'un jeton pour décrire le comportement

du processus (von Rosing et al. 2015) (cf. sect. 1.2.3.5). Ce jeton exprime un cas, ou une situation déclenchée par l'événement qui est traité par les activités du modèle. Les objets de branchement orientent la circulation du jeton à travers le flux de travaux (workflow). Ainsi, les objets de flux se distinguent à leur tour en trois sous-classes : les événements, les activités, et les éléments du branchement.

4.2.1.1.1. Les activités

L'activité au sens de BPMN est la représentation de l'action qui se déroule dans un temps qui n'est pas précisé, mais qui est fini (Aagesen et Krogstie 2015). Elle reflète ainsi le travail effectué au sein du processus (Jäger 2014). Celui qui exécute l'activité est représenté par un autre symbole (cf. sect. 4.2.3), et peut être un groupe, un rôle, une position, un individu, ou une organisation (OMG 2011). L'aspect général d'une activité est un rectangle arrondi avec un label au milieu qui indique son appellation (Jäger 2014). L'utilisation d'un verbe pour l'appellation d'une activité est fortement conseillée, car il est bien connu d'être plus clair et plus expressif que la forme nominale pour représenter l'action (Fischer et Silver 2011). Deux grandes catégories distinguent les activités selon leur niveau de granularité : les tâches et les sous-processus.

4.2.1.1.1.A. Les tâches

La tâche est l'unité atomique pour représenter une activité, et peut être de différents types. Ce type est distinguable par l'icône figurant sur le côté gauche du sommet de la boîte. En dessous de l'icône, un label (texte court) peut être ajouté afin de bien préciser la tâche (cf. fig. 2.32, p. suiv. en bas du centre) (Aagesen et Krogstie 2015 ; Fischer 2012 ; OMG 2011 ; von Rosing et al. 2015).

- ◆ Tâche utilisateur : BPMN utilise deux types d'activité pour exprimer l'implication de l'être humain dans l'accomplissement d'une tâche particulière. Ce sont la tâche utilisateur et la tâche manuelle. La tâche utilisateur indique qu'une application informatique spécifique est employée par un sujet (un individu ou un groupe de personnes) pour la réaliser. La tâche utilisateur est une tâche managée, c'est-à-dire avec laquelle il est possible de planifier et de retracer le début et la fin de son exécution, car elle est assistée par un moteur des processus métiers ou un logiciel. La tâche utilisateur est en réalité une tâche typique du système workflow ;
- ◆ Tâche manuelle : la tâche manuelle n'utilise pas d'outil informatique pour réaliser l'action. Cette tâche est exécutée par une seule personne ou par un groupe d'individus. Cependant, elle n'est pas managée puisqu'elle n'utilise pas un moteur de processus ou de logiciel pour la gérer ;
- ◆ Tâche d'envoi : celle-ci sert à envoyer un message¹ à un participant externe ;
- ◆ Tâche de réception : contrairement à la précédente, elle est utilisée pour attendre l'arrivée d'un message venant d'un participant externe ;
- ◆ Tâche de script : cette tâche indique qu'un programme codé par un langage ou un texte logique est interprété et exécuté par un moteur. La fin d'exécution du script révélera la complétude de la tâche ;
- ◆ Tâche de règles métier : en utilisant un moteur de décision, cette tâche décrit les intrants de ce système et ses sorties calculées. En d'autres termes la tâche de règles métier est une abstraction, sous forme de boîte noire, des contraintes, conditions, et décisions prises lors du traitement d'une instance. Cette tâche ne montre que les résultats et parfois elle est désignée directement par la « tâche de décision » ;
- ◆ Tâche de service : elle utilise le service Web ou une application automatique ;
- ◆ Tâche abstraite : cette tâche n'appartient pas aux catégories précédemment citées, son type est donc non spécifié.

¹ Voir les indications sur les flux de message section 4.2.2.

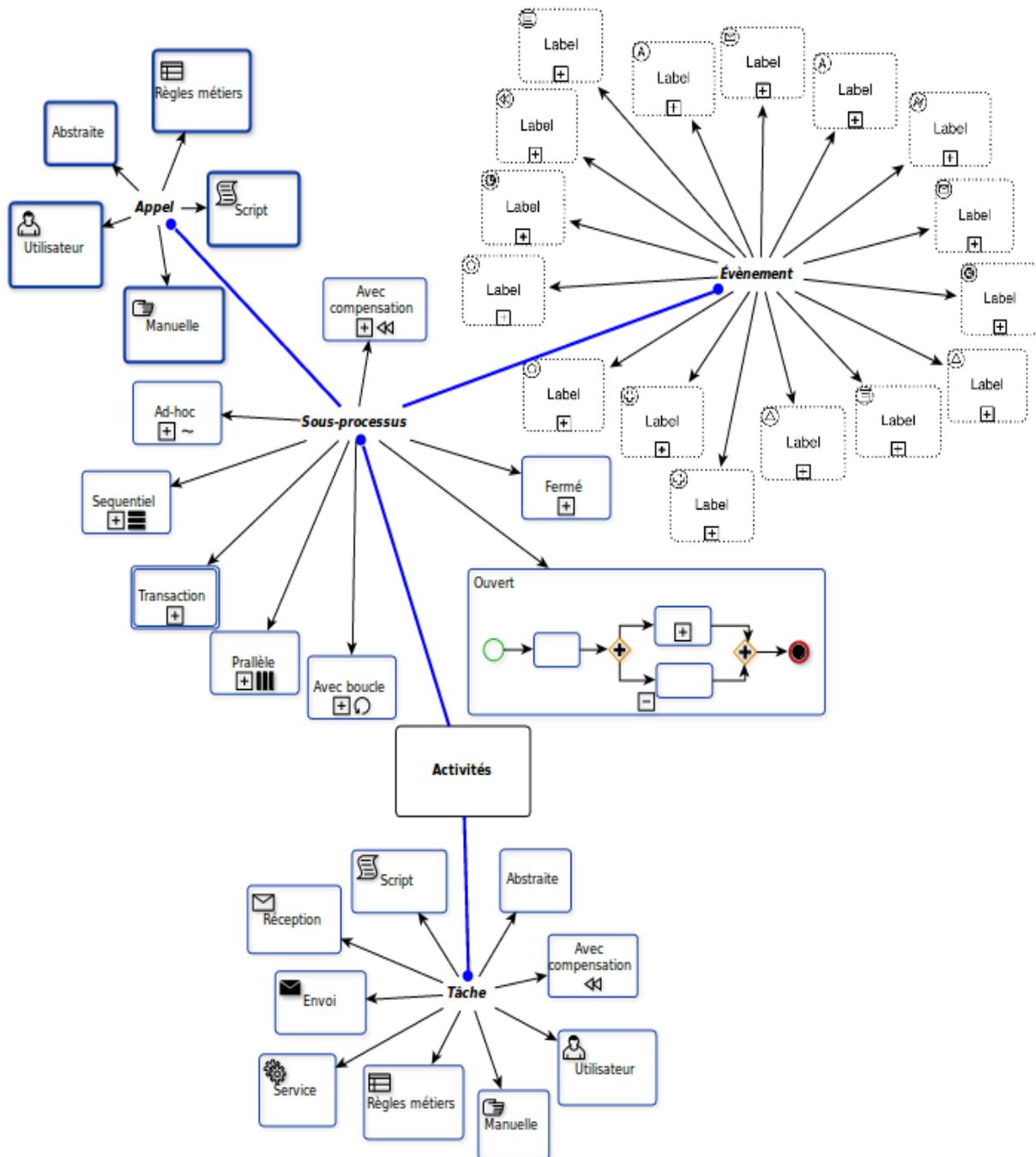


Figure 2.32. Graphèmes des types d'activités dans BPMN 2.0. Adaptée de OMG 2011, 382-392.

BPMN définit par ailleurs, une tâche dite « tâche globale » qui est employée plusieurs fois à différent endroit du modèle. Celle-ci n'a pas de graphème particulier. Elle est recouru à chaque fois qu'elle est invoquée par une « activité d'appel » qui est par contre graphiquement représentée par des bordures plus épaisses (cf. fig. 2.32 en haut à gauche) (OMG 2011). L'ensemble des tâches globales permettent de constituer une bibliothèque de tâches prédéfinies et exploitables à plusieurs reprises. Ces tâches facilitent l'évolution du diagramme, car leur mise à jour se répond systématiquement sur tous les endroits du modèle où elles sont invoquées. Les tâches globales peuvent être uniquement une tâche de règles métier, script, manuel, ou utilisateur. Le standard précise une règle générale de présentation qui se rapporte aux bordures du graphème de la tâche. Elles sont minces pour les activités locales et épaisses pour les activités réutilisables (Fischer 2012).

4.2.1.1.1.B. Les sous-processus

Le sous-processus est une subdivision de l'activité qui sert à mettre en exergue la décomposition des processus métiers. Il est ainsi à la fois un construit qui abrège une série d'opérations et un dispositif qui simplifie la complexité du modèle (Briol 2013). Cette complexité est partagée en plusieurs niveaux d'abstraction, car il est possible de plonger à l'intérieur du sous-processus pour visualiser son contenu dans un autre diagramme. Un sous-processus contient les objets de flux pour exprimer les cas suivants (OMG 2010; von Rosing et al. 2015) :

- 1) Une transaction : la transaction est une activité dans laquelle se déroule un ensemble d'opérations coordonnées (Fischer et Silver 2011) et implique un type particulier de communication ou d'interactions entre deux acteurs désignés par : l'initiateur et l'exécutant. Cette activité se déroule en trois phases (B.-J. Hommes et van Reijswoud 2000) :
 - i) Phase de l'ordre : dans laquelle l'accord entre les deux principaux acteurs se met en place pour l'exécution d'une action ;
 - ii) Phase de l'exécution : qui correspond à la concrétisation de l'action convenue ;
 - iii) Phase de résultat : dans laquelle les acteurs débattent sur les résultats vérifiables de l'action réalisée. Les acteurs doivent s'entendre sur ces résultats, et peuvent négocier éventuellement sur la mise en place d'une autre future entente ;
- 2) La gestion des exceptions ou des erreurs : cette activité s'occupe des situations inhabituelles ou des cas particuliers. Elle traite par des opérations spécifiées les anomalies et les échecs. Toutes les situations exceptionnelles sont dénoncées par différents construits d'événements (cf. sect. 4.2.1.1.2) ;
- 3) La compensation : la compensation est utilisée lorsque les résultats d'un processus ne sont pas désirés ou lorsqu'ils doivent être inversés. Si l'activité est active, elle ne peut pas être compensée, mais annulée. Seules les activités complétées peuvent être compensées¹. La compensation est exécutée par un gestionnaire de compensation. Ce dernier est en fait un ensemble d'activités qui ne sont pas connectées aux restes du processus. Il est déclenché par un événement de compensation de début, intermédiaire ou de fin. Cependant, la compensation peut être exécutée de façon explicite ou implicite :
 - i) La compensation explicite est réalisée par un gestionnaire de compensation qui peut être un sous-processus d'événement de type compensation, ou une activité associée. Lorsqu'il s'agit d'un sous-processus, l'événement de compensation qui est de type début déclenche la compensation de toutes ses activités en état complétée, si aucune d'elles n'est précisée. La compensation se déclenchera également à chaque instance, si ce sous-processus est en multi-instance. La compensation peut provoquer l'annulation de tous ses sous-processus qui ont atteint l'état de complétude. Pour une tâche (activité associée), l'événement de compensation est rattaché à sa bordure. Le gestionnaire de compensation est présenté comme une boîte noire² rattachée à cet événement de bordure par un flux d'association³ ;
 - ii) La compensation implicite est une compensation systématique de l'activité, puisqu'elle se réalise à chaque fois que l'activité atteint l'état complété. Ce mécanisme est déclenché en précisant cela dans les propriétés de l'activité. Cette précision est affichée de manière graphique par le marqueur « ◀ » (cf. fig. 2.32). Selon le paramétrage établi, l'événement de compensation peut attendre la fin de l'activité concernée pour déclencher sa compensation, ou ne pas l'attendre. Si l'activité est dans l'état activé, elle ne peut pas être compensée, mais annulée.

¹ Voir section 4.3.2 sur les états possibles d'une activité.

² Dite activité associée de compensation.

³ Voir section 4.2.2 sur ce flux.

Les sous-processus se distinguent à leur tour en plusieurs types (cf. fig. 2.32, p. 288 en haut du centre) (Fischer 2012; OMG 2011; von Rosing et al. 2015) :

- 1) Le sous-processus imbriqué : celui-ci montre son contenu soit de façon ouverte (dépliée) ou de façon fermée (réduite ou pliée). Le sous-processus ouvert dévoile son contenu avec tous les détails directement sur le diagramme. Par contre, si le processus est fermé, il est marqué par le signe \boxplus et ne montre que son label. Le sous-processus imbriqué est lui aussi de différents types. Il peut être combiné avec l'attribut boucle, multi-instance, ou ad hoc. Ces attributs sont représentés par une marque spécifique :
 - i) La boucle (\curvearrowright) : elle indique la répétition du processus avec un nombre fixe d'itérations, ou jusqu'à la satisfaction d'une condition. Il est également possible de préciser dans quels cas la boucle se déclenche ;
 - ii) La multi-instance : elle révèle que le processus peut être instancié plusieurs fois. Le nombre d'instances dépend de la condition définie pour l'activité selon une expression explicite. Sachant que chaque instance peut se singulariser par ses propres intrants, la multi-instance peut se dérouler de façon :
 - a) parallèle (\equiv) : deux instances peuvent se déclencher simultanément ;
 - b) séquentielle (Ξ) : ce qui signifie qu'une instance ne peut être réalisée qu'après la fin de sa précédente ;
 - iii) ad hoc (\sim) : ce sous-type de processus est démuné de précisions sur la séquence d'exécution des activités qu'il contient. Ainsi, l'ordre de déclenchement peut être aléatoire ;
- 2) Le sous-processus d'événement : cette activité est semblable au processus imbriqué, cependant celle-ci supporte de plus un ou plusieurs événements. Elle est en quelque sorte une adjonction du sous-processus traditionnel avec l'événement de bordure¹. C'est pour cette raison que son aspect graphique montre un événement à l'extrémité supérieure gauche de ses frontières pointillées (cf. fig. 2.32, p. 288 en haut à droite du centre). Le sous-processus d'événement est par conséquent obligatoirement déclenché par un événement. Toutefois, il n'est pas considéré comme faisant partie du flux normal, ce qui signifie graphiquement qu'il n'est pas rattaché à un flux de séquence² en tant que source ou comme cible. Le contenu du sous-processus d'événement commence toujours par un événement de début. Il est considéré comme facultatif si le sous-processus est déclenché par un seul événement. Le sous-processus d'événement est instancié à partir du flux normal uniquement lorsque l'événement associé se produit. Il peut interrompre le processus parent si cet événement associé l'indique. Dans le cas où le sous-processus d'événement serait déclenché par un événement d'interruption, aucun nouvel événement ne pourra être traité par la suite. Ceci est aussi vrai lorsque l'activité parente est dans l'état de complétude ; elle y reste jusqu'à ce que l'instance du sous-processus ait atteint sa fin. Par contre, si l'événement d'interruption est de type « Erreur », l'activité parente entre dans l'état « En échec », alors que si l'événement est de type « Non-Erreur », l'activité parente entre dans l'état « En terminaison » ;
- 3) L'activité d'appel : ce processus à la particularité d'être prédéfini et d'être réutilisé à chaque fois qu'il est invoqué dans le modèle. Il correspond à ce qui est connu dans le langage informatique par « le macro » ;
- 4) La transaction : c'est un sous-processus muni d'un protocole spécial qui s'assure que tous les participants ont consenti l'annulation ou l'achèvement de l'activité. Les résultats d'une transaction peuvent être ainsi une annulation, un échec, une continuation normale, ou un hasard ;
- 5) Le sous-processus ad hoc : ce sous-processus est un type spécialisé qui contient plusieurs activités non reliées par des flux de séquence. Ainsi la séquence d'exécution

¹ Voir section 4.2.1.1.2 à propos des événements de bordure.

² Voir section 4.2.2 à propos de cet objet.

est déterminée par la personne qui effectue le sous-processus. Afin de pouvoir allouer les ressources à ses activités, il est nécessaire de préciser toutefois s'il doit être réalisé en séquence ou en parallèle. N'ayant pas d'événement de début ni de fin, le sous-processus peut contenir des événements intermédiaires. Sachant qu'il n'est pas requis de préciser l'ordre des activités, lors de l'instanciation du processus toutes les activités n'ayant pas un rattachement aux flux de séquence sont activées. L'utilisateur choisira à ce moment-là la séquence des activités.

4.2.1.1.2. Les événements

Les événements reflètent la manifestation d'un fait. Ils affectent par conséquent le processus sur son déroulement (OMG 2011). Ils indiquent de deux choses l'une (Aagesen et Krogtstie 2015 ; Briol 2013) :

- 1) La stimulation du processus. Dans ce cas, l'événement sera de type « capture » (*catching*) ;
- 2) L'apparition d'un fait. Dans ce cas, l'événement interviendra comme un diffuseur de l'information et sera de type « lancement » (*throwing*).

La distinction graphique entre les deux types n'est pas directe (cf. fig. 2.33), et se manifeste par le remplissage de l'icône utilisée à l'intérieur d'un cercle qui forme l'aspect général des événements. Les événements de lancement auront ainsi un graphème avec des symboles remplis, alors que les événements de capture seront transparents.

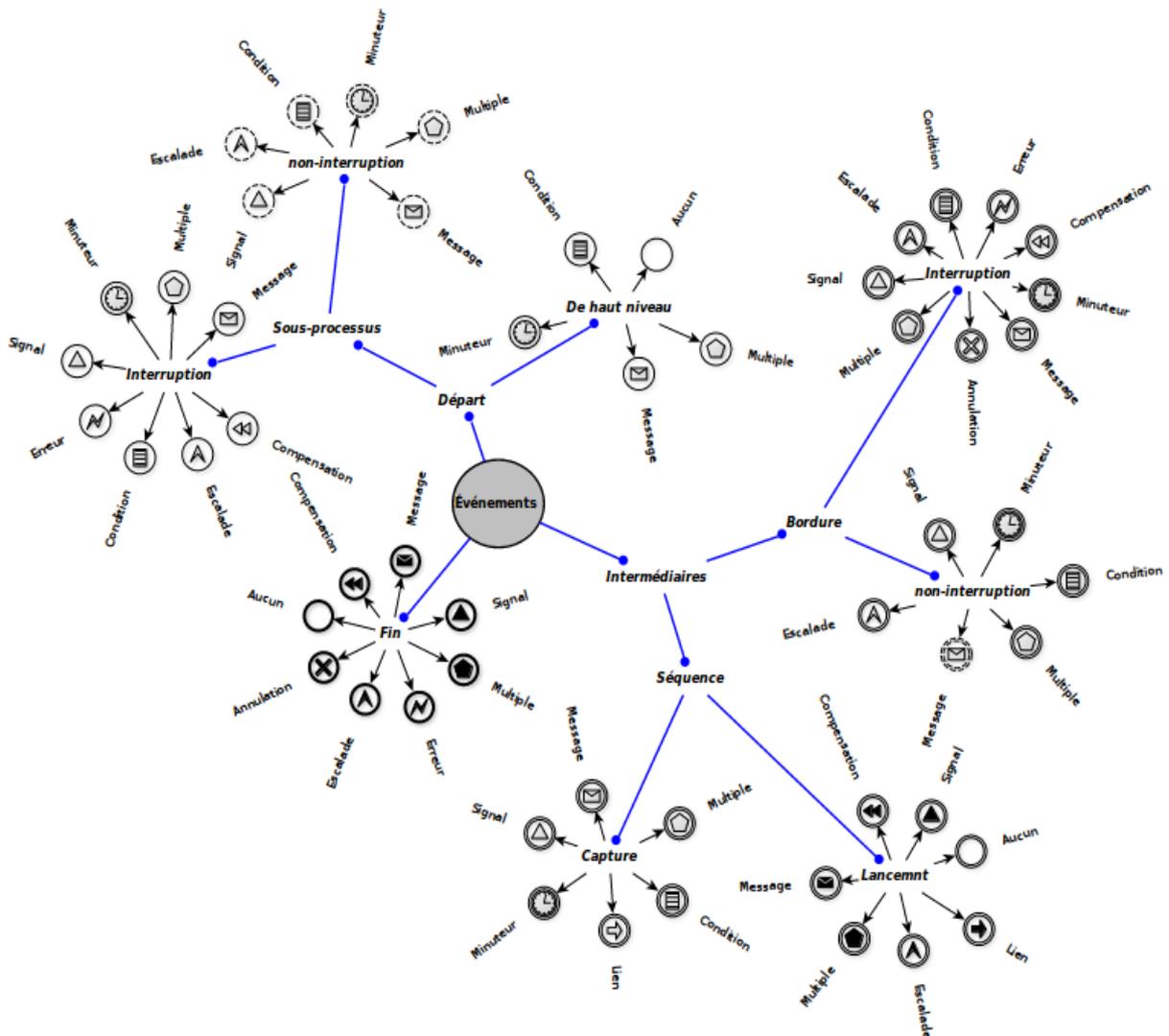


Figure 2.33. Les types et sous-types d'événements selon BPMN 2.0. Adaptée de OMG 2011, 261.

De manière générale, les graphèmes qui représentent les événements sont la résultante du croisement de deux dimensions : le type du déclencheur, et la position de l'événement dans le diagramme. Chaque événement peut donc porter un déclencheur particulier représenté par une icône spécifique. Ce déclencheur peut être (Aagesen et Krogstie 2015 ; Briol 2013 ; OMG 2011 ; von Rosing et al. 2015) :

- ◆ Un minuteur : il évoque un événement planifié ou un délai (Aagesen et Krogstie 2015). Il instancie le processus après un certain temps. Il est basé sur une date, un cycle, ou une durée. Le minuteur doit introduire ces temps au format ISO8601 (Année-Mois-Jour) ;
- ◆ Une condition : elle instancie le processus (au début ou au milieu) selon une exigence précise. Une condition est utilisée pour refléter cette exigence sous forme d'expression explicite. Le processus se déclenchera si sa vérification renvoie la valeur vraie ;
- ◆ Multiple : cet événement récapitule plusieurs autres en un unique graphème. Il instancie le processus selon l'occurrence des types d'événements définis de façon exclusive. L'occurrence d'un des événements déclarés suffit pour instancier le processus ;
- ◆ Parallèle : comme le précédent, cet événement abrège différents événements. Cependant, il instancie le processus de façon synchronisée (parallèle). Autrement dit, il est nécessaire que tous les événements déclarés se produisent pour que le processus soit déclenché ;
- ◆ Une erreur : cet événement est utilisé pour indiquer l'irruption d'une erreur, l'insuccès d'une action, ou l'apparition d'un problème majeur. Il a pour effet de stopper l'instanciation du processus (arrêter de la génération des jetons) ;
- ◆ Une annulation : l'événement a pour effet de stopper immédiatement l'exécution d'une activité sans initier une compensation ou la gestion d'une exception. Ce type d'événement est en fait utilisé uniquement avec un sous-processus de transaction ;
- ◆ Un message : l'événement exprime l'arrivée d'une information émise par un participant, ou l'envoi de celui-ci à un participant ;
- ◆ Une escalade : c'est un événement nuancé du type erreur. Il est employé pour l'échange des informations. Il évoque l'apparition d'une exception qui ne fait pas interrompre l'activité concernée, alors que l'événement erreur le fait systématiquement dans certaines situations. L'escalade signale un contexte particulier nécessitant une réponse qui parfois exige l'intervention d'une personne pour que le flux normal du processus puisse continuer. Par exemple, il peut signaler un incident ou l'incomplétude d'une activité dans le temps qui lui est alloué ;
- ◆ Un signal : c'est un événement employé pour exprimer la communication à l'intérieur, ou entre différentes piscines¹ (participants) représentées dans un même diagramme ou réparties entre plusieurs. Le signal contrairement à un message n'a pas de destinataires particuliers, et ne transporte pas des données ;
- ◆ Un lien : cet événement n'a pas d'impact sur le déroulement du processus, il est seulement employé dans un flux normal comme raccourci entre les diagrammes ou dans le même diagramme. Il exprime la fameuse instruction *Go-to* pour connecter deux parties d'un processus, ou pour créer une boucle. Usuellement, il est recouru pour écourter un flux de séquence trop long ;
- ◆ Aucun : cet événement n'a pas de définition particulière. Il révèle que le fait n'est pas connu, ou sans aucune précision, et que l'état du processus a changé ;
- ◆ Une compensation : pour indiquer le déclenchement des opérations de compensation (cf. 4.2.1.1.1.B), cet événement est soit :
 - ▶ rattaché à la bordure d'une activité. L'activité de compensation est affichée comme une boîte noire rattachée à l'événement de bordure par un flux d'association ;

¹ Voir sect. 4.2.3 à propos de la piscine.

- ▶ un événement de début à l'intérieur d'un sous-processus d'événement ;
- ◆ Une terminaison : cet événement arrête complètement le processus même si une de ses parties est toujours en cours d'exécution.

La position de l'événement révèle aussi indirectement le moment de son occurrence. Les événements sont distingués d'après cet aspect par les types suivants (Fischer 2012; OMG 2011; von Rosing et al. 2015) :

- 1) L'événement de début : cet événement marque le départ du processus. Ainsi, il est rattaché à une flèche (flux de séquence) par sa source. En cela, il exprime l'instanciation du processus à chaque fois que l'événement spécifié se produit. L'événement de début est utilisé dans le cas où les conditions de démarrage d'un processus ne seraient pas claires ou trop complexes. Il est caractérisé par un simple et unique cercle à trait continu. Si le trait du graphème est présenté sous forme de points discontinus, il indique dès lors qu'il est de type non-interruption. Cette dernière marque signifie que l'événement n'entrave pas le processus parent ;
- 2) L'événement intermédiaire : celui-là ne débute pas et ne termine pas directement un processus, il indique l'occurrence d'un stimulus au cours de son déroulement, c'est-à-dire entre le début et la fin du processus. Il exprime en réalité l'attente d'un fait pour que la suite du processus se déroule. Il est différencié graphiquement par un cercle à double trait. L'événement en lui-même peut indiquer :
 - i) un message attendu,
 - ii) un délai attendu,
 - iii) l'interruption du flux normal pour la gestion de l'exception,
 - iv) une tâche extraordinaire de compensation ;

L'événement intermédiaire est à son tour classé en plusieurs sous-types :

- a) L'événement intermédiaire de séquence : cet événement se place directement sur le diagramme pour accueillir, ou émettre une instance (jeton). Il peut être ainsi de capture ou de lancement ;
- b) L'événement intermédiaire de bordure : cet événement établit la particularité de BPMN 2.0 par rapport aux autres langages. Il s'affiche sur les limites d'un sous-processus, ou d'une tâche, et peut à son tour être de deux types :
 - b.1) L'événement intermédiaire d'interruption : ce type d'événement stoppe immédiatement l'activité à laquelle il est rattaché. Il implique les déclencheurs suivants : erreur, escalade, message, signal, minuteur, conditionnel, multiple et parallèle ;
 - b.2) L'événement intermédiaire de non-interruption : contrairement au premier, ce type d'événement ne stoppe pas l'activité, et implique les déclencheurs suivants : escalade, message, signal, minuteur, conditionnel, multiple et parallèle ;
- 3) L'événement de fin : cet événement se distingue visuellement des autres types par un cercle avec des traits gras. Sa principale et unique fonction est la déclaration de l'achèvement du processus. Cependant, la terminaison d'une instance ne peut se faire que si les conditions suivantes ont été remplies :
 - i) tous les événements de début ont été déclenchés à un moment ou un autre,
 - ii) tous les branchements de début ont été déclenchés au moins par un événement,
 - iii) aucun jeton n'est resté dans l'instance du processus,
 - iv) le type d'événement de fin d'une instance doit correspondre au type d'événement de départ qui instancie le processus,
 - v) s'il s'agit d'un sous-processus de multi-instance, la fin d'une instance par un événement de fin de type terminaison n'affecte pas le processus parent. Par contre, un événement de fin de type annulation l'affecte.

4.2.1.1.3. Les branchements

Les *gateway* ou les branchements sont des construits qui conditionnent le passage des jetons à travers les séquences. Ils permettent de générer ou de consommer les jetons, et de bifurquer ou de joindre les chemins pris par eux. Ces symboles n'ont aucun effet sur les métriques employées dans le processus, telles que le temps et le coût. Ils servent uniquement à former le workflow qui reflète le comportement du processus (OMG 2011). Ils constituent en un mot les points de contrôle du flux de travaux (Jäger 2014). Cependant, la signification de ces symboles change en fonction de leur rattachement aux flux de séquence. Le rattachement peut être en entrée (par la cible de la flèche) ou en sortie (par la source de la flèche). Sachant que les flux de séquence représentent les chemins possibles du déplacement des jetons, quelques symboles procurent la même expression que ceux des modèles de workflow (cf. sect. 2.3.1) (Wohed et al. 2006).

En ayant une forme commune de losange (cf. fig. 2.34), les branchements sont différenciés par des symboles complémentaires dans leur intérieur. Ainsi, on distingue les construits suivants (OMG 2011; von Rosing et al. 2015; Wohed et al. 2006) :

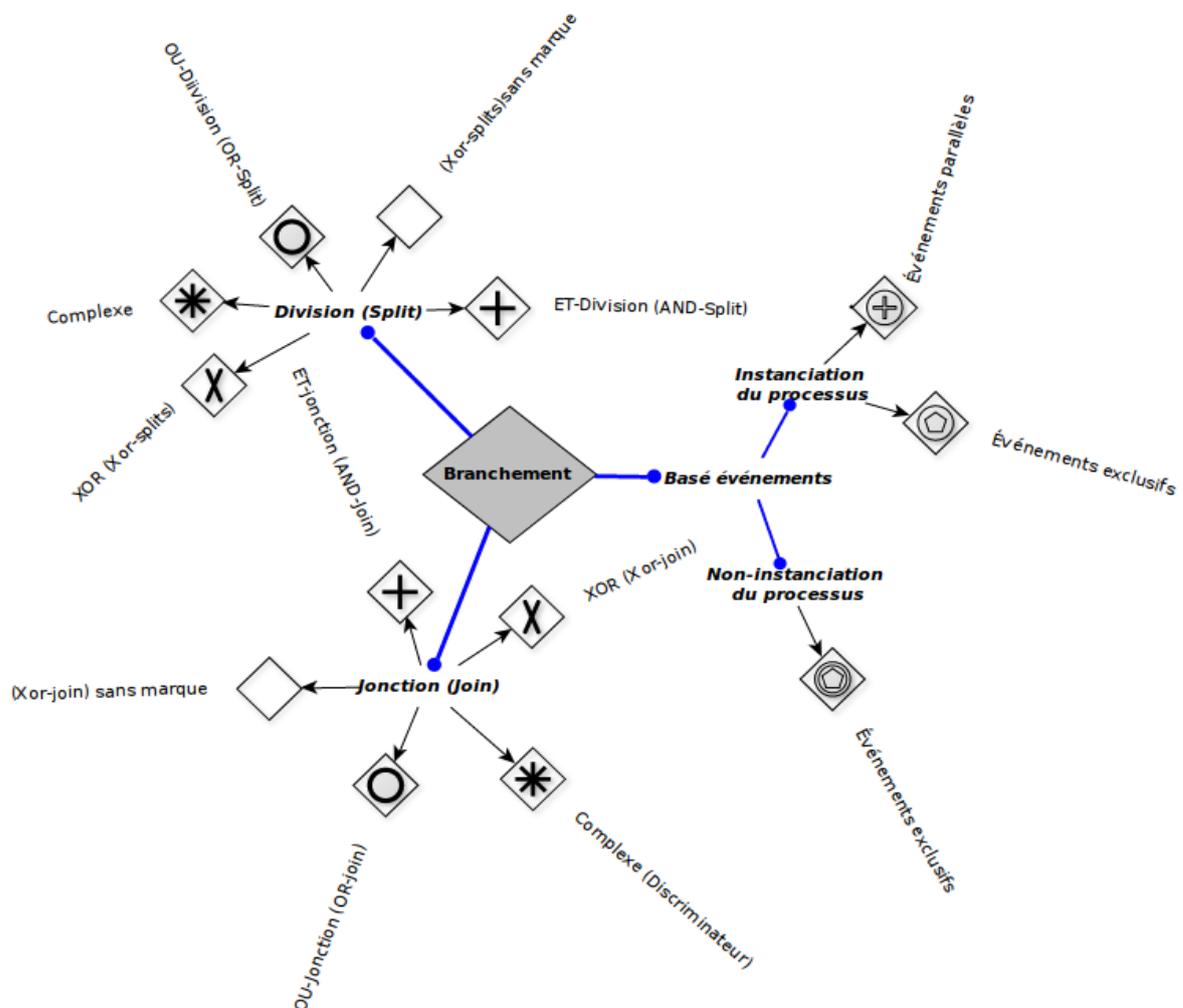


Figure 2.34. Les types de branchements selon BPMN 2.0. Adaptée de OMG 2011, 400, 401.

- 1) L'exclusif XOR : il représente un point de décision avec lequel un seul chemin seulement est autorisé pour les jetons. Il exprime le choix exclusif (*XOR-Splits*) qui correspond au modèle n°4 des modèles de workflow lorsqu'il est relié à des flux de séquence en sortie. Un branchement exclusif peut être relié à des conditions explicites (expressions de condition) appliquées à des alternatives représentées par les flux de séquence. Le jeton est envoyé à travers l'une des alternatives lorsque la vérification de

sa condition renvoie la valeur vraie. Le modélisateur peut désigner une des alternatives comme chemin par défaut. Ce dernier est dépourvu d'une expression de condition. Il est recouru dans le cas où toutes les expressions de condition renverraient faux. Si aucun chemin n'est désigné par défaut, l'exécution d'une exception est activée. Par contre, le rattachement du XOR avec les flux de séquence en entrée exprime la fusion simple (*XOR-Join*), au sens du modèle n°5 des modèles de workflow. Cette disposition est utilisée pour exprimer que la suite du processus se poursuit lorsque le symbole est déclenché par un jeton arrivant, sans synchronisation, de l'un des flux de séquence reliés (Wohed et al. 2006). Graphiquement, l'exclusif XOR peut être représenté par deux symboles substituables : un losange avec la marque « X », ou un losange sans aucune marque ;

- 2) L'inclusif : en étant rattaché à plusieurs flux de séquence sortants, ce symbole représente un point de décision, mais avec des choix multiples (*OR-Splits*). Il permet ainsi de créer aussi bien des chemins alternatifs que parallèles par l'application d'une ou de plusieurs expressions de condition associées à chaque chemin éventuel. Chaque expression de condition n'est pas exclusive, ce qui veut dire qu'elle ne bloque pas l'envoi de jetons sur les autres chemins si leur expression de conditions renvoie la valeur vraie. Brièvement, l'exclusif correspond au modèle n°6 des modèles de workflow, permettant ainsi le passage parallèle des jetons. Dans ce cas, comme pour le XOR, un des chemins peut être désigné comme un chemin par défaut. À l'inverse, si le graphème est rattaché à des flux de séquence entrants, il indiquera la fusion multiple (*OR-Join*), soit le modèle n°8 des modèles de workflow ;
- 3) Parallèle : ce branchement n'utilise aucune condition et ne fait qu'attendre les jetons provenant de tous les chemins, lorsqu'il est branché en entrée, avant que la séquence de sortie ne soit entamée. En d'autres termes, il effectue la synchronisation (*AND-Join*) selon le modèle n°3 des modèles de workflow. Si le symbole est branché en sortie avec les flux de séquences, à ce moment-là il exprime le déplacement parallèle et simultané des jetons à travers tous les chemins reliés. Il désignera dans ce cas la concurrence (*AND-Splits*) ou le modèle n°2 des modèles de workflow ;
- 4) Complexe : ce graphème utilise la sémantique de la synchronisation, mais avec plus d'options. Il peut être employé pour la combinaison de jetons venant de plusieurs flux de séquence en entrée, ou comme un discriminateur pour choisir un nombre x de jetons parmi plusieurs. Dans ce dernier cas, il correspondrait au modèle n°9 des modèles de workflow. Ce type de branchement contrairement aux autres possède deux états : « Activé » et « Réinitialisé ». L'activation est réalisée selon l'expression de condition contenue dans les flux de séquence en entrée. La réinitialisation est déclenchée par les jetons qui arrivent en retard. Les jetons générés par ce branchement dépendent de l'état activé ou réinitialisé, et selon la condition contenue dans chaque flux de séquence sortant. Il est aussi possible de définir un flux de séquence par défaut ;
- 5) Basé événement : avec ce type de branchement le chemin des jetons ne dépend pas d'une expression de condition, mais de l'occurrence d'un événement. Le premier événement qui se produit sera exclusif si plusieurs sont attendus : l'occurrence des autres événements n'aura aucun effet. Si le branchement basé sur l'événement instancie le processus (le débute), il est marqué par un seul cercle autour d'un pentagone. Il ne doit pas recevoir de flux de séquence en entrée dans cette situation. Si le branchement n'instancie pas le processus, il est marqué par deux cercles autour du pentagone. Dans les deux cas, ce branchement doit être rattaché par un flux de séquence sortant conduisant vers un événement intermédiaire (message, signal, minuteur, conditionnel, multiple), ou à une tâche de réception ;
- 6) Basé événements parallèles : cet événement est dérivé du type basé événement avec instanciation du processus. Il a la particularité de ne pas employer la contrainte de l'exclusivité, et d'être employé uniquement pour débiter le processus. Ainsi, le premier

événement qui se produit et qui instancie le processus n'annule pas la possibilité d'instancier le processus une seconde fois. Cependant, le deuxième déclenchement du processus n'est possible que si l'instance précédente est achevée.

4.2.1.2. Les données

L'aspect informationnel des processus métiers est représenté dans BPMN 2.0 par les construits représentant les objets de données. Dans les versions précédentes, les objets de données ont été considérés comme une sous-classe des artefacts. Dans la nouvelle version, ils ont été séparés comme un type à part (Chinosi et Trombetta 2012 ; Fischer 2012).

Les construits de données représentent toutes les informations générées, utilisées, et circulant dans les processus (Jäger 2014). Sachant qu'ils ne peuvent pas être partagés entre les piscines, ils n'ont de plus aucune incidence sur le processus, et par conséquent ils ont uniquement un rôle descriptif (Jäger 2014).

BPMN distingue globalement les objets de donnée *singulière* de la collection de données. Les deuxièmes sont marqués par l'emblème III pour désigner une compilation d'informations homogènes, autrement dit une multiplicité d'informations qui ont la même structure (Fischer 2012). En plus de cette nuance, d'autres types sont définis (cf. fig. 2.35) (Jäger 2014 ; OMG 2011 ; von Rosing et al. 2015) :

- ◆ Objets de données : ils symbolisent les informations qui entrent et sortent d'une activité. Ils peuvent être de simples données, des documents, des fichiers ou autres. Ces données doivent être affichées dans un processus ou sous-processus. Toutefois, les objets de données ont un cycle de vie lié à ceux des sous-processus dans lesquels ils sont intégrés. Ainsi, si ces derniers sont instanciés, les objets de données le sont aussi. L'accès aux objets de données ne peut se faire qu'à travers le parent qui les contient directement, c'est-à-dire par le processus ou sous-processus ;
- ◆ Données intrants : ce sont les données qui proviennent de l'extérieur du processus et qui s'utilisent comme des entrées (*inputs*) à une activité. Les données intrants peuvent être définies sous forme de collection ;
- ◆ Données extrants : elles représentent les données sortantes ou résultantes (*outputs*) du processus. Elles peuvent être également définies sous forme de collection ;
- ◆ Stockage de données : ce construit représente l'emplacement dans lequel les données sont écrites et lues tout au long du processus. Sur un support électronique, ce sont les bases de données, les logiciels, ou les dépôts de données (Fischer 2012 ; Jäger 2014). Sur un support-papier, ce sont les classeurs, par exemple.

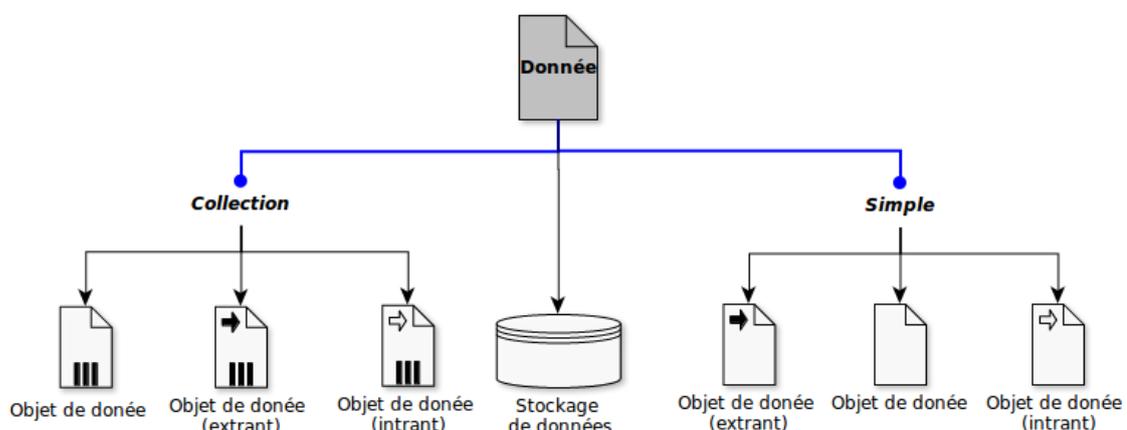


Figure 2.35. Les types de données selon BPMN 2.0. Adaptée de OMG 2011, 393.

4.2.2. Les objets de connexions

Les objets de connexion sont des construits sous forme de flèches destinés à lier les objets de flux. Comme pour les autres classes de graphèmes, BPMN 2.0 définit différents types de connexions (OMG 2011; von Rosing et al. 2015) (cf. fig. 2.36) :

- ◆ Flux de séquence : le flux de séquence est symbolisé par une ligne solide. Il permet d'établir un ordre d'exécution des éléments du flux de contrôle (activités, événements, branchements). Il façonne en particulier les chemins possibles des jetons (les instances). Par conséquent, il permet d'effectuer la simulation du système, et d'appliquer d'autres analyses (Jäger 2014). Le flux de séquence peut contenir une expression de condition pour permettre ou non le passage d'un jeton à travers lui. Ce flux est appelé le « flux conditionnel ». Le flux de séquence contenant le symbole « \ » (barre oblique) près de sa source est appelé le « flux de séquence par défaut ». Celui-ci permet le passage d'un jeton, si les autres flux de séquence portant une expression de condition renvoient la valeur faux, et ne permettent pas ainsi le passage du jeton ;
- ◆ Associations : ce type de connexion est représenté par un simple trait pointillé. Il sert à lier les objets qui ne sont pas du flux de contrôle, tels que les artefacts et l'annotation textuelle¹, à certains autres objets (activités, événements, branchements) (Aagesen et Krogstie 2015 ; Jäger 2014) ;
- ◆ Association de données : ce connecteur est utilisé pour transporter exclusivement les informations (et non pas les jetons) entre les activités, les processus, les événements et les objets de données. Il sert également à montrer comment les objets de données de type extrant, et liés à une activité, deviennent des intrants pour une autre activité (OMG 2011). Il révèle en outre l'envoi d'un message, ou la diffusion d'un signal (Jäger 2014). L'association de données qui peut avoir plusieurs sources, mais une seule cible copie par défaut le contenu de ces sources dans la cible. Dans le cas contraire, une expression de transformation est définie pour inférer les résultats dans la cible. Si une donnée des sources n'est pas disponible, l'association n'est pas réalisée.

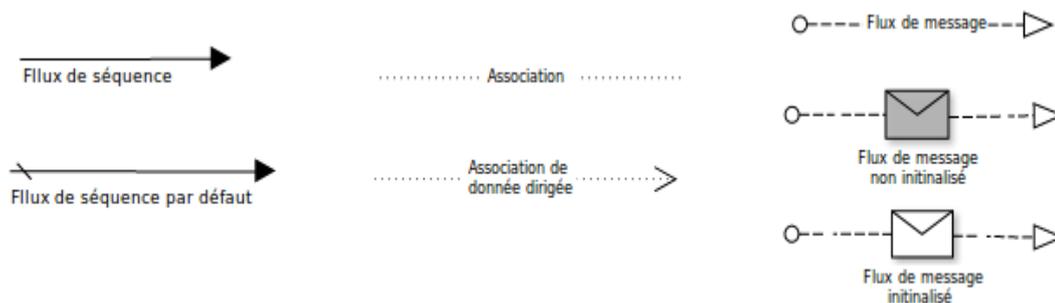


Figure 2.36. Les objets de connexion selon BPMN 2.0. Adaptée de OMG 2011, 411.

- ◆ Flux de message : le flux de message peut représenter un objet informationnel, physique, ou monétaire, qui est transporté entre des entités ou des rôles. Il est symbolisé par une flèche à trait discontinu pour refléter les interactions entre plusieurs piscines. Il peut être agrémenté par le graphème « Message », sous forme d'enveloppe fermée (✉), pour décrire une communication entre deux participants (entités ou rôles). Ce dernier graphème additionnel est le plus souvent utilisé dans un diagramme de chorégraphie. Il reste optionnel dans un diagramme de collaboration, car il a le même sens que le flux de message. Précisons également que le graphème message se présente sous une forme transparente lorsqu'il exprime une information arrivée ou entrante (initialisation). Il est grisé lorsqu'il exprime une information sortante. Ajouté à cela, on peut :
 - ▶ connecter un flux de message à un événement de message, lorsqu'on veut montrer le participant émetteur,

¹ Voir à propos de l'annotation textuelle dans la section 4.2.4.

- ▶ relier avec un flux de message une tâche de réception d'une piscine à une autre piscine ;

4.2.3. Les couloirs

Les couloirs (*Swimlanes*) sont des construits censés reproduire — par analogie à une piscine de compétition — le sens de compartiments, dans lesquelles les participants exercent leurs activités. Les couloirs servent donc à révéler les protagonistes d'un processus, et à délimiter la portée de leur action. Ils sont en même temps des conteneurs qui renferment et regroupent graphiquement les activités (et les autres objets connexes) d'un seul acteur (Aagesen et Krogstie 2015 ; Chinosi et Trombetta 2012). BPMN définit deux types de couloirs (cf. fig. 2.37) (OMG 2011) :

- ◆ La piscine (*Pool*)¹ : est la représentation graphique d'un acteur dans un processus. Dans un diagramme de collaboration², elle représente un partenaire qui peut être soit une entité, une entreprise, une personne jouant un rôle particulier (un collaborateur), un département à l'intérieur d'une même compagnie, un système applicatif, ou une équipe (OMG 2010). La piscine est donc la représentation des participants ou des intervenants dans le processus ou la collaboration. Dans le contexte d'un B2B, elle est utilisée comme un couloir (*Lane*) pour ventiler les activités entre les entités. Sa forme graphique est une sorte de boîte large labellisée qui peut englober un processus tout entier (Jäger 2014). Lorsque la piscine ne contient pas de détails (contenu vide), elle prend le sens de boîte noire (OMG 2011) ;

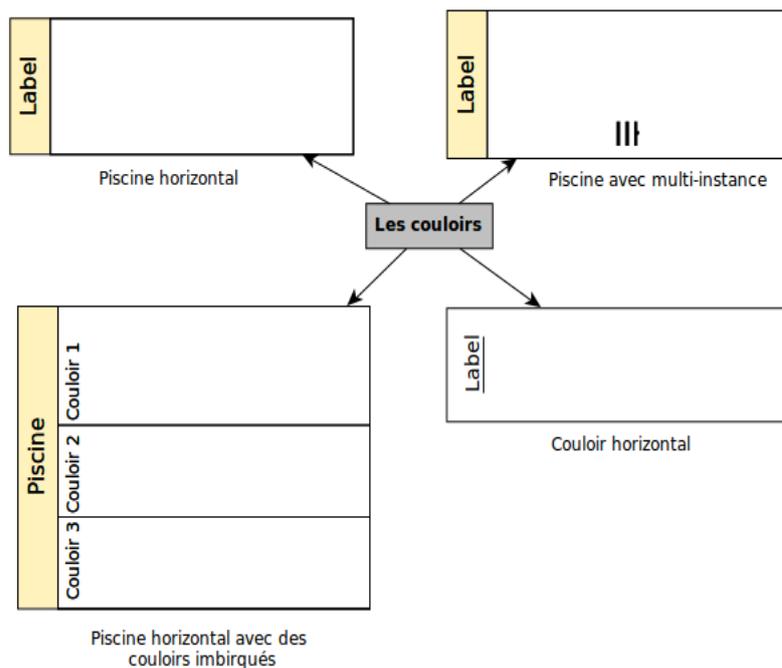


Figure 2.37. Les types de couloirs selon BPMN 2.0. Adaptée de OMG 2011, 60, 401, 402.

- ◆ Le couloir (*Lane*) : ce construit joue le rôle de raffinement d'une piscine, ou de sous-partition d'un processus. Il est habituellement employé pour répartir les activités entre les sujets (Jäger 2014), ou représenter plusieurs catégories d'activités dans une description interne d'une organisation (OMG 2011). Ainsi un couloir peut exprimer :
 - ▶ un rôle (manager/associé, etc.),
 - ▶ un système,
 - ▶ un département (finance, production, etc.).

¹ Certains traduisent ce concept par « Piste ».

² Voir section 4.3.1.2 au sujet de ce type de diagrammes.

Il est possible d'imbriquer les couloirs dans une piscine, comme il est possible de créer des sous-couloirs à l'intérieur d'un couloir (cf. fig. 2.37). L'imbrication des couloirs dans une piscine dénote un sous-partitionnement. La subdivision permettrait dans ce cas de trier les activités selon les critères de la répartition. Il est par exemple possible de définir les couloirs comme les rôles des acteurs, et la piscine comme leur département. De la sorte, la position de l'activité dans un couloir indiquera à quel rôle et à quel département l'activité appartient.

4.2.4. Les artefacts

Les artefacts sont des éléments qui permettent d'apporter plus de détails dans le modèle sans affecter le déroulement du processus (Chinosi et Trombetta 2012 ; Jäger 2014). Le standard BPMN 2.0 autorise sous le nom de cette classe d'ajouter des objets personnels, en fonction des besoins, pour décrire certains concepts ou éléments absents dans la spécification, ou tout simplement pour mettre en valeurs certaines informations. L'utilisation d'objets personnels est toutefois assujettie à des obligations de précision sémantique. Elle est ainsi régie par des règles syntaxiques spécifiques (Fischer et Silver 2011). Une des principales restrictions du standard se rapporte à l'impossibilité d'introduire l'artefact dans le flux normal du processus, c'est-à-dire de le connecter avec un flux de séquence. Par ailleurs, la règle générale s'oppose à toute extension qui interfère avec les construits prédéfinis.

Remarquons que l'artefact confère à la notation une certaine flexibilité. D'autant plus, il permet à des experts venant de métiers différents (la santé, le marketing, la télécommunication, etc.) d'utiliser la notation sans faire abstraction des concepts qu'ils ont l'habitude d'utiliser dans leur domaine respectif (White et Miers 2008). Nonobstant, deux artefacts sont spécifiés par le standard BPMN (cf. fig. 2.38) :

- ◆ Le groupe : ce construit se présente sous forme d'un cadre avec des traits tiretés. Il est appliqué sur un ensemble d'objets partageant les mêmes concepts ou critère particulier. Il indique dans le diagramme une zone dans laquelle les objets forment un groupe. N'ayant pas d'effet sur l'exécution du processus, il est employé avec une certaine liberté. Ainsi un groupe peut couvrir des objets se trouvant dans des piscines, ou dans des couloirs différents. Cependant, il ne doit absolument pas être connecté aux autres construits du langage (Briol 2013) ;
- ◆ L'annotation textuelle : le texte dans BPMN est utilisé pour ajouter des informations complémentaires, décrire certains aspects (Aagesen et Krogstie 2015), ou introduire des concepts qui n'ont pas un graphème particulier, comme certaines données traitées (J. Recker 2010). De manière générale, l'annotation textuelle est utilisée comme un commentaire (Briol 2013). Elle est reliée à un construit dans le diagramme par un objet de connexion de type association (von Rosing et al. 2015). À titre indicatif, l'étude empirique de Zur Muehlen et Recker (2008) avait démontré qu'une corrélation négative existait entre l'annotation textuelle et les graphèmes de branchements. Ceci a permis de conclure que l'annotation textuelle est utilisée dans la pratique comme un substitut pour décrire les comportements du processus. L'étude avait également montré que cet artefact était utilisé pour décrire certains événements (Aagesen et Krogstie 2015).

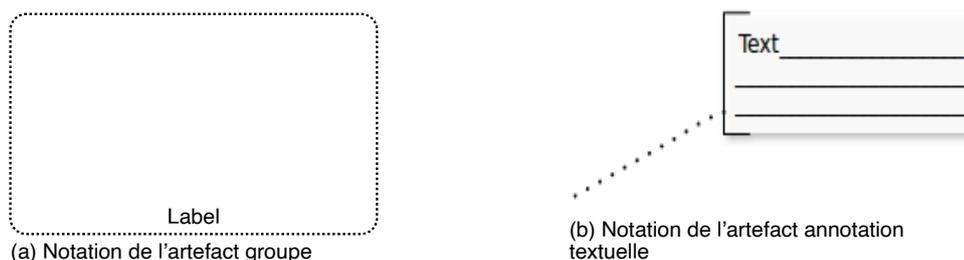


Figure 2.38. Notation des artefacts dans BPMN 2.0. Par OMG 2011, 60.

4.3. Les diagrammes

Le diagramme est un support sur lequel les construits du langage sont conjugués et combinés pour décrire les processus métiers. Sa structure générale aura l'aspect d'un graphe qui présente un flux d'activités et d'événements.

Les différents diagrammes procurent la possibilité de représenter plusieurs configurations de processus, et/ou pour différents utilisateurs (Chinosi et Trombetta 2012 ; von Rosing et al. 2015). BPMN 2.0 propose quatre principaux types de diagrammes :

- 1) Le diagramme de processus ;
- 2) Le diagramme de collaboration ;
- 3) Le diagramme de conversation ;
- 4) Le diagramme de chorégraphie.

L'analyse statistique effectuée par Chinosi et Trombetta (2012) sur les types de diagrammes les plus recouru a divulguée que pas moins de 85 % des utilisateurs ne servent pas du diagramme de conversation et de chorégraphie. Cela peut être expliqué par les propos de Zur Muehlen et Recker (2008), qui révèlent que les praticiens restent méfiants à l'égard des concepts proposés par le modèle de chorégraphie.

4.3.1.1. Diagramme de processus

Selon la terminologie utilisée dans le domaine du service Web, le diagramme de processus correspond au diagramme d'orchestration (von Rosing et al. 2015). Dans ce genre de représentation, la coordination entre les différents intervenants est réalisée de manière centralisée par un membre qui exerce une supervision directe. Le standard de BPMN 2.0 définit le diagramme de processus comme celui qui contient les éléments du workflow (flux de contrôle ou objet de flux) : activités, événements, flux de séquence, et les branchements. Il se distingue du diagramme de collaboration et de chorégraphie en ne présentant pas les interactions entre les processus de manière très détaillée (OMG 2011). En somme, avec le diagramme de processus plusieurs types de modèles peuvent être combinés (Briol 2013 ; Chinosi et Trombetta 2012 ; OMG 2011 ; von Rosing et al. 2015) :

- 1) Le modèle privé : est un diagramme de processus qui décrit les activités internes d'une seule organisation, plus précisément son propre workflow. En utilisant une piscine pour représenter cette organisation, tous les objets graphiques sont confinés à son intérieur. Aucun élément ne doit dépasser ses frontières. Toutefois, les flux de message peuvent aller au-delà de ces limites pour révéler la communication du processus avec le monde extérieur. Il est possible de représenter plusieurs processus privés dans un seul diagramme. Par ailleurs, ce diagramme peut être :
 - i) Exécutable : c'est-à-dire qu'il peut être destiné à l'implémentation du modèle. Dans ce cas, le diagramme doit contenir tous les détails requis et formels pour que son application par un moteur d'exécution soit possible (selon la sémantique de BPMN). Un modèle exécutable est aussi censé être directement traduisible en langage d'exécution, en particulier vers le WS-BPEL ;
 - ii) Non exécutable : s'il est conçu pour la documentation du processus seulement. Ce diagramme utilise uniquement les symboles nécessaires à la compréhension du système modélisé ;
- 2) Le modèle public : c'est un diagramme qui expose l'interaction entre plusieurs processus privés. Seuls les objets graphiques d'un processus privé qui sont impliqués dans un échange avec d'autres processus privés sont révélés. Les autres processus privés sont généralement représentés par des boîtes noires (piscines vides). Ainsi, ce diagramme montre la succession des messages d'un processus privé avec d'autres processus privés. Ce diagramme n'étant pas à l'origine suffisamment détaillé, il ne peut pas être un modèle exécutable.

4.3.1.2. Diagramme de collaboration

La collaboration décrit les interactions qui existent entre plusieurs processus appartenant à des entités différentes. Ces entités sont représentées par des piscines. L'utilisation même de la sémantique piscine dans un diagramme implique et indique systématiquement que nous sommes devant un diagramme de collaboration (OMG 2010). Les piscines reflètent ainsi les participants d'une communication, c'est-à-dire ceux qui s'échangent des informations par des flux de message. Ces flux connectent les piscines par leur bordure, ou par les objets graphiques qui se trouvent à leur intérieur (von Rosing et al. 2015).

Dans un diagramme de collaboration, une des piscines peut apparaître sous forme de boîte noire. Dans le cas contraire, cela indique que le diagramme de processus est imbriqué dans le modèle de collaboration. Par ailleurs, il est autorisé de montrer les éléments d'un diagramme de chorégraphie dans un diagramme de collaboration.

4.3.1.3. Diagramme de conversation

Le diagramme de conversation est une simplification du diagramme de collaboration avec un construit supplémentaire utilisé pour résumer les relations logiques¹ de messages² entre les participants (les piscines). Il relate de plus les différents scénarios possibles d'un processus impliquant plusieurs intervenants. Le diagramme de conversation est donc un diagramme d'orchestration qui réalise une abstraction de la communication entre les participants avec la perception de l'un d'eux³. La communication entre les participants est représentée typiquement dans un diagramme de conversation par un graphème qui prend la forme d'un hexagone. Celui-ci exprime la récapitulation d'un ensemble de messages échangés. Les différents types de construits spécifiques au diagramme de conversation sont (cf. fig. 2.39) :

- ◆ La conversation : ce symbole fait l'office de nœud de communication qui relie au moins deux participants. Il constitue en même temps l'unité atomique de la conversation. Il reflète également l'échange des objets métiers, tels que les documents de transaction, les documents administratifs, etc. ;

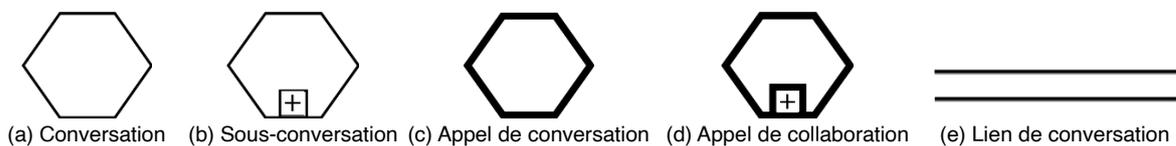


Figure 2.39. Les construits du diagramme de conversation. Par OMG 2011, 410, 412.

- ◆ La sous-conversation : elle joue le même rôle que le construit précédent, sauf que ce graphème indique, selon sa position dans la hiérarchie du diagramme, qu'il est une conversation plus globale, composé d'éléments de conversation plus détaillés, ou au contraire qu'il est la subdivision d'une conversation plus générale. La marque ⊞ de son symbole révèle que plusieurs messages ou conversations sont imbriqués en son sein ;
- ◆ L'appel de conversation : ce construit invoque une conversation préexistante dans le modèle, dite « conversation globale », pour qu'elle soit réutilisée à l'emplacement où se trouve le graphème ;
- ◆ L'appel de collaboration : identiquement au précédent, ce construit fait appel à une sous-conversation au lieu d'une conversation globale ;
- ◆ Le lien de conversation : celui-ci est utilisé comme un objet de connexion qui relie tous les types de conversations à au moins deux piscines (participants). Lorsque la piscine n'est pas une boîte noire, le lien de conversation peut être rattaché à un objet de flux (activités, événements) se trouvant dans son intérieur, pour déterminer avec précision

¹ Dites liens de conversation.

² Désignés par nœuds de conversation.

³ Ce point est important, car c'est lui qui détermine sa principale différence avec le diagramme de chorégraphie qui présente les interactions entre les participants selon un point de vue partagé (cf. sect. 4.3.1.4).

l'élément impliqué dans la communication. Dans le cas où le lien de conversation serait connecté à un appel de collaboration, il doit porter des labels qui indiquent les noms des participants engagés dans la collaboration initiale.

Il est possible d'exprimer dans un diagramme de conversation l'échange d'un même message entre plus de deux participants en bifurquant le lien de conversation rattaché au nœud « conversation », ou « sous-conversation », en plusieurs chemins. À l'inverse, la jonction des liens de conversation évoque la réunion de plusieurs conversations en une seule conversation.

4.3.1.4. Diagramme de chorégraphie

La chorégraphie est d'un point de vue organisationnel l'opposé de l'orchestration. Elle peut être associée à un pilotage hétéroarchique entre les intervenants d'un système. Elle est perçue comme une forme d'entente (contrat procédural) entre deux organisations qui rend le comportement prévisible. Elle formalise en quelque sorte une coordination par ajustement mutuel entre les participants, car il n'y a pas de partie qui gère ou qui contrôle la coordination. Cependant, le diagramme de chorégraphie ne se porte pas sur les tâches de coordination, mais uniquement sur la communication effectuée par l'échange de messages. Il décrit à vrai dire exclusivement les interfaces, et révèle ce qui se passe entre les participants suivant la séquence des interactions. Par conséquent, le diagramme de chorégraphie ne décrit pas le contenu d'une piscine (le processus privé d'un participant). Pour l'élaborer, il faut qu'il y ait au moins deux participants (OMG 2011). La figure 2.40 présente un exemple de diagramme de chorégraphie.

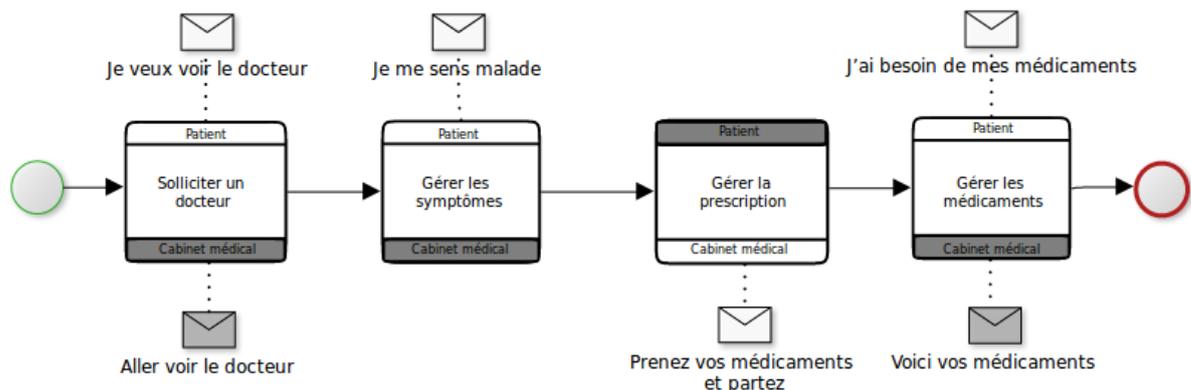


Figure 2.40. Diagramme de chorégraphie entre un malade et un médecin. Traduit et adaptée de OMG 2011, 317.

Le modèle de chorégraphie se présente par certains graphèmes de bases sous leur forme originale tels que le message, le flux de message, les événements, le flux de séquence, les branchements, et les artefacts. Il emploie également le construit de l'activité sous un aspect légèrement différent pour mieux refléter l'échange des messages entre les participants (cf. fig. 2.41).

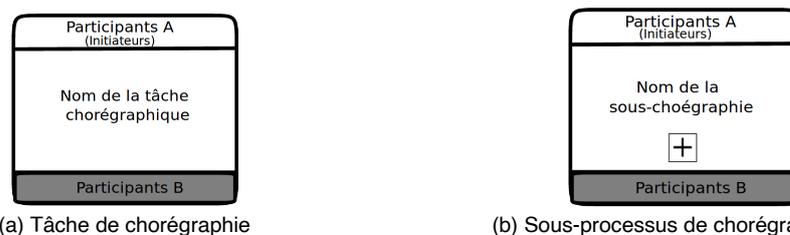


Figure 2.41. Représentation des activités dans le diagramme de chorégraphie. Par OMG 2011, 323, 329.

La tâche et le sous-processus dans la chorégraphie renferment sur leurs extrémités verticales les participants de la communication. Les participants non grisés dans le graphème sont ceux qui initient l'envoi du message.

Il est possible de mêler un diagramme de chorégraphie avec un diagramme d'orchestration (collaboration) dans un même modèle (OMG 2011). Dans ce cas, les activités de chorégraphie sont liées aux piscines du diagramme de collaboration par des flux de message. Les piscines qui représentent les participants de la chorégraphie peuvent afficher leur processus privé, ou tout simplement se présenter comme des boîtes noires. Cependant, l'étude de Zur Muehlen et Recker (2008) révéla que les modélisateurs utilisaient soit un diagramme d'orchestration, soit un diagramme chorégraphie, et non pas une combinaison des deux (Aagesen et Krogstie 2015).

4.3.2. Lecture et sémantique d'exécution d'un modèle BPMN 2.0

BPMN 2.0 a la particularité de définir la sémantique d'exécution des objets graphiques de manière à ce que le déchiffrement des diagrammes ne dépende pas de l'interprétation propre de chaque lecteur. C'est justement l'intérêt même de la standardisation qui rend les modèles lisibles par des personnes externes à l'organisation, et de manière automatique par une machine (Jäger 2014).

La lecture d'un diagramme BPMN 2.0 n'est pas immédiate comparativement à un langage naturel, car il est présumé que certaines opérations liées à son exécution, ainsi que certains aspects, se produisent de manière masquée. Certains objets doivent être également appréhendés de façon particulière, et certaines étapes non visibles doivent être connues de la part du lecteur, pour éviter des erreurs d'interprétation. Tout d'abord, il est nécessaire de connaître le comportement de l'élément central des processus métiers qui est l'activité. Celle-ci s'exécute en réalité en passant par plusieurs états séquentiels organisés comme un cycle de vie. Entre les états du cycle, des événements peuvent se produire engendrant des interruptions, des compensations, ou l'activation d'un état particulier. Les états possibles de l'activité se manifestent suivant un mécanisme qui ressemble à un algorithme (OMG, 2011) :

- 1) Prêt : cet état est déclenché au moment où le nombre de jetons requis est disponible ;
- 2) Activé : l'objet est activé dès que l'ensemble des intrants (hormis les jetons) est disponible. Les intrants sont évalués par ordre. Si l'un d'eux n'est pas disponible, l'activité attend que cela arrive. Juste après cet état deux éventualités peuvent se produire :
 - i) l'apparition de l'état « retirée »,
 - ii) l'apparition de l'état « en complétude »;
- 3) Retirée : cet état peut se déclencher après l'état « activé » ou bien l'état « prêt ». Il se produit si l'activité est rattachée à un branchement exclusif basé événement, et lorsque l'événement désactive toutes les autres tâches ;
- 4) En complétude : cet état indique que l'activité est achevée et en attente d'une réponse du gestionnaire d'événement, pour passer à l'état suivant. Cet état est alterné soit par l'état :
 - i) « complété »,
 - ii) « en cours d'échec »,
 - iii) « en terminaison »;
- 5) En cours d'échec : cet état se déclenche si un événement ou un sous-processus basé événement renvoie un signal d'interruption de type erreur, au moment de l'état de complétude. La suite logique de cet état est celle de l'état « échec » ;
- 6) En terminaison : cet état se déclenche alternativement pour les mêmes raisons que l'état « échec », mais avec un événement outre que celui du type erreur. L'état l'alternant est celui de « terminé » ;
- 7) Complété : cet état indique que toutes les exigences de la tâche ont été remplies et que la disponibilité des extrants a été vérifiée par ordre. Si aucune sortie n'est disponible, une exception est déclenchée. Dans le cas contraire, le cycle de vie se termine, sauf si l'état « compensation » est activé ;

- 8) Compensation : cet état vient obligatoirement après l'état « complété ». Il est déclenché par un événement de compensation qui invoque le gestionnaire de compensation. Deux issues sont possibles pour faire suite à cet état :
 - i) déclenchement de l'état « compensé »,
 - ii) déclenchement de l'état « échec » ;
- 9) Compensée : l'état indique que la compensation s'est déroulée sans problème et marque ainsi la fin du cycle ;
- 10) Échec : cet état se déclenche si, pour une raison ou autres, la compensation a échoué, et/ou pour marquer la fin du cycle de vie, et donner suite à l'état « en cours d'échec » ;
- 11) Terminé : cet état est déclenché en raison de l'interruption de la compensation, et/ou pour désigner la fin du cycle de vie, et marquer la suite de l'état « en terminaison ».

Par ailleurs, il existe des conventions générales qui guident la lecture d'un modèle BPMN 2.0. Ci-dessous quelques-unes qui ont été résumées (Briol 2013; OMG 2011; Silver 2011; von Rosing et al. 2015) :

- ◆ La lecture d'un modèle se fait logiquement selon l'agencement des construits. Les diagrammes sont ainsi lus soit verticalement, si les piscines et les couloirs sont orientés en cela, ou horizontalement dans le cas contraire ;
- ◆ Si un diagramme ne possède pas au moins un seul événement de fin, alors le processus est interprété comme n'ayant pas de résultat. Cependant, le jeton de l'instanciation est consommé implicitement par le dernier objet graphique ;
- ◆ L'instance d'un processus parent est la même que celle de son sous-processus, cela signifie que les jetons sont partagés entre le processus et son sous-processus. De la même manière, si un sous-processus est instancié le processus parent l'est systématiquement ;
- ◆ Un processus peut être instancié de plusieurs façons :
 - ▶ avec un événement de début, sachant qu'aucune activité n'est déjà active, et qu'aucun jeton ne circule dans le processus,
 - ▶ avec un branchement basé événement non rattaché à un flux de séquence entrant,
 - ▶ avec une tâche ou une activité de réception hormis celles de compensation, et sans qu'elles soient rattachées à un flux de séquence entrant ;
- ◆ Un sous-processus de multi-instance est complété que lorsque toutes ses instances ont été complétées, et ne peut être compensé qu'après cela ;
- ◆ Un sous-processus est considéré comme complété que lorsque tous ses jetons sont consommés, et que toutes ses activités deviennent inactives ;
- ◆ Un signal d'annulation envoyé à un sous-processus d'événement en multi-instance affecte exclusivement son instance en cours, et non pas toutes ses instances ;
- ◆ Lorsqu'un sous processus débute avec un événement de début marqué « Aucun », cela indique que ce sous-processus est instancié uniquement par son processus parent, et non pas par un événement externe (OMG 2010) ;
- ◆ Les jetons ne passent pas par le flux de message, mais uniquement par le flux de séquence, ceci implique que le flux de message ne transmet pas d'instance vers d'autres objets ;
- ◆ Si une activité ne reçoit pas de flux de séquence, l'activité est instanciée dès que le processus est déclenché, à l'exception d'une activité de compensation et d'un sous-processus d'événement ;
- ◆ Une activité recevant plusieurs flux de séquences est instanciée directement lorsqu'un jeton arrive de l'un des flux de séquence, et sans attendre les jetons des autres flux de séquence. Ceci présente la situation d'un flux incontrôlé, c'est-à-dire, le cas où l'activité n'est pas connectée en amont à un objet de branchement ;
- ◆ Si une activité est connectée à plusieurs flux de séquence sortants, alors plusieurs jetons sont générés et suivront des chemins parallèles à travers ces flux de séquences ;

- ◆ Le mouvement des jetons à travers les flux de séquences n'est pas assujéti à la contrainte du temps. Ainsi, il est possible que l'activité soit activée lorsque le jeton se trouve dans le flux de séquence, ou juste après son arrivée chez cette activité. Ceci dépend du paramétrage réalisé par le modélisateur sur le flux de séquence.
- ◆ À l'exception d'une activité de compensation et d'un sous-processus d'événement, si une activité n'est pas rattachée à un flux de séquence sortant, elle indique la fin du processus ;
- ◆ L'activité associée à un événement d'erreur est toujours stoppée (Briol 2013) ;
- ◆ Lorsque l'événement multiple est placé comme un événement de début dans un processus, il instancie ce dernier à chaque fois qu'un des événements qu'il représente se produit (Silver 2012) ;
- ◆ Les événements intermédiaires de bordure expriment :
 - ▶ soit une l'annulation de l'activité sans interruption du processus, et ce, en utilisant l'événement intermédiaire d'annulation,
 - ▶ soit la consommation de l'occurrence d'un événement, sans interruption du processus. L'activité reste active après l'occurrence de l'événement, en parallèle, le processus se poursuit tout bonnement ;
- ◆ Les événements du type minuteur et condition sont toujours en situation de capture, et en aucun cas ne peuvent être en position de lancement (von Rosing et al. 2015) ;
- ◆ Un événement intermédiaire placé dans un flux normal peut exprimer deux cas de figure :
 - ▶ si l'événement intermédiaire est de type lancement, alors le jeton poursuit son chemin dès que l'événement est déclenché,
 - ▶ si l'événement intermédiaire est de type capture, alors dès qu'un jeton arrive il doit attendre l'occurrence de l'événement pour poursuivre son chemin ;
- ◆ Un événement rattaché à une bordure peut exprimer soit l'interruption de l'activité concernée, soit sa non-annulation. Le processus se poursuit suivant les flux de séquence sortants de l'activité ;
- ◆ L'association de données rattachée à un événement de message peut exprimer deux choses :
 - ▶ la modification du message et son envoie avec les données, si l'événement est de type lancement,
 - ▶ la transformation du message en un objet de données dans le cas où l'événement serait de type capture ;
- ◆ Les objets de données qui sont rattachés aux événements de type message, escalade, erreur, ou signal suivent la condition suivante : si les données d'intrants ou d'extrants ne sont pas définies dans les événements, alors ces données ne seront pas propagées à travers le processus ;
- ◆ Le rattachement des objets de données aux tâches est interprété selon les cas de figure suivants :
 - ▶ rattachement à une tâche d'envoi comme entrée : cela signifie que le message envoyé contient les données associées,
 - ▶ rattachement à une tâche de réception comme sortie : dans cette situation, le contenu du message sera considéré comme allant être déployé sur le processus.
- ◆ Le connecteur association de données exprime la relation d'entrée/sortie entre les activités s'il est utilisé de deux manières :
 - ▶ comme connecteur entre les activités et l'objet de données,
 - ▶ comme connecteur entre le flux de séquence et l'objet de données ;

4.4. Procédure de modélisation avec BPMN 2.0

Cette section a pour sujet la présentation d'une démarche d'élaboration d'un modèle à partir des construits de BPMN 2.0. Elle repose sur les guides et principes de modélisation, ainsi que sur le respect des règles syntaxiques du langage qui vont être présentées. En bref, elle présente un processus qui supporte et oriente la modélisation selon les spécificités de la notation.

Par ailleurs, sachant que les outils informatiques constituent les principaux instruments de conception des modèles, leur choix revêt une importance capitale ; d'autant plus qu'ils ont un impact aussi bien sur l'efficacité et l'efficience du processus de design que sur la qualité des modèles. Dès lors, nous avons clôturé cette partie du chapitre par une modeste comparaison des outils supportant BPMN 2.0. Elle présentera de manière particulière l'outil qui a été retenu parmi ceux évalués.

4.4.1. Les règles syntaxiques de modélisation

Le standard BPMN instaure plusieurs préceptes d'élaboration des diagrammes qui concernent dans l'essentiel la manière de rattacher les différentes unités graphiques de la notation. Les règles établissent ce qui est permis, et ce qui est interdit dans l'emploi du langage. À partir du référentiel de BPMN 2.0, un bon nombre de prescriptions ont été rassemblées et résumées dans les points suivants (Fischer 2012 ; OMG 2011 ; vom Brocke et Rosemann 2015) :

- ◆ Concernant les activités (processus et tâches) :
 - ▶ Un processus ne doit pas avoir :
 - ▶▶ des activités sans flux de séquences en entrée,
 - ▶▶ des branchements sans flux de séquence en entrée à l'exception du branchement basé événement ;
 - ▶ Si un sous-processus est représenté avec des événements de bordure dans le processus parent, ce sous-processus doit contenir en son sein les mêmes types de déclencheurs (marqueur) d'événement (OMG 2010) ;
 - ▶ Les éléments qui se trouvent l'intérieur d'un sous-processus ouvert (déplié) ne peuvent pas être connectés aux éléments qui se situent en dehors de ses frontières ;
 - ▶ Un sous-processus d'événement n'a pas le droit d'avoir un flux de séquence en entrée ou en sortie, parce qu'il est considéré comme un élément ne faisant pas partie de l'exécution ordinaire du processus ;
 - ▶ Un sous-processus d'événement commence toujours par un seul événement de début de l'un des types suivants uniquement : condition, erreur, escalade, message, multiple, signal, ou minuteur ;
 - ▶ Un processus, hormis celui de type événement, peut contenir plus d'un événement de début ;
 - ▶ Seules les activités complétées peuvent être compensées ;
- ◆ Concernant les flux de séquence :
 - ▶ Chaque flux de séquence a une seule source et une seule cible. La cible et la source doivent être obligatoirement et uniquement un flux de contrôle de type activité, événement, ou branchement ;
 - ▶ Le flux de séquence ne peut pas connecter un construit vers l'événement de début, et l'événement de fin vers un construit ;
 - ▶ Une activité ayant un flux de séquence doté d'une expression de condition doit obligatoirement avoir un autre flux de séquence sortant d'elle ;
 - ▶ Un flux conditionnel ne doit pas avoir comme source un graphème de branchement de type événement ou de type parallèle ;
 - ▶ Le flux de séquence peut traverser les bordures des couloirs (*Lane*) dans une même piscine (*pool*), mais ne peut pas traverser les bordures de cette dernière, autrement dit le flux de séquence ne peut pas relier différentes piscines. Ceci présuppose que

les interactions entre les participants sont décrites que par le flux de message ;

- ◆ Concernant le flux de message :
 - ▶ Le flux de message ne peut pas être connecté qu'avec une piscine, une activité, ou un événement ;
 - ▶ Le flux de message peut relier des piscines vides (boîte noire) ou les activités qui se situent à leurs intérieurs, mais en aucun cas il ne peut relier des objets se trouvant au sein de la même piscine ;
 - ▶ Il n'est pas autorisé d'utiliser le flux de message pour relier l'événement de message à une piscine, une activité, ou à un autre événement de message ;
- ◆ Concernant les événements :
 - ▶ Si l'événement de séquence accompagnant un sous-processus est de type « avec interruption », un seul événement seulement est autorisé. Ceci est en raison du fait que l'activité parente est systématiquement interrompue après la tenue de l'événement. Par contre, si l'événement est de type « sans-interruption », un nombre illimité d'événements peuvent être introduits simultanément ;
 - ▶ L'événement intermédiaire, ou de fin, exprimant l'annulation, ne peut être utilisé qu'avec un sous-processus de transaction ;
 - ▶ L'événement intermédiaire de lien ne peut pas connecter deux processus qui n'appartiennent pas au même niveau d'abstraction ;
 - ▶ Un événement intermédiaire peut être connecté à un flux de message en tant que source ou cible, mais pas les deux à la fois ;
 - ▶ Lorsque l'événement multiple est associé à une donnée, une seule donnée d'intrant est associée à l'événement de lancement, ou une seule donnée d'extrait est associée à un événement de capture ;
 - ▶ S'il existe dans le modèle un événement de fin, il doit y avoir au moins un événement de début ;
 - ▶ L'événement de début n'est pas obligatoire dans la modélisation, et il est indépendant dans chaque niveau d'abstraction (processus et sous-processus). Ceci implique qu'il est autorisé de poser un événement de début dans chaque niveau d'abstraction ;
 - ▶ Il est possible de ne pas utiliser les événements de début dans certains contextes. Par exemple, pour exprimer la concurrence comme dans le cas des boîtes parallèles. Les boîtes parallèles sont des activités qui sont déclenchées simultanément (OMG 2010) ;
 - ▶ L'événement de début ne doit pas recevoir de flux de séquence, sauf s'il est présent dans un sous-processus ouvert (déplié). Cependant, il peut recevoir un flux de message pour identifier la source du message ;
 - ▶ L'escalade comme événement de début ne peut être utilisée dans le diagramme qui présente le plus haut niveau de détails (sommet des niveaux d'abstraction) (Briol 2013) ;
 - ▶ L'événement d'annulation est utilisé uniquement dans le cadre d'un sous-processus de transaction, et ce, quel que soit son type de rattachement : sur la bordure pour indiquer une exception, ou à l'intérieur de ce sous-processus comme événement de fin ;
 - ▶ L'événement de fin est indépendant dans chaque niveau d'abstraction du modèle. Il est également optionnel, sauf s'il existe un événement de début. Ainsi, il peut ne pas être révélé, dans le cas contraire il peut y avoir plusieurs ;
 - ▶ L'événement de type erreur en situation de capture ne peut être utilisé que dans un sous-processus d'événement, ou en tant qu'événement de bordure ;
 - ▶ L'événement de fin ne doit pas être la source d'un flux de séquence, sauf lorsqu'il s'agit de le relier à un sous-processus. Par contre, il peut être la source d'un flux de message ;

- ◆ Concernant les objets de données :
 - ▶ L'ordre des objets de données qui sont rattachés à un événement multiple doit correspondre à l'ordre des types d'événements qu'il renferme. Si l'événement multiple comprend le type message, escalade, erreur, ou signal, il doit être lié au moins à :
 - ▶▶ une donnée d'intrant, dans le cas d'une capture,
 - ▶▶ une donnée d'extrant, dans le cas d'un lancement ;
 - ▶ Les objets de données ne sont pas autorisés dans les diagrammes de chorégraphie ;
- ◆ Concernant les diagrammes :
 - ▶ Dans un diagramme de collaboration, les objets du flux de contrôle contenus dans une piscine (processus/participant) ne peuvent pas dépasser ses bordures. Seuls les flux de message peuvent aller au travers des limites de la piscine ;
 - ▶ Dans un diagramme de collaboration, il est possible d'utiliser un construit de conversation (hexagone) ;
 - ▶ Un objet de conversation (hexagone) peut être seulement relié à une activité, une piscine, ou un événement ;
 - ▶ Dans un diagramme de chorégraphie, seuls les événements suivants peuvent être utilisés :
 - ▶▶ en tant qu'événement de début : message, minuteur, escalade, erreur, compensation, condition, signal, aucun, et multiple,
 - ▶▶ en tant qu'événement de fin : message, erreur, escalade, annulation, compensation, signal, aucun, multiple, et terminaison,
 - ▶▶ en tant qu'événement intermédiaire : selon la position :
 - sur le flux normal : message, minuteur, annulation, compensation, condition, lien, signal, aucun, et multiple,
 - en bordure : message, minuteur, erreur, escalade, annulation, compensation, condition, signal, aucun, et multiple ;
 - ▶ L'intégration d'un diagramme de chorégraphie avec un diagramme de collaboration dans un seul modèle ne permet pas de représenter les couloirs imbriqués dans les piscines.

4.4.2. Processus de conception d'un modèle BPMN 2.0

Même si le référentiel de BPMN 2.0 normalise minutieusement les construits et définit beaucoup de règles régissant la conception des diagrammes, il n'en reste qu'il ne propose pas de méthodologie pour la modélisation, au sens d'assistance à la conception de l'architecture d'un domaine (White et Miers 2008 ; Chinosi et Trombetta 2009 ; Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick 2010). Par contre, d'autres langages tels que EPC et IDEF sont accompagnés d'un tel manuel. Devant cette absence, notre revue de littérature a rassemblé, tant bien que mal, les grandes lignes qui guident la modélisation avec BPMN 2.0. Nous exposerons de ce fait les suggestions de certains auteurs, qui ont tous de même tenté de définir une démarche d'élaboration ; et de ceux qui ont apporté des recommandations basées sur les principes de la modélisation, tels que présentés dans la section 3.3.

Mais préalablement, il est important de faire remarquer que ce qui caractérise BPMN 2.0 c'est la possibilité de décrire les processus métiers de plusieurs manières. Les différents modèles qu'il est possible de générer se distinguent seulement par la quantité de détails employés dans les diagrammes. Cependant, le modélisateur devra toujours veiller au moment de l'élaboration de ne pas introduire trop d'informations, au risque de rendre le modèle inutilisable (White et Miers 2008). L'objectif du projet de modélisation, qui est influencé par le type d'audience, joue aussi un rôle important dans le choix du niveau d'abstraction. La modélisation avec BPMN 2.0 est généralement associée, dans ce cadre, à deux buts alternatifs de représentation

des processus métiers : l'analyse et l'implémentation. Conformément à ces intentions et à ce qui a été mentionné dans la section 4.1.2, un projet de modélisation constituera soit un modèle de description, d'analyse, ou un modèle exécutable. Ceci étant, le niveau de détails sera différent d'un type à un autre. Il sera plus abstrait pour la description et l'analyse, et relativement plus poussé pour un modèle exécutable qui doit présenter certains éléments à caractère technique. À plus forte raison que ce dernier type de modèle devra être traduit avec un langage d'exécution, et fonctionner dans un environnement automatique (Briol 2013).

Dans tout projet de modélisation, il est tout d'abord recommandé, après avoir défini ses objectifs et sa portée, de choisir consensuellement la collection des graphèmes qui seront employés. Cette sélection doit être en conformité et adaptée à la finalité du projet. Il est dans ce cadre également conseillé de réduire le nombre de construits utilisés, afin d'éviter au modélisateur de sombrer dans les détails. D'autant plus, cette tâche est facilitée par le référentiel de BPMN, qui au préalable a défini trois catégories de graphèmes (Fischer et Silver 2011) :

- 1) Les symboles de description : ces construits correspondent à l'ensemble de bases selon le standard. Ils sont appropriés pour documenter un processus métiers, et présenter un modèle qui n'est pas destiné à être analysé ou implémenté ;
- 2) Les symboles analytiques : ces construits permettent en plus de la description d'appliquer quelques analyses. Ainsi, les graphèmes ont un nombre d'attributs suffisant pour permettre de faire cela ;
- 3) Les symboles d'exécution : ce sont des construits spécialisés qui ont un grand nombre d'attributs afin qu'ils puissent être compris par une machine, et rendre le modèle exécutable dans un environnement automatique. Les attributs additionnels des symboles ne sont pas visibles dans un diagramme graphique (Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick 2010).

L'utilisation d'un nombre réduit de construits est une pratique qui s'est révélée applicable dans une méthodologie de modélisation proposée par Zur Muehlen, Wisnosky, et Kindrick (2010) dans le cadre du projet BEA (*Business Enterprise Architecture*) du département de la défense des États-Unis. Ces auteurs, qui avaient remarqué l'inconsistance et la conception incorrecte des modèles, ont déduit que cela pouvait être minimisé en suggérant une démarche de modélisation pour BPMN 2.0. désignée par « *Primitive design guide* ». Cette méthodologie est en réalité un kit de modélisation rassemblant :

- 1) Une collection de construits : cependant contrairement à ce qui a été suggéré par Fischer et Silver (2011) le sous-ensemble de construit utilisé dans cette méthodologie contient les mêmes graphèmes utilisés pour la description et pour la constitution d'un modèle exécutable. Sachant que le cadre de conception adopté prévoit deux niveaux d'abstraction : le niveau opérationnel et le niveau système, le modèle d'exécution destiné au deuxième niveau contient les construits qui ont plus d'attributs, afin de permettre l'implémentation du processus ;
- 2) Un catalogue de modèles de référence (patrons) : les auteurs avaient repris et complété ceux des modèles de workflow (cf. sect. 2.3.1) avec d'autres modèles qui se portaient sur : la description de l'approbation, la description de la prise de décision collaborative, la publication de document, la messagerie, ainsi que d'autres scénarios couramment recouru ;
- 3) Des règles de conception : ce sont des préceptes prédéfinis pour exprimer les aspects non couverts par les graphèmes et les modèles de référence. Les règles de modélisations ont été fondées, outre part, sur l'expérimentation des recommandations émises par 7PMG (cf. sect. 3.2.2) et GoM (cf. sect. 3.2.1). Les auteurs ont également déduit certaines règles, parmi elles :
 - i) vérifier la conformité de la syntaxe de la notation employée et de sa justesse par rapport à la spécification du standard,

- ii) vérifier la justesse sémantique du modèle en se fiant à l'avis d'un expert,
- iii) effectuer une conception économique en utilisant des modèles de références prédéfinis (l'utilisation des modèles de workflow en particulier),
- iv) adopter une modélisation systématique en ralliant les processus aux objectifs stratégiques de l'organisation.

La méthodologie développée pour le projet BEA était caractérisée d'un grand pragmatisme comparativement aux cadres de modélisation qui existaient. Elle profitait, tout de même, de l'efficacité de certains d'entre eux, après les avoir testés empiriquement. En considération des besoins du projet et de sa mission, un processus de conception a été défini en se focalisant sur la gestion de la complexité du modèle. Des étapes ont été approximativement fixées afin d'élaborer des diagrammes selon des niveaux d'abstraction différents (dans le niveau opérationnel), et en fonction des personnes impliquées dans la modélisation :

Étape 1. Constituer et valider une première version du modèle de processus ;

Étape 2. Détailler certaines parties du processus dans des diagrammes séparés, lorsque le modèle atteint une certaine complexité. Il s'ensuit l'élaboration d'un modèle de haut niveau décrivant les liens entre ses différentes parties. Ce diagramme principal désigné par « Jalon » tient lieu du premier niveau de détails. Il devra exprimer brièvement ce qui résulte du processus. Trois règles de conceptions de ce niveau se résument par les points suivants :

- 1) Ne pas contenir de couloirs ;
- 2) Admettre uniquement 6 sous-processus fermés (pliés). Ces activités constituent en même temps le lien vers le deuxième niveau de détails ;
- 3) Ne pas contenir d'objets de données, avec la possibilité d'exprimer les informations entrantes et sortantes par un événement de début et de fin de type message ;

Étape 3. Créer trois niveaux de détails supplémentaires :

- 1) Constituer le niveau 2 désigné par « Transfert » : les diagrammes sont focalisés dans ce niveau sur la représentation de l'aspect organisationnel en révélant les entités, les départements, ou les rôles, afin de circonscrire les responsabilités et révéler le périmètre d'influence des acteurs. L'objectif imparti à ce niveau est la détection des goulots d'étranglement, et les points de dysfonctionnements communicationnels. La seule restriction imposée sur les diagrammes de ce niveau est l'omission des objets de données. L'emploi de peu de flux de séquence dans les couloirs est toutefois recommandé ;
- 2) Constituer le niveau 3 désigné par « Décision » : dans ce niveau, les diagrammes sont portés sur la vue décisionnelle du processus, autrement dit sur les étapes de la prise de décision humaine. Il est précisé dans ces diagrammes qui prend la décision (pour identifier les responsabilités), quelles sont les données nécessaires pour l'engendrer, et quelles sont ses issues possibles (pour révéler les choix possibles ou les résultats de la décision) ;
- 3) Constituer le niveau 4 désigné par « Procédure » : ce dernier niveau fournit les détails sur les opérations effectuées par chaque acteur, pour le traitement d'une instance du niveau supérieur dans une étape importante. Ainsi, les diagrammes de ce niveau peuvent préciser le type des tâches réalisées (manuel, utilisateur, règle métiers, script, service), et constituer le point de départ (comme modèle de haut niveau) pour l'élaboration des modèles d'exécution (afin d'établir le second niveau d'abstraction : le niveau système).

Bien que la méthodologie présentée soit édifiante, elle reste néanmoins peu ou prou contextuelle au projet BEA, car certains aspects dépendent du cadre tout entier. Chinosi et Trombetta (2009, 2012) avaient développé par contre une méthodologie plus générale et spécifique à l'outil BPMN 2.0. Celle-ci est fondée sur la méthodologie ERM¹ et combinée

¹ Méthodologie et langage de modélisation populaire utilisés spécialement pour modéliser les bases de données.

avec des techniques d'optimisation et d'analyse des graphes. La démarche de modélisation comprend plusieurs étapes et règles articulées en trois phases :

Phase 1. La modélisation conceptuelle : ce premier stade consiste à ressembler les informations nécessaires, exprimées dans le langage naturel, et relatives à la description des tâches, et de toute sorte de flux. Elle peut être assimilée à une étape de collecte des données et d'ébauche. Elle fait appel à l'interview des experts du domaine de discours, ou à la consultation de la documentation interne de l'organisation. Au moment de collecter les données, un croquis graphique est érigé pour décrire sommairement le processus. L'analyse lexicale est le principal procédé recouru pour la transformation du langage naturel en un modèle BPMN. Seul le sous-ensemble des graphèmes de bases est employé dans cette opération. Cette phase est à vrai dire organisée par un ensemble d'étapes proposées par les auteurs :

Étape 1. Identification des participants : cela consiste à recenser tous les acteurs qui sont impliqués et qui interviennent directement dans les processus métiers. Conformément à ce qui a été mentionné dans la section 4.2.3, chaque participant est représenté par une piscine ;

Étape 2. Détermination des activités : cette opération nécessite de symboliser une action de chaque participant par une tâche lorsque l'activité est élémentaire, et par un sous-processus lorsqu'elle est complexe. À ce stade de modélisation, il n'est pas nécessaire de préciser le type de tâche, comme il n'est pas nécessaire de décrire le contenu d'un sous-processus. Il est même conseillé de garder les activités, notamment les sous-processus, à un niveau assez abstrait ;

Étape 3. Détermination des événements : il s'agit dans cette étape de distinguer les faits qui ont une incidence sur le déroulement du processus, et de les représenter par le graphème approprié, dûment à ce qui a été mentionné dans la section 4.2.1.1.2 ;

Étape 4. Révélation des choix : l'identification d'un choix peut être réalisée à partir du langage naturel à la suite de l'emploi de certains termes particuliers, tels que : « si...alors », « tant que », « ... ou... », « ...autrement... », « ...peut... », « ... peut-être... », « ..pourrait... », « ...devrait ... », ou toutes autres expressions évocatrices. Les choix sont transformés graphiquement en divisant un flux de séquence en plusieurs, et en utilisant éventuellement les construits de branchements (cf. sect. 4.2.1.1.3) ;

Étape 5. La représentation des liens : deux sortes de connexion des objets sont montrées dans cette phase de modélisation : celle de l'alternance des activités par le flux de séquence, et celle de la circulation des messages entre les différents participants par les flux de message. Vu la complexité des liens qui peuvent se révéler, il est recommandé d'utiliser une table pour inventorier l'ensemble des relations ;

Étape 6. Documentation du processus : toutes les informations jugées utiles est non exprimables par la notation de BPMN sont ajoutées dans l'ébauche en utilisant des artefacts avec la manière décrite dans la section 4.2.4 ;

Étape 7. Validation et correction : l'étape consiste à présenter l'ébauche de description aux experts du domaine de discours, et de les convier à ajouter des détails, ou à corriger le modèle ;

Phase 2. La modélisation logique : ce palier du processus de conception a pour objet d'améliorer la représentation réalisée dans la première phase en réduisant la complexité du modèle, et en se servant du procédé de réduction et de raffinement des diagrammes. La phase suit sommairement deux principes : s'assurer que tous les aspects importants du processus sont représentés, et diminuer le nombre de construits en écartant ceux qui ne sont pas indispensables. L'amélioration du modèle implique donc les opérations suivantes :

- i) Le raffinement : ceci revient en somme à effectuer :
 - a) le remplacement des parties du flux par d'autres calquées sur les modèles de workflow (cf. sect. 2.3.1.),
 - b) la décomposition de la disposition : cette opération consiste à diviser le modèle en parties séparées et parcimonieuses, ce qui rendra le modèle flexible et adaptable (White et Miers 2008) ;
- ii) La réduction : celle-ci est également un raffinement, mais d'un autre genre. Elle consiste à :
 - a) éliminer les parties redondantes,
 - b) alléger le nombre d'éléments : il est possible pour réaliser cela de :
 - b.1) simplifier la dépendance des participants : ceci consiste à trouver l'opportunité d'utiliser des piscines imbriquées par des couloirs, ou carrément de remplacer les couloirs par une seule piscine, et ce, dans la mesure où les différents participants détiennent un lien étroit qui autorise de réaliser cette pratique,
 - b.2) transformer les activités : dans l'intention de réduire l'abondance des activités, plusieurs mesures peuvent être entreprises selon la situation rencontrée :
 - b.2.i) remplacer un ensemble d'activités successives et réalisées par un même participant en un seul sous-processus,
 - b.2.ii) remplacer un ensemble d'activités du même type par une seule activité,
 - b.2.iii) substituer une activité par un événement qui fournit un sens équivalent,
 - b.3) utiliser convenablement les événements : il est recommandé pour cet aspect d'utiliser un seul événement de début dans un diagramme plutôt que plusieurs, afin d'améliorer la lisibilité du modèle et sa validité,
 - b.4) remplacer les branchements par une sémantique implicite (substituer par des flux de séquence pour exprimer le choix, la synchronisation et la fusion), ou par des événements de bordure appropriés ;

Phase 3. La modélisation physique : dans cette dernière étape, le modèle qui a été établi est sérialisé avec un langage d'exécution pour constituer un modèle physique. Étant donné que cette partie (complètement technique) sort du cadre de notre recherche, et que les auteurs ne l'avaient pas entièrement détaillée, elle ne sera pas exposée.

Bien qu'elle soit inachevée, et qu'elle n'ait pas atteint une popularité lui permettant de devenir un référentiel, la méthodologie de Chinosi et Trombetta est fortement instructive et facile à réaliser. Elle fournit des lignes directrices qui ont influencé le travail présenté dans le chapitre 3. En outre, Silver (2014) avait proposé une démarche de modélisation également générale, et qui se présentait sous forme d'un cycle qui s'articule en cinq étapes :

Étape 1. Déterminer la portée du processus : cela consiste à éclaircir et à fixer trois choses :

- 1) les raisons et les facteurs qui déclenchent le processus, et qui marquent son amorçage,
- 2) les issues possibles du processus,
- 3) le nombre d'instances des activités ;

Étape 2. Définir la cartographie du haut niveau : ceci revient à diviser le processus en 10 phases au maximum. Ces phases listées vont définir les tâches ou les sous-processus ;

Étape 3. Convertir les résultats de l'étape précédente en un diagramme de haut niveau : ceci revient autrement dit à représenter les activités, les événements (de début et de fin dûment déterminés dans l'étape 1, ainsi que les événements intermédiaires), les branchements appropriés, et les connexions nécessaires ;

Étape 4. Détailler les activités du haut niveau dans des diagrammes subséquents et séparés : il est recommandé dans cette étape de détailler les diagrammes avec au plus 10 autres activités enfants ;

Étape 5. Compléter les diagrammes enfants avec des informations de contexte, telles que les piscines, les couloirs, les flux de données, et les flux de message.

À côté de tous ces processus de conception, quelques principes et bonnes pratiques de modélisation avec BPMN 2.0 ont été recensés et recommandés par certains auteurs (White et Miers 2008). Vu leur utilité, ces principes méritent d'être mentionnés pour compléter les démarches évoquées précédemment. Les principes se portent en particulier sur le style de modélisation. Un style particulier à vrai dire n'a pas d'impact sur la justesse et la conformité du modèle vis-à-vis de la spécification, mais plutôt sur son côté ergonomique. Un style bien établi permet en outre de faciliter la lisibilité et la compréhension des diagrammes. Les principales lignes directrices sur ce sujet se résument par ce qui suit :

- 1) Pour représenter l'échange de messages entre les participants de manière appropriée, il est préférable d'employer l'un des deux styles suivants :
 - i) utiliser la tâche d'envoi, ou alternativement la tâche de réception,
 - ii) utiliser un événement de message de capture ou de lancement ;
- 2) En dépit du fait que l'utilisation de l'événement de début et de fin soit optionnelle, il est préférable de les employer dans tous les diagrammes ;
- 3) Pour éviter le blocage du processus, il est recommandé de :
 - i) définir un flux de séquence par défaut à chaque fois que les objets de branchements sont utilisés,
 - ii) joindre un événement de type minuteur à un branchement basé événement ;
- 4) Utiliser l'annotation textuelle pour décrire le branchement du type complexe, afin de préciser le comportement prévu pour l'objet ;
- 5) La connexion de flux de message à un flux de séquence relié à un branchement est déconseillée, car elle porte à confusion sur la distinction entre les données entrantes et sortantes .

Pour terminer, Silver (s. d.) propose 10 astuces pour modéliser avec BPMN. En se basant sur les meilleures pratiques réalisées dans le domaine, il suggère des règles censées apporter une meilleure compréhension du modèle :

- 1) Montrer la logique du processus dans le diagramme : ceci implique selon l'auteur de bien montrer les cas de gestion des exceptions, et d'étiqueter tous les objets montrés dans le diagramme ;
- 2) Rendre le modèle valide : il s'agit de vérifier la conformité de la syntaxe et de la sémantique du modèle par rapport aux règles grammaticales du langage de modélisation ;
- 3) Structurer hiérarchiquement le modèle : ceci consiste à décomposer le modèle en plusieurs parties selon une approche descendante : un diagramme holistique et d'autres montrant les détails de ses segments. La décomposition peut être répétée sur chaque diagramme subséquent, permettant de la sorte de visualiser plusieurs niveaux d'abstractions ;
- 4) Labelliser les activités avec un verbe suivi d'un nom : cette recommandation a été d'ailleurs proposée par 7PMG (cf. sect. 3.2.2). Elle est ici appuyée en raison de sa grande efficacité en tant que pratique, et afin de distinguer les activités exprimant l'action aux construits représentant l'état. Elle est aussi conseillée pour éviter la confusion entre la notion d'activité et de fonction. Pour certains auteurs, cette manière d'identifier les activités permet de ne pas les mêler à des unités organisationnelles, et d'améliorer l'intelligibilité du modèle (Krogstie 2012b) ;
- 5) Préciser le type de tâche : étant donné que les tâches peuvent être de plusieurs natures, il est important de différencier, au minimum, les tâches exécutées par l'homme de

- celles réalisées par une machine physique ou informatique ;
- 6) Ne pas utiliser une tâche pour orienter le flux de travail : les tâches caractéristiques d'envois et de réceptions de message ne devraient pas être suivies d'un flux de séquence menant vers le destinataire du message. L'utilisation de ces types de tâches devrait être réservée à la représentation d'une communication se produisant entre deux processus séparés (entre deux piscines) ;
 - 7) Distinguer les états finaux d'un processus avec des événements finaux distincts : il peut être parfois préférable de décrire plusieurs possibilités de dénouement, en séparant les terminaisons selon plusieurs cas d'issue, en particulier, selon le chemin menant vers la gestion d'une exception, le chemin menant vers l'échec, et les chemins qui s'achèvent par un succès, ou par d'autres possibilités ;
 - 8) Utiliser des sous-processus pour préciser le déroulement de certaines opérations liées à des événements qui interrompent le déroulement normal du processus. Il est par exemple possible de décrire dans un sous-processus une série de séquences déclenchées par une exception, et ce, suite l'arrivée d'un événement particulier ;
 - 9) Définir des schèmes standards décrivant des situations d'exception, et recourir à eux dans les diagrammes à chaque fois qu'une situation similaire se présente dans le processus ;
 - 10) Utiliser les flux de messages de manière cohérente pour afficher le contexte du métier ou du business : lorsque les flux de messages sont utilisés pour montrer les interactions d'un système avec un autre qui lui est extérieur, il est nécessaire de les représenter dans tous les diagrammes subséquents (diagrammes enfants).

4.4.3. Les outils de modélisation supportant BPMN 2.0

Les outils de modélisation représentent de manière générale tous les dispositifs et applications supportant une, ou plusieurs techniques de modélisation. Ils ont un impact sur l'utilisation même du langage (Aagesen et Krogstie 2015). Il existe dans ce domaine d'un côté des objets physiques qui matérialisent les modèles de manière palpable¹, et de l'autre des applications informatiques qui prennent en charge la modélisation et la simulation. On cite pour la première catégorie l'exemple de l'outil tangible BPMN. Pour la deuxième catégorie, ils sont désignés lorsqu'ils sont portés sur le BPM par les outils de modélisation, ou d'analyses des processus métiers (vom Brocke et Rosemann 2015).

Les logiciels sont sans doute les outils les plus recourus pour supporter la modélisation. Ils sont utilisés aussi bien par les gestionnaires des processus que par les analystes pour la conception, le monitoring, et la simulation (vom Brocke et Rosemann 2015). Cependant, il y a des applications génériques qui prennent en charge différents langages de modélisation, sans apporter une aide approfondie pour une technique particulière, et des applications plus ou moins spécialisées prêtant une assistance assez poussée dans la conception et l'analyse. Les logiciels spécialisés sont finalement dédiés entièrement à une technique spécifique pour constituer un outil complet couvrant tous les aspects du langage.

Le développement des logiciels pour assister la conception des modèles conceptuels remonte relativement à assez longtemps. Ainsi, sur le marché plusieurs marques et types d'applications se sont proliférés à travers les années. Il est à ce propos nécessaire de distinguer les outils de simulation des outils strictement dédiés à la modélisation. La simulation, étant une méthodologie étroitement liée à la modélisation, ne passe pas forcément par un langage particulier. De ce fait, plusieurs notations ont été proprement développées par différents éditeurs de logiciel pour mieux adapter une représentation aux besoins stricts de la simulation. Par ailleurs, certaines autres applications se focalisent sur la prise en charge d'un ou de quelques langages particuliers de modélisation, le plus souvent elles assistent des notations

¹ À l'égale des miniatures, maquettes, prototypes, etc.

populaires. De ce fait, l'analyse et la simulation deviennent optionnelles dans les limites techniques du langage supporté.

Afin d'avoir un aperçu plus clair sur les principales différences entre les logiciels de modélisation disponibles, une confrontation montrant les avantages comparatifs de quelques-uns recensés s'avérerait nécessaire. Choisir l'outil le plus adapté dans notre cas impliquait d'adopter celui qui supporte le mieux le standard BPMN 2.0. Dès lors, notre prédilection s'est portée sur le logiciel *Adonis Community Edition* (Adonis-CE) de la société BOC®, pour les raisons qui sont décrites dans les sections suivantes.

4.4.3.1. Comparatif des logiciels de modélisation

Les logiciels de modélisation sont variés en matière de spécialisation et de fonctionnalités, dont certains ne se contentent plus de faire de la simple conception, mais aussi de l'analyse (Davies et Reeves 2015). Le niveau de sophistication de ces outils est contrasté, au point de rendre quelques-uns supérieurement plus utiles que d'autres.

Faire valoir les avantages des outils recensés et révéler leurs carences a été entamé dans le but de dégager ceux qui sont les plus appropriés. Ceci étant, un ensemble de caractéristiques nous ont semblé importantes à retenir pour faire la comparaison. Employées comme des critères, elles ont été réparties en 6 rubriques :

- 1) Spécialisation ou généralisation : comme nous l'avons développé au début de la section, il existe des logiciels polyvalents qui supportent plusieurs langages de modélisation à la fois, et d'autres spécialisés. Les logiciels généraux sont le plus souvent moins développés que les logiciels spécialisés. Toutefois, ils permettent de construire plusieurs modèles sur un même processus. Chaque modèle se focalise sur une vue et emploie la technique la plus adaptée à celle-ci ;
- 2) Fonctionnalités : il n'est pas possible sous cette rubrique de mentionner toutes les potentialités que les logiciels peuvent offrir, cependant certaines facultés sont plus utiles et apportent plus de convivialité à l'utilisateur que d'autres. Ainsi les fonctionnalités qui nous ont paru les plus importantes sont :
 - i) La vérification syntaxique : la prévention contre la violation des règles syntaxiques est l'élément principal et le plus récurrent dans les approches orientées vers la qualité des modèles (GoM, SEQUAL). Par conséquent, cette option est très importante, en particulier lorsqu'elle est activée au moment de la conception. Elle permet d'éviter les erreurs d'expressivité, de se prémunir des ambiguïtés, et de construire un modèle valide sur le plan sémantique. Ce critère se rapporte donc au dispositif de prévention des erreurs syntaxiques lors de la conception du modèle (Krogstie 2012b) ;
 - ii) Conformité avec le standard BPMN 2.0 : pour construire un modèle correct, il est indispensable que celui-ci contienne des objets et des diagrammes qui sont fidèles à la spécification BPMN 2.0. Ainsi, le logiciel devrait respecter le standard avec le plus de rigueur possible ;
 - iii) Artefacts et/ou dispositifs : connaissant les limites de BPMN le logiciel devrait combler les carences en proposant des artefacts, ou des mécanismes qui permettent de couvrir les éléments non supportés par la notation, tels que les ressources, les règles métier, et les risques ;
 - iv) La navigation entre les modèles : un modèle de processus et le plus souvent accompagné d'une collection de diagrammes qui reflètent soit la décomposition du système, en utilisant par exemple le graphème sous-processus, ou l'invocation des autres vues du processus sur le même niveau de détails. Naviguer entre les différents diagrammes est de ce fait indissociable à la lecture du modèle. Cet acte peut être facilité par un mécanisme dédié, tel que l'hyperlien, ou mis en difficulté en ne prévoyant aucun dispositif ;

- v) Structure du système et la prise en charge de la décomposition : lorsqu'un modèle est complexe et comporte un grand nombre de diagrammes et de niveaux, il devient difficile d'avoir une vue d'ensemble sur son architecture. Ainsi, la mise à disposition d'un aperçu sur la structure du modèle, ou sur les liens existants entre les diagrammes est d'une grande utilité pour le modélisateur ;
 - vi) Modélisation collaborative : comme nous l'avons présenté dans les sections précédentes de ce chapitre, un modèle est conçu avec la participation de plusieurs types d'audiences : experts, analystes, utilisateurs, gestionnaires, modélisateurs, développeurs, etc. Ceci implique la présence de beaucoup de communications, et exige une conception coordonnée entre les membres du groupe de travail. En effet, les diagrammes ont besoin d'être échangés, commentés, et révisés. La possibilité de transmettre le modèle et ses parties à travers un réseau permet de faire un travail synchronisé et rapide. Cette fonctionnalité facilite, en un mot, le travail en équipe (*workgroup*). Par ailleurs, d'un point de vue qualitatif cet aspect est lié en partie à la constitution de la qualité physique des modèles, selon le cadre SEQUAL (cf. sect. 3.2.3) ;
 - vii) Notation complète de BPMN 2.0 : si un logiciel supporte BPMN 2.0, et qu'il se conforme à son standard, cela ne garantit pas pour autant qu'il met à disposition au modélisateur toute la notation. La disponibilité de l'intégralité des graphèmes indique d'une part que le logiciel est adapté aussi bien pour les utilisateurs novices qu'aux experts, et de l'autre qu'il n'est pas limité en matière d'expression, c'est-à-dire la possibilité de modéliser certains types de processus. Cet aspect a été d'ailleurs mis en exergue par Aagesen et Krogstie (2015) ;
 - viii) Modèles prédéfinis : l'existence de configurations réutilisables (modèles de référence, modèles partiels), ou de fragments de modèle (blocs de construction préalablement définis pour exprimer certaines situations) n'ont pas seulement un intérêt d'efficacité dans la conception, mais aussi une utilité méthodologique et de clarté, dûment à ce qui a été souligné dans la section 2.3.1, la section 3.3, la section 3.3.1, et la section 4.4.2 ;
 - ix) L'interopérabilité : il s'agit avec ce critère d'évaluer la capacité du logiciel à se connecter directement, ou à s'intégrer à un autre logiciel : bureautique, BDD, ERP, CRM, SI, etc. Cette fonctionnalité permettrait de combler les insuffisances de l'application, ou de la compléter ;
 - x) Le reporting : il correspond à la production automatique des informations (propriétés, attributs, statistiques, etc.) portant sur les objets du diagramme, et également à la faculté de générer et de publier une documentation ;
 - xi) Le monitoring : même si cette fonctionnalité est plutôt recherchée par l'utilisateur plus que par le modélisateur, en particulier par le gestionnaire du processus, elle nous semble importante en regard de notre sujet de recherche. Ainsi, il est possible avec cette caractéristique de définir les métriques, de les configurer, et d'effectuer le suivi sur le fonctionnement du processus et sur sa performance ;
 - xii) Sérialisation & Exportation : cet élément est important, car il complète ou il remplace l'interopérabilité lorsque celle-ci fait défaut. En effet, la prise en charge de certains formats de fichier standards, ou ouverts, permet de transporter le modèle entre des applications différentes, et garantir un certain niveau d'implémentation directe. Il est également possible avec une bonne sérialisation de traduire le modèle avec un autre langage (Aagesen et Krogstie 2015) ;
- 3) Types de modèles générés : en fonction de l'objectif du projet de modélisation, le modèle peut être élaboré pour la représentation simple (documentation,) l'analyse, ou l'implémentation. La connaissance de la capacité du logiciel à établir un de ces types est essentielle pour orienter la sélection du logiciel ;

- 4) Types d'analyse : si un logiciel permet de réaliser des analyses, il faut savoir auparavant lesquelles il est capable de conduire. Cette caractéristique est en rapport avec la finalité du projet de modélisation. En réalité, une grande liste d'analyses peut être effectuée :
- i) l'analyse de vérification portant sur la structure du processus, et permettant de déceler l'interblocage, l'interruption, et la bonne formation du réseau,
 - ii) l'analyse de validité qui vérifie la justesse du modèle pour la sérialisation et/ou l'exécution, autrement dit l'analyse examine si le modèle ne contient pas d'erreurs, et s'il a été bien défini formellement,
 - iii) l'analyse de conformité par rapport à la politique, les standards, et les normes du métier,
 - iv) les autres types d'analyse concernent : l'analyse des exigences, l'analyse de risque, l'analyse des écarts, l'analyse des capacités, l'analyse des objectifs, l'analyse d'impact, l'analyse des règles métier, l'analyse des liens de traçabilité, et la définition du glossaire,
- 5) Méthodologie : il s'agit dans cette rubrique d'apprécier le soutien méthodologique intégré dans l'outil, autrement dit le degré d'assistance apportée à la modélisation, en particulier lors de la conception. Cet aspect est non négligeable, car il est lié à la qualité du modèle, à sa consistance et à sa conformité vis-à-vis des références théoriques. En ce sens, le support méthodologique peut être important s'il est basé sur une ontologie ou une approche méthodologique (cf. sect. 3). Il sera pauvre s'il se rapporte à une simple documentation informelle (guide d'utilisation du logiciel) ;
- 6) Domaine de modélisation : ce critère concerne la focalisation et la portée de la modélisation qui peut être exiguë et portée uniquement sur les processus métiers, sur l'ingénierie du système d'information, sur le développement de logiciel, ou sur la plateforme technologique . Dans le cas contraire, la portée pourrait être plus large et complexe, intégrant plusieurs vues à la fois, comme cela est réalisé dans le domaine de l'architecture d'entreprise.

Sachant que ces critères ont été définis de manière indépendante il se trouve que certains d'entre eux sont identiques à ceux révélés par Davies et Reeves (2015). Ces auteurs font remarquer dans leur article que la détermination des éléments de comparaison est une question mal abordée, et qu'elle mériterait une réflexion plus approfondie en rapport des besoins des organisations. Pour notre part, les critères ont été suggérés d'un point de vue académique et de celui du modélisateur. Ils reflètent des besoins qui se distinguent de ceux d'une entreprise et qui peuvent se pencher sur des considérations économiques et techniques absentes dans notre comparatif. Sur ce sujet Chinosi et Trombetta (2012) avaient développé une enquête sur les préférences des utilisateurs entre plusieurs logiciels de modélisation et avaient déduit que les caractéristiques les plus attrayantes étaient liées à la facilité d'utilisation, la conformité de l'éditeur par rapport à BPMN 2.0, le support de la validation, et la prise en charge du WSDL, WS-BPEL et du format BPMN. Antérieurement, un travail similaire a été effectué par J. Recker (2010) afin d'établir le classement des outils les plus utilisés pour BPMN. L'auteur avait dégagé en même temps le niveau d'utilisation de certaines fonctionnalités. Par ordre d'importance, celles-ci sont respectivement : la navigation entre les modèles, l'existence de dépôt de modèles, la définition d'attributs supplémentaires pour les construits, l'accès à d'autres informations de documentation par hyperliens au sein du processus, la possibilité d'utiliser d'autres notations, notamment celles appartenant à d'autres langages, et le filtrage pour la présélection des symboles à employer. La correspondance entre les critères que nous avons définis et les travaux empiriques préalables se révèlent ipso facto assez proche.

Concernant l'ensemble des vendeurs de logiciels supportant BPMN, ceux-là peuvent être repérés majoritairement à travers la liste publiée par le groupe OMG dans leur site officiel.

Il est possible de remarquer à travers cette liste¹, qui n'est pas tout à fait exhaustive, une pléthore de produits. Mais en raison des moyens limités qui étaient à notre disposition, la présélection des outils de modélisation a été restreinte sur ceux qui sont fournis gratuitement. Ceci étant, certains de ceux qui sont présentés dans ce comparatif sont de l'une des deux : des applications open source (code ouvert), ou des versions limitées en fonctionnalités par rapport à la version intégrale² : partagiciel, version communautaire. La table 2.14 expose plusieurs éditeurs qui sont dans la plupart des gratuits écrits en Java :

Table 2.14. Comparatif des gratuits supportant BPMN

Critères	Adonis-CE	ARIS Express-CE	jBPM	Bonitasoft-CE	Camunda-CE	Dia	draw.io	Eclipse BPMN2	Flowable Modeler	Imixs BPMN	Modélio	Sgnivio	Yed graph
Spécialisation/Généralisation													
Une seule technique (spécialité)	✓			✓				✓		✓			
Deux techniques ou plus (général)			✓		✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
Fonctionnalités													
Vérification syntaxique	±	-		✓	±	-	-	-	✓	-	✓	✓	-
Artefacts et/ou dispositifs	✓			-	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	✓
Conformité avec le standard BPMN 2.0	✓	✓	✓				-	✓	✓	✓	-	✓	
Notation complète de BPMN 2.0	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓		✓	-
Navigation entre les modèles	✓			-	-	-	±	✓	±	✓	✓	✓	±
Modélisation collaborative	✓	-	✓	-	-	-	±	-	✓	✓	✓	✓	-
Blocs prédéfinis		✓		✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-
Interopérabilité	±	-	✓	✓	-	-	-	✓	±	✓	✓	-	-
Reporting	✓			-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-
Monitoring			✓	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sérialisation & Exportation	✓		✓	✓	✓	-	±	±	-	±	✓	✓	✓
Type de modèle généré													
Description	✓	✓		±	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Analyse	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	±
Exécution	-	-	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-	-	-
Type d'analyse													
Vérification	✓	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Validation	✓	-		✓	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-
Conformité	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simulation	✓		✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-
Autres	✓		✓	-		-	-		-	-	✓	✓	✓
Méthodologie													
Ontologie	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Approche méthodologique	-			-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
Bonnes pratiques	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
Style spécifique	-	-		-		-	-	-	-	-	-	✓	-
Tutoriel	-	✓		✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
Domaine de modélisation													
BPM	✓		✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
SI			✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-
Architecture des processus métiers	±			-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-
Architecture d'entreprise	-	✓		-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-

Note : « ✓ » désigne que la fonctionnalité est entièrement supportée, « ± » qu'elle l'est plus ou moins, et « - » qu'elle ne l'est strictement pas. L'abréviation CE dans le nom d'un outil révèle qu'il est une édition communautaire.

¹ <http://bpm-directory.omg.org/vendor/list.htm>

² Nous avons écarté les logiciels qui sont mis à disposition avec une limite de temps, au même titre que les versions d'essai, ou les démos proposés par les éditeurs à but commercial.

- ◆ Adonis-CE est plus qu'un éditeur, il permet de faire la conception, l'analyse et la simulation des modèles (voir les détails dans la sect. 4.4.3.2) ;
- ◆ ARIS Express-CE est l'une des applications les plus populaires qui fonctionnent en Java. Elle supportait initialement EPC et propose actuellement de modéliser également avec BPMN. Étant donné qu'ARIS est orientée vers l'architecture d'entreprise, elle offre la possibilité de créer des diagrammes selon des vues différentes, en utilisant des langages variés, et ce, en se conformant à son propre cadre de modélisation ;
- ◆ JBPM est un logiciel open source indépendant très puissant, créé par Redhat, et distribué sous la licence Apache. Il fonctionne dans un environnement Java et s'intègre facilement dans Eclipse et Maven. Le logiciel est consacré au déploiement des modèles, et propose des fonctionnalités assez complètes incluant l'informatique décisionnelle (*Business intelligence*). Ainsi, il permet en plus de la modélisation le suivi des tâches, le déploiement du modèle, le monitoring des processus métiers, et la génération de rapports de performance ;
- ◆ Bonitasoft-CE est un logiciel qui se veut être, en apparence, le concurrent de JBPM. Cependant, celui-ci est moins ouvert, car il propose une édition communautaire moins développée par rapport à la version commercialisée aux entreprises. Bonitasoft est focalisé essentiellement sur le déploiement des processus, mais avec des fonctionnalités inférieures en nombre à celles de JBPM. Il supporte aussi moins bien la description des modèles ;
- ◆ Camunda-CE est une application nouvellement venue par rapport aux autres. Elle propose dans sa version communautaire de modéliser avec DMN et CMMN en plus de BPMN. Le logiciel est centré sur le déploiement des modèles plus que sur la description des processus ;
- ◆ Dia est l'un des plus anciens éditeurs graphiques vectoriels spécialisés dans la modélisation. Il est extrêmement riche en symboles et en notations. En effet, il supporte plus d'une vingtaine de langages de modélisation provenant de différents domaines. Cependant, n'ayant pas connu de développement conséquent, il se contente de générer de simples représentations sans propriétés techniques. Ce logiciel aurait pu avoir un meilleur avenir si des fonctionnalités supplémentaires lui avaient été assignées ;
- ◆ draw.io est également un éditeur graphique, mais proposé en ligne (sur internet), et sans aucune souscription. Il peut être considéré comme étant de la même lignée que Dia, avec toutefois plus de sophistications. Il permet de manipuler beaucoup plus d'attributs graphiques, d'exporter les diagrammes sous format XML et HTML, et de sauvegarder les modèles dans le *cloud* ou les *drives* ;
- ◆ Eclipse BPMN 2 est un greffon d'Eclipse supporté par OMG et initialement développé par Redhat. Ce logiciel a la particularité d'être complètement conforme à la spécification BPMN 2.0, tout en offrant intégralement la notation du diagramme de processus, de collaboration, et de chorégraphie. Même si cette application est focalisée sur la création, elle permet d'ajouter davantage d'attributs aux construits employés dans le modèle. Ses fonctionnalités sont étendues en le couplant avec JBMN et Imixs-BPMN. Il est nécessaire de mentionner que les deux éditeurs : Imixs-BPMN et JBPM, qui fonctionnent sous l'EDI Eclipse sont complémentaires en tant que greffon d'Eclipse BPMN 2 modeling. Ce dernier est en réalité focalisé sur la conception, alors que les autres sont orientés vers l'implémentation du modèle créé ;
- ◆ Folawable est un *fork* open source du logiciel Activiti, avec des caractéristiques supplémentaires qui font de lui un logiciel meilleur. À l'instar de son prédécesseur, il fonctionne comme une application Web sous Apache Tomcat. Flowable se distingue de JBPM, avec lequel il partage certaines propriétés, en offrant la possibilité d'élaborer des applications personnelles de manière conviviale, et de manière complètement intégrée au processus conçu ;

- ◆ Modélio est une suite d'applications très intéressante et polyvalente qui s'inspire d'Eclipse en offrant la possibilité d'étendre les fonctionnalités du logiciel avec des modules complémentaires, des greffons, et des scripts développés avec une licence libre ou commerciale. En outre, il est le seul logiciel capable de supporter la méthodologie TOGAF et DoDAF parmi la collection d'outils rassemblés dans ce comparatif ;
- ◆ Signivio est une application Web accessible par internet après la souscription de l'utilisateur. Le logiciel se caractérise par une orientation didactique qui offre la possibilité aux étudiants et aux novices d'apprendre efficacement la modélisation d'entreprise. Signivio est accompagné d'un tutoriel pédagogiquement bien formulé et d'une méthodologie basée sur les bonnes pratiques de modélisation. Il propose aussi de créer des modèles BPMN selon les recommandations stylistiques de Silver. Enfin, il supporte une large panoplie de techniques : ArchiMate, YAWL, EPC, RdP, UML, DMN, CMMN, et bien d'autres langages populaires, avec lesquels il est possible d'élaborer des diagrammes distincts et reliés les uns aux autres ;
- ◆ Yed graph est un logiciel de création graphique de grande qualité qui fonctionne sous Java. Il a la particularité d'optimiser les représentations avec des algorithmes spécifiques qui dépendent du thème de présentation choisi (biologie, arborescence, BPM, réseaux, etc.). Il offre également la possibilité de réaliser des analyses simples fondées sur la théorie des graphes. Il supporte quelques techniques de modélisation, et permet de construire des diagrammes avec des formes libres. Très flexible, il autorise le rajout de notations personnelles grâce à la fonctionnalité d'importation des symboles sous le format SVG.

4.4.3.2. Praticité de l'outil Adonis-CE

La lecture attentive de la table 2.14 (cf. p. 318) montre bien que le logiciel Adonis-CE est l'une des meilleures propositions faites à la communauté des modélisateurs, qui n'ont pas la possibilité d'acquérir des applications sophistiquées et onéreuses. Même si Signivio est comparativement plus complet il n'en reste pas moins que l'utilisateur n'est pas un acquéreur définitif du logiciel (logiciel non installé), et dépend de sa disponibilité sur internet, sans oublier que la qualité de la connexion peut perturber son usage. Modélio, pour sa part, est aussi proportionnellement plus complet, mais la version 3.8 évaluée a connu une évolution fulgurante par rapport à celle que nous avons entre les mains (version 3.4) au début du projet d'étude.

Par ailleurs, Adonis-CE propose des artefacts qui s'avèrent très utiles pour pallier les carences de BPMN. En effet, le langage a une portée limitée dans la modélisation de certaines vues (cf. sect. 4.1.3) et certains aspects dont notre projet avait ressenti le besoin de représenter. Par conséquent, quelques artefacts présents dans l'application ont trouvé dûment leur emploi dans nos diagrammes. Ils concernent l'aspect organisationnel et ressources avec la définition des rôles, la gestion des risques, la gestion des documents pour l'aspect informationnel, et la prise en charge de l'évaluation de la performance. Ajouté à cela, Adonis-CE assigne un grand nombre d'attributs aux construits standardisés de BPMN, et aux artefacts suggérés, permettant de la sorte de couvrir indirectement d'autres aspects, comme le coût selon la méthode ABC.

Adonis-CE offre également la possibilité de naviguer à travers les modèles avec une grande convivialité, et d'effectuer un cycle de revue des diagrammes de manière structurée et transparente en paramétrant le statut du modèle dans le processus de conception. La sérialisation du modèle vers d'autres formats apporte en outre un avantage particulier au modèle élaboré. Il est possible dans ce cadre de transformer les diagrammes aux formats : bpmn2, ADL, XML, XMI, et même vers le HTML. Le dernier type de fichier est nommé intéressant, car il permet à n'importe quel type d'audience de visionner les diagrammes avec un simple navigateur internet. Ce format permet également de diffuser le modèle via le Web.

Sans pouvoir décrire tout ce qu'il est possible de faire avec Adonis-CE, nous avons choisi de présenter avec plus de détails quatre autres principales fonctionnalités qui ont grandement influencé son adoption dans notre projet d'étude :

- 1) Le support intégral du standard BPMN 2.0 : vu que Adonis est détenu par la société BOC, et que celle-ci est un membre contributeur à la définition du langage dans le groupe OMG, il n'est pas surprenant de constater cette caractéristique dans le logiciel. Ainsi, toute la notation de la spécification est disponible dans les palettes d'objets de l'application, pour modéliser tous les types de diagrammes : Processus, Collaboration, Chorégraphie ;
- 2) L'assistance à la modélisation lors de la conception : conformément aux règles syntaxiques de la spécification BPMN 2.0, le logiciel interdit au moment de l'insertion des unités graphiques les incohérences sémantiques, ou l'incorporation d'associations proscrites entre certains graphèmes ;
- 3) La proposition d'artefacts essentiels : Adonis-CE a l'originalité de combler les insuffisances de BPMN 2.0 avec des attributs supplémentaires assignés aux construits. Certaines propriétés sont représentées prestement par des marques ou des symboles dans le diagramme (ressources, rôle, documents, etc.). L'emplacement approprié des symboles reflétant les ressources ou les rôles permet particulièrement de savoir rapidement les acteurs impliqués dans le processus. Adonis, offre de plus la possibilité de représenter des métriques, de paramétrer leurs seuils, et de les connecter à une source de donnée externe. Ce dispositif permet ainsi d'appliquer le suivi de la performance des processus ;
- 4) L'évaluation du modèle : cette propriété d'analyse confère à l'utilisateur la possibilité de vérifier et de s'assurer que le modèle créé est en respect des règles de BPMN 2.0. L'évaluation est donc un outil permettant d'améliorer la qualité des modèles générés en détectant d'autres erreurs syntaxiques et sémantiques a posteriori de la conception. Cette vérification est d'autant plus importante pour effectuer, le cas échéant, la simulation.

Tout compte fait, toutes ces commodités ne sont pas les seuls facteurs qui ont motivé le choix de ce logiciel. Il existe d'autres potentialités offertes par l'outil qui permettent d'élargir la portée de l'étude, telles que la possibilité de réaliser des analyses de simulation, et l'analyse de la conformité. Toutefois, en raison du temps restreint du projet de recherche, certaines de ces potentialités n'ont pas été pleinement exploitées, néanmoins elles constituent les instruments des futures recherches envisagées.

Conclusions

Au cours du développement des sections précédentes, nous avons exploré la modélisation conceptuelle en tant que moyen de représentation des processus organisationnels, et le paradigme de la chaîne logistique en tant que modèle de gestion de ces derniers (cf. chap. 1). Nous avons remarqué à travers cela que les deux concepts convergent vers une perception systémique et transversale de l'organisation. Influencés par l'idée du management par les processus, ils présentent des similitudes étroites dans leur logique (décomposition, holisme, intégration, interaction) tout en étant chacun réservé à son domaine respectif. Ainsi, ils nous ont paru complémentaires dans notre étude pour que l'un constitue le cadre théorique et l'autre l'outil méthodologique dans la poursuite des objectifs du projet de recherche.

La modélisation de la chaîne logistique serait un moyen d'identification du processus principal de réalisation, des processus de supports, des processus de management, et des acteurs concernés par leur exécution, en gardant à l'esprit l'idée centrée sur la satisfaction du client interne et externe. Cette identification serait en mesure de simplifier l'extraction des indicateurs afin d'assurer une meilleure évaluation de la performance. La modélisation

servirait, en outre, à mener des examens rigoureux pouvant déceler les causes des dysfonctionnements susceptibles d'altérer les résultats attendus des processus.

En dépit des progrès significatifs accomplis par les techniques de représentation appliquées aux organisations, la modélisation conceptuelle reste un art qui s'établit petit à petit en une science. La complexité de la réalité des entreprises à laquelle font face les modélisateurs et l'intervention du jugement personnel dans la reproduction de certains aspects lui attribuent un caractère arbitraire. Cela dit, les fondements théoriques (l'ontologie, le formalisme, la sémiologie, la psychologie cognitive) qui lui ont été avancés lui confèrent de ces temps-ci une rigueur substantielle. Quoi qu'il en soit, la description des processus, aussi difficile soit-elle, demeure utile, voire nécessaire, même si elle semble parfois floue.

Modéliser les aspects d'une entreprise est techniquement difficile, d'où l'intérêt des métamodèles, qui organisent les relations entre les différents concepts d'une ou de plusieurs techniques de modélisation. Trouver un langage unique, pertinent, qui permettrait de décrire toutes les dimensions d'une entreprise reste un défi de recherche à relever. Par ailleurs, construire un modèle qui englobe tous les aspects, entraîne une complexité qui peut remettre en cause son intérêt initial : celui de simplification et d'artefact facilitant la compréhension d'un système. Or, ne modéliser qu'un seul aspect dans une entreprise ne peut pas être amplement utile en sachant que l'on a omis certains facteurs influents. Le compromis dans cette question consiste, probablement, à la construction de plusieurs diagrammes arborant chacun une vue particulière. C'est l'approche du domaine de l'architecture d'entreprise. Néanmoins, les techniques qui prennent en considération tous les aspects importants permettent en même temps de construire un modèle plus intégré. En cela, ce modèle favoriserait des analyses holistiques, et pourrait de ce fait engendrer des décisions plus cohérentes et plus adaptées.

Nous avons conclu avec le chapitre 2 qu'il existe deux familles de techniques de modélisation appliquées aux entreprises : des techniques qui ont un faible formalisme, mais qui jouissent d'une grande qualité communicative (les langages graphiques), et des techniques basées sur un degré élevé de formalisme (comme les langages sous forme textuelle), pertinentes pour l'analyse, mais moins acceptées par l'audience de la modélisation. Les langages se positionnant entre les deux constituent sans doute le meilleur choix pour la modélisation des processus métiers.

Ainsi dans la profusion des méthodes de modélisation, trois techniques concurrentes nous ont paru intéressantes : EPC, YAWL et BPMN. Tenant compte de leur expressivité, simplicité d'utilisation, fonctionnalités, popularité, et des aspects qu'elles couvrent, nous avons jeté notre dévolu sur la technique BPMN. Ce choix a été conforté par les résultats des comparaisons figurant dans la section 2, et dûment argumenté dans la section 4.1.

*

*

*

Chapitre 3

Élaboration d'un Tableau de Bord pour la Chaîne Logistique Hospitalière

D'après un rapport publié en 2013 par McKinsey & Company (Ebel, Larsen, et Shah 2013), le secteur de la santé comprend une chaîne logistique qui lui est propre, dont il est possible d'améliorer pour engendrer des gains pouvant s'étendre sur le secteur industriel. Suivant les estimations du cabinet, ils existeraient des opportunités pouvant faire augmenter la rentabilité de l'ordre de 6 % pour les distributeurs, et 20 % pour les industriels pharmaceutiques et les établissements hospitaliers. Même si le cabinet reconnaît que cela est particulièrement difficile à réaliser, néanmoins il avait défini les facteurs qui pourraient booster la performance de la chaîne logistique :

- 1) Une meilleure segmentation des produits, des marchés et des consommateurs ;
- 2) Une plus forte agilité permettant de réduire les coûts et d'augmenter en même temps la flexibilité ;
- 3) La mesure et le benchmarking ;
- 4) L'alignement avec des standards globaux ;
- 5) La collaboration à travers la chaîne de valeur du secteur de la santé.

Le constat fait par ce rapport a motivé notre attention d'aller vers le secteur de la santé afin d'y appliquer notre recherche. En outre, notre choix s'est porté sur ce secteur en raison de la composition et de l'organisation du système de soins en Algérie. Celui-ci présente une chaîne logistique du produit pharmaceutique particulièrement entière. En effet, nous observons à l'intérieur de ce secteur tous les maillons qui définissent une chaîne logistique, autrement dit : le fournisseur du fournisseur, le fournisseur, le producteur, le distributeur et le client (le patient).

Ceci étant, nous avons pris l'initiative d'examiner la faisabilité de l'étude dans le contexte algérien par une prise de contact avec les établissements publics de santé, car les hôpitaux publics représentent les principaux fournisseurs des soins de santé en Algérie. Après avoir approché ce secteur, nous avons conclu que l'application de notre étude dans celui-ci devrait être semblable à celle qui s'appliquerait dans le milieu industriel. Ce secteur exprime les mêmes préoccupations, contraintes, difficultés, et dysfonctionnements que les firmes industrielles. Cette observation a été soutenue par la lecture de la circulaire ministérielle n° 007/SP/MIN/MSPRH/05 du 22/11/2005 relative à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé. Ce texte stipule clairement, dans sa première page, que des anomalies importantes, et même sérieuses, persistent dans la gestion des produits pharmaceutiques dans le milieu hospitalier. Ces anomalies sont relatives à l'approvisionnement, à la gestion économique du stock, aux ruptures des produits, aux conditions de stockage, à la traçabilité des produits, à la distribution, et à l'emploi insuffisant des technologies de l'information (MSPRH (Ministère de la santé de la population et de la réforme hospitalière) 2005).

À la lumière des problèmes soulevés par le ministère de la Santé, nous avons pensé qu'un tableau de bord consacré à la gestion du flux pharmaceutique pourrait être un outil capable de constituer une vue synoptique sur le comportement du système logistique dans le secteur de la santé. Il permettrait ainsi d'informer les parties prenantes sur les éventuelles erreurs, sur les événements adverses, et sur certains risques (Ruffolo, Curia, et Gallucci 2005). De manière générale, le pilotage de la chaîne logistique dans le secteur de la santé par un tableau de bord permettrait de détecter les situations d'exception, les comportements indésirables des processus, d'évaluer la performance et de l'améliorer.

Ce chapitre se veut donc porter un nouveau regard, insufflé par le paradigme de la chaîne logistique, sur le secteur de la santé. Son principal but se résume par la proposition d'éléments de base pour la conception d'un outil de pilotage du flux pharmaceutique qui pourrait être implémenté dans le secteur de la santé sous le contexte algérien.

Le chapitre s'articule, compte tenu de cette intention, autour de quatre sections. La première a pour objet de décrire la logistique hospitalière comme une sous-discipline qui se développe. Elle illustre aussi les particularités du produit pharmaceutique et les pratiques de sa gestion. Elle présente également l'impact des nouvelles technologies de l'information appliquées dans le secteur de la santé, puis, en dernier, elle aborde la question qui a trait à l'identification des processus logistiques. La deuxième section expose la méthodologie mise en œuvre, le contexte du terrain de recherche, et justifie le paradigme épistémologique adopté. La troisième section expose le déploiement de la première phase de la méthodologie, et qui pourrait être assimilé à l'analyse de l'existant. La quatrième section détaille les étapes et les opérations de conception du tableau de bord de la chaîne logistique.

1. La logistique hospitalière

Le secteur de production des soins de santé est considéré comme un système complexe faisant intervenir plusieurs activités et acteurs avec des exigences hétérogènes (Nsamzinshuti, Van Elslande, et Ndiaye 2014). Il englobe un certain nombre de structures hospitalières et extra-hospitalières comme les centres hospitaliers universitaires (CHU), les centres de santé, les polycliniques, les cliniques, et plusieurs formes d'établissements hospitaliers.

Les hôpitaux sont considérés comme des entreprises de service qui ne sont pas à la quête de profit lorsqu'ils sont publics (Rossi-Turck et al. 2004). Dans l'ensemble, ce sont des organisations sociotechniques ayant la vocation de fournir des soins de qualité au patient (Augusto 2008). La littérature indique que le milieu hospitalier fait apparaître les mêmes propriétés que celles des firmes industrielles. Pourtant, contrairement aux firmes industrielles, ses processus sont très erratiques.

Les établissements de santé se distinguent des systèmes manufacturiers traditionnels par peu de caractéristiques. La dissemblance entre les deux peut se résumer par les points suivants (Augusto 2008) :

- ◆ Le produit généré dans les systèmes hospitaliers concerne la santé de l'homme (le soin). Le flux principal qui traverse le système est donc le patient, et non pas le produit, comme cela est le cas dans le système manufacturier ;
- ◆ La trajectoire du patient à travers les unités médicales est disparate, et dépend du cas du sujet (dossier du patient) et/ou de sa pathologie. Ceci provoque, en outre, un flux imprévisible ;
- ◆ Chaque unité médicale est compartimentée et possède sa propre organisation ;
- ◆ La coordination entre les unités médicales d'un même établissement est primordiale pour la bonne prestation du service de santé ;
- ◆ Un système de pilotage dans les centres de santé est indispensable pour faire face aux situations imprédictibles ;
- ◆ Les tâches de soins peuvent être aussi bien successives que concomitantes. Leurs durées et très aléatoires.

Nous ajoutons à ces points le fait que la valeur ajoutée produite par les systèmes hospitaliers est difficilement mesurable. Selon Nsamzinshuti, Van Elslande, et Ndiaye (2014), elle se rapporte à la qualité des soins qui se réduit au maintien de la vie, alors qu'elle est, selon nous, plus vaste que cela. *Elle englobe également la qualité de prise en charge (attente, accueil, traitement administré, hygiène, etc.).*

D'après une étude inspirée par la norme ISO 9000 et réalisée par un consortium de laboratoires universitaires et d'établissements de santé (AS GHC), un hôpital est considéré comme système de soins constitué de plusieurs sous-systèmes (Guinet et Baboli 2009; Hassan 2006) :

- ◆ Le sous-système orienté patient : ce sous-système mobilise les moyens humains (médecins et soignants) et matériels pour réaliser le diagnostic et la production de soins de santé ;
- ◆ Le sous-système pharmaceutique : qui a pour fonction de valider les prescriptions médicales, ainsi que d'apporter un soutien pour les décisions de prescription. Ce processus est supporté par sous-processus logistique consacré à la distribution des produits pharmaceutiques ;
- ◆ Le sous-système relatif à la blanchisserie : ce sous-système s'occupe du côté hôtelier de l'hôpital en préparant le linge propre pour les patients ;
- ◆ Le sous-système relatif à la restauration : tout comme le précédent, il est lié à la gestion hôtelière. Il est dédié à la préparation des repas quotidiens pour les patients ;
- ◆ Le sous-système technique (Hassan 2006) : ce sous-système gère la maintenance, la réparation, et la stérilisation des équipements utilisés dans l'établissement ;
- ◆ Le sous-système d'administration : ce sous-système a pour fonction le pilotage et la mise à disposition des fournitures nécessaires pour le bon fonctionnement de l'établissement ;
- ◆ Le sous-système de gestion des déchets (Guinet et Baboli 2009) : ce sous-système récupère et isole les déchets hospitaliers selon les normes de sécurité et du respect de l'environnement, puis détruit ces déchets par l'incinération.

Ces sous-systèmes sont dans la pratique couverts par des structures, qui donnent lieu en même temps à quatre principaux acteurs révélés par Guinet et Baboli (2009) :

- ◆ L'administration : pour incarner le sous-système d'administration ;
- ◆ Les services de soins : qui symbolisent le sous-système orienté patient ;
- ◆ Les plateaux techniques : pour évoquer le sous-système médico-technique qui comprend le bloc opératoire, la salle d'accouchement, le service d'imagerie médicale, la salle d'exploration, la salle d'anesthésie, et la salle d'endoscopie ;
- ◆ Le service logistique : celui-ci correspond au sous-système relatif à la blanchisserie, au sous-système de restauration, et au sous-système pharmaceutique. Ce service intervient dans le cadre de ce qui est connu par la logistique hospitalière.

La logistique hospitalière a pris progressivement de l'ampleur à la suite de la mise en œuvre de réformes dans la plupart des pays. Les réformes visaient à minimiser les coûts des soins tout en maintenant le confort des patients, et ce, sous la pression d'un contexte socio-économique qui obligeait les gouvernements à rationaliser les dépenses budgétaires dans le secteur de la santé. Nous devons savoir que, selon une estimation d'Ebel, Larsen, et Shah (2013) travaillant pour le compte de McKinsey & company, les produits pharmaceutiques constituent 25 % des coûts de la chaîne logistique dans le secteur de la santé.

1.1. Champs de recherche de la logistique hospitalière

Sampierie et Bongiovanni (2000) retiennent pour la logistique hospitalière une définition fortement imprégnée par celle de Colin (1996) sur la logistique de manière générale. Ils la considèrent comme « la technologie de la maîtrise des flux physiques (hôtelières, de médicaments, d'autres matériels médicaux, de patients et de personnels) par les flux d'informations (médicaux et administratifs). » (Sampierie et Bongiovanni 2000, 4). Cette définition met en exergue la notion du flux et de ses différents types autour desquels s'organisent les moyens pour les contrôler. Elle amalgame les flux de matières et le flux humain (le patient), en considérant ce dernier comme un intrant dans un système de

production de soins de santé. Cette définition a été suivie en partie par Landry et Beaulieu (2001), sans mettre l'accent sur le flux d'information et en distinguant les flux mêlés. Ces auteurs considèrent la logistique hospitalière en la gestion de trois flux :

- 1) Le patient ;
- 2) Les ressources (équipements et main-d'œuvre) ;
- 3) Les produits pharmaceutiques et consommables.

Ces mêmes auteurs ajoutent que la logistique à l'intérieur d'un hôpital est décelée en appliquant une perception transversale dans l'établissement. Cette vue permet de révéler :

- ◆ La fonction achat et approvisionnement ;
- ◆ La fonction accueil, gestion et transfert des patients ;
- ◆ La fonction liée à l'hôtellerie et à la restauration ;
- ◆ La fonction médico-technique (pharmacie, stérilisation, laboratoire et imagerie).

Nsamzinshuti, Van Elslande, et Ndiaye (2014) apportent une définition qui va dans le même sens que les précédentes évoquées tout en apportant une séparation claire entre les types de flux. Ils définissent la logistique hospitalière comme un processus intégrant les flux de patients, les flux physiques, et les flux d'informations. Cette dernière définition propose en plus de percevoir l'organisation de ces flux en termes de processus.

À l'évidence toutes les définitions rencontrées s'accordent sur le fait que la logistique hospitalière est avant tout une gestion de flux. À l'instar du management de la chaîne logistique dans le secteur industriel, la logistique hospitalière se révèle applicable sur trois niveaux (Guillaume 2006) :

- 1) Niveau opérationnel : il est question dans ce niveau de rationaliser tous les flux circulant dans un établissement hospitalier ;
- 2) Niveau stratégique : il concerne un groupe d'établissements hospitaliers dans une circonscription géographique déterminée. La gestion stratégique se rapporte à l'optimisation des approvisionnements par des structures inter-hospitalières qui gèrent les achats, l'entreposage, et la préparation des commandes ;
- 3) Niveau de gestion de l'information : afin d'assurer une cohésion entre les processus logistiques, une intégration des systèmes d'information existants dans l'établissement, ou entre les établissements est effectuée dans ce niveau. Le système d'information devrait assurer une meilleure coordination entre les acteurs par le partage des données, la transparence, et la fluidité de l'information.

En somme, la revue de littérature sur la logistique hospitalière débouche sur deux voies de recherche (De Vries et Huijsman 2011) : une recherche focalisée sur le flux de patient, et une recherche focalisée sur le flux physique. Les deux voies de recherche témoignent de l'adoption d'un nouveau regard sur la logistique hospitalière, qui a été confondue dans le passé à de l'intendance (Sampieri-Teissier 2004).

1.1.1. La recherche sur le flux de patient

La logistique hospitalière dans ce cadre d'étude se préoccupe de la trajectoire du patient entre les unités de santé. Elle est assimilée à la logistique de service dont le but est de réguler la charge des structures de soin, et de réduire les temps d'attente du patient (Sampieri-Teissier 2004). Dans ce cadre, plusieurs modèles d'organisation existent (Sampieri et Bongiovanni 2000) :

- 1) Pilotage d'une trajectoire segmentée du patient : ce mode de gestion laisse le patient circuler librement entre les différentes unités spécialisées, afin de recevoir les soins dont il requiert. Ce modèle ne se préoccupe pas des délais d'attente du patient avant sa prise en charge effective par les unités de soins ;
- 2) La planification du cheminement clinique : ce modèle de pilotage du flux de patient établit une programmation de la trajectoire du patient, et optimise sa circulation afin de

lui procurer une meilleure qualité de service, particulièrement en matière de délais. Le pilotage permet, une augmentation du nombre de patients pris en charge, et par conséquent un accroissement de l'efficacité du fonctionnement des unités de soins. Ce mode de gestion est considéré comme étant un moyen de régulation de la trajectoire du patient en flux tendu. Le mode précédent, en revanche, est considéré comme un mode de pilotage en flux poussé ;

- 3) Prise en charge complète du patient : contrairement aux autres, ce modèle rejette l'idée du déplacement du patient. Il organise les ressources afin que le malade ne circule pas entre les unités de soins. Ce sont donc, dans la mesure du possible, les moyens humains et matériels qui se déplacent vers le patient.

La particularité de cette voie de recherche est la perception du flux de patient, par analogie au secteur industriel, comme un flux de produits sans pour autant réduire sa valeur d'être vivant. Les avancées de la recherche dans ce domaine ont été réalisées à l'aide de la modélisation et la simulation multi-agent. Les effets de l'optimisation de la circulation du flux de patient en plus de la réduction des temps d'attente, et la régulation de la capacité, se résument par des gains de productivité et par une bonne gestion des ressources (Sampieri-Teissier 2004). Mais, l'une des difficultés auxquelles sont confrontés les établissements hospitaliers est liée au cloisonnement des services, induisant des carences dans la coordination (Guinet et Baboli 2009; Sampieri-Teissier 2002).

1.1.2. La recherche sur les flux physiques

Dans cet axe, la recherche concerne toutes les activités de soutien à l'activité de production de soins de santé, et les flux de matière comme les produits pharmaceutiques, les produits d'hôtellerie, les fournitures médicales, et les appareillages. La recherche sur ces flux, particulièrement sur le flux pharmaceutique, est centrée sur la gestion du cheminement des médicaments et des consommables médicaux. Les travaux de recherche se focalisent également sur les gaspillages — au sens d'Ohno (1988) et au sens large — sur la réduction des activités sans valeur ajoutée, et sur la réorganisation des processus afin de permettre au personnel soignant de se concentrer sur leur activité principale : la production des soins de santé. Nonobstant, le flux pharmaceutique n'est pas indépendant du flux de patient. Il est à vrai dire, très influencé par les aléas du nombre de malades et des types de soins qui leur sont attribués.

L'une des principales préoccupations de ce champ de recherche concerne l'optimisation de la gestion des produits pharmaceutiques au sein des établissements hospitaliers. Dans ce cadre, on y voit un transfert des connaissances appliquées dans le secteur industriel vers le secteur de la santé (De Vries et Huijsman 2011), tel que l'approche *Lean healthcare* dérivée de l'industrie automobile (Beaulieu et al. 2011; Landry et Beaulieu 2010). Or, même si les principes de la chaîne logistique dans le secteur industriel ont fait ressortir plusieurs avantages, ils restent vaguement adoptés dans le milieu de la production des soins de santé. Pourtant, la logistique hospitalière participerait à réduire les erreurs d'administration des médicaments (Nsamzinshuti, Van Elslande, et Ndiaye 2014) d'autant plus qu'elles avaient atteint 20 % des personnes hospitalisées dans les pays développés (Ebel, Larsen, et Shah 2013). D'un autre côté, le réapprovisionnement des produits pharmaceutiques demeure une activité critique, car il est exposé à des cycles longs de traitement des commandes, avec des risques de ruptures de stock qui peuvent nuire la qualité de service (Landry, Blouin, et Beaulieu 2004).

À l'heure actuelle, l'état de l'art de la recherche dans la logistique hospitalière n'est pas parvenu à instaurer des règles universelles permettant de rationaliser le flux pharmaceutique dans tous les établissements hospitaliers (Guinet et Baboli 2009). Cette problématique serait plausiblement due aux difficultés qui ont trait à appliquer un contrôle, et ce, en raison de la nature organisationnelle de l'établissement hospitalier, qui est considérée comme une

bureaucratie professionnelle selon les configurations organisationnelles de Mintzberg (1982). Sampieri-Teissier (2004) estime, d'ailleurs, que les freins au progrès de la logistique hospitalière reviendraient à l'antagonisme des corps professionnels qui composent les établissements hospitaliers. La dissension ou le choc des cultures (Benanteur 2004) entre les administrateurs, les gestionnaires, les infirmiers, et avec les cliniciens qui jouissent d'une certaine indépendance, empêche le développement d'une démarche logistique intégratrice et performante. Nous citerons au passage l'exemple d'un projet de partenariat dans un CHU du Québec qui a été abandonné en raison de l'opposition des médecins (Tremblay, St-Laurent, et Beaulieu 2004). Glouberman et Mintzberg (2002) expliquent le phénomène de l'échec de toutes réformes dans le secteur de la santé par le fait que ces antagonistes appartiennent à des mondes différents séparés par des clivages socioprofessionnels. Sampieri-Teissier (2004) ajoute que cette même raison bloque le développement d'un contrôle logistique avec un tableau de bord, en dépit de la primordialité de cet outil pour évaluer la performance du système logistique et motiver le personnel.

Il est important de constituer sur les trois niveaux d'interventions de la logistique hospitalière (cf. sect.1.1) des indicateurs qui permettent de piloter l'ensemble du système. Pour le niveau opérationnel les indicateurs pourraient se porter sur la quantité, la qualité, le coût, et les délais de circulation de chaque type de flux. Sur le niveau stratégique, les indicateurs pourraient avec les mêmes flux, avoir un niveau de granularité supérieur (agrégation) et permettre de suivre la dynamique du système au niveau sectoriel. Sur le niveau du système d'information, l'établissement d'indicateurs pour mesurer le niveau de fluidité de l'information est l'un des aspects les moins étudiés, car en général ce problème est résolu par l'implantation d'un progiciel de gestion intégré de type métier ou de type ERP. Cependant, des carences, et dans la plupart des cas, l'inexistence d'indicateur pour mesurer la performance des activités logistiques ont été observées (Sampieri et Bongiovanni 2000).

L'étude menée par cette thèse sur porte exclusivement sur le pilotage du produit pharmaceutique comme flux logistique des activités de production des soins de santé. Par ailleurs, les articles pharmaceutiques sont traités dans le secteur de la santé de façon un peu particulière, et se distinguent par certains caractères dans leur gestion par rapport au milieu industriel.

1.2. Gestion du flux pharmaceutique dans le système de soins

La logistique hospitalière en tant que pratique du pilotage du flux pharmaceutique est développée dans le cadre des politiques pharmaceutiques nationales propres à chaque pays. Ainsi, des pratiques de gestion disparates apparaissent. Toutefois, la fonction de pilotage du flux pharmaceutique à l'intérieur d'un établissement de santé est généralement réalisée par la pharmacie de l'hôpital. Celle-ci est chargée de gérer les produits en prenant des décisions relatives : au niveau du stock, à la fréquence des réapprovisionnements, et aux quantités commandées. Les décisions prises se rapportent aussi sur la gestion physique des stocks en matière d'emplacement, de conditionnement, de prise en compte des dates de péremption, et des activités d'inventaire (A. Nsamzinshuti, C. Van Elslande, et B. A. Ndiaye 2014).

Nous essayerons de recenser les pratiques logistiques à travers les études réalisées dans ce thème. Mais avant cela, il est intéressant de décrire le produit pharmaceutique, et de citer comment celui-ci est considéré dans le secteur de la santé.

1.2.1. Le produit pharmaceutique dans le secteur de la santé

Le produit pharmaceutique est un article qui est à la fois noble et délicat. Il occupe une place importante dans la consommation de la population. Il est aussi primordial dans l'activité de soins dans les établissements de santé. Il est noble, car il invoque la notion de guérison et de prévention, comme c'est le cas pour le médicament qui est défini comme « une substance

possédant des propriétés curatives ou préventives destinées à guérir, soulager ou prévenir les maladies » (Vandamme et al. 2010, 2). Le produit pharmaceutique est en même temps délicat, car il doit être utilisé avec précaution (substance vénéneuse et toxique), généralement sous prescription médicale, et doit être mis dans des conditions de conservation favorables pour éviter sa détérioration.

Mais le produit pharmaceutique ne se résume pas au médicament, même si ce dernier constitue la matière la plus importante dans le traitement d'un malade. D'autres types d'articles sont utilisés, d'ailleurs, le comité international de Pharmacie Sans Frontières considère les produits pharmaceutiques comme « l'ensemble des articles dont la gestion est sous la responsabilité d'un ou plusieurs pharmaciens. Ils comprennent, outre les médicaments, une diversité de produits destinés à l'amélioration de la santé, que ce soit en permettant l'administration d'un traitement, ou l'établissement d'un diagnostic, ou la préparation de médicaments eux-mêmes » (PSF-CI 2004, 11). Cette définition laisse penser qu'un produit est considéré comme pharmaceutique avec la seule condition qu'il soit proposé par un pharmacien. De manière générale, le pharmacien est présumé la seule personne autorisée à le fabriquer, à le délivrer (Rasmussen 2004), et à le gérer. L'organisation Pharmacie Sans Frontières (2004) établit également une classification des produits pharmaceutiques en plusieurs catégories :

- ◆ Les médicaments : ce sont les produits qui sont administrés par le personnel soignant dans les établissements hospitaliers. Ils sont destinés à (Vandamme et al. 2010) :
 - ▶ amenuiser ou à éradiquer une pathologie et ses symptômes,
 - ▶ prévenir certaines maladies,
 - ▶ améliorer le confort physiologique des patients, comme ceux utilisés avant d'effectuer des radios, ou ceux employés avec certains appareils médicaux ;

Le médicament tel que le vaccin, la solution injectable, le sirop, le désinfectant, etc., est généralement fabriqué par un industriel, mais il peut être aussi préparé dans une officine (préparation officinale), un hôpital (préparation hospitalière), ou une structure autorisée comme sous-traitante (préparation magistrale). En tout état de cause, la production d'un médicament doit être soumise à la responsabilité d'un pharmacien, qui lui incombe de contrôler le processus de fabrication (J.-M. Aiache et al. 2008). La fabrication d'un médicament est réalisée généralement par la combinaison deux types de matières en un seul produit fini. Ces deux types de matières sont distingués selon leur fonction par (J.-M. Aiache et al. 2008; Vandamme et al. 2010) :

- ▶ le principe actif : il constitue la quintessence même du médicament, car il est la substance active qui a les propriétés pharmacologiques et les effets thérapeutiques, conduisant à la guérison ou à la prévention des maladies ;
 - ▶ l'excipient : cette matière est un agent inactif et adjuvant, utilisée pour conserver, véhiculer, et faciliter l'administration du principe actif ;
- ◆ Le matériel consommable : il correspond aux produitsposables (Rossi-Turck et al. 2004), c'est-à-dire à ceux qui sont jetés après une seule utilisation tels que les gants, les masques, les pansements, les seringues, les aiguilles, etc. ;
- ◆ L'équipement médical : il regroupe les instruments et les matériels qui peuvent être utilisés plusieurs fois, tels que :
 - ▶ les instruments chirurgicaux : ciseau, bistouri, etc.,
 - ▶ les instruments de diagnostic : stéthoscope, thermomètre, etc.,
 - ▶ le matériel d'auscultation : urinoir, garrot, balance, etc.,
 - ▶ l'équipement d'anesthésie et de réanimation,
 - ▶ des équipements divers : boîte à instrument, boîte à aiguille, etc. ;
- ◆ Le matériel de laboratoire : cette catégorie rassemble aussi bien les produits que les équipements utilisés par un laboratoire d'analyse, ou un service de l'imagerie. On y trouve :

- ▶ comme produits : les réactifs, les tests diagnostics, les gels, les films de radiologie les filtres, les pissettes, les pots pour l'analyse, etc. ;
- ▶ comme équipements : le matériel de radiologie et de scanographe, la centrifugeuse, le compteur de cellules, le microscope, etc. ;
- ◆ Le matériel divers : il englobe tous les objets qui ne peuvent pas être attribués à l'une des catégories précédentes. Il comprend par exemple :
 - ▶ le matériel de la chaîne du froid comme les réfrigérateurs, les glacières, etc.,
 - ▶ les matières premières entrantes dans la fabrication pharmaceutique,
 - ▶ les consommables d'administration des produits,
 - ▶ le matériel d'hygiène,
 - ▶ le matériel de protection,
 - ▶ les fournitures administratives,
 - ▶ le matériel de formation.

La réglementation algérienne (Art. 169 loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé) distingue dans ce cadre quatre types de produits pharmaceutiques :

- 1) Le médicament : il est défini par l'article 170 de la loi n° 85-05 du 16 février 1985 comme « toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, tous produits pouvant être un diagnostic médical ou de restaurer, corriger, modifier leurs fonctions organiques ». La loi considère également comme médicament — sous réserve de certains critères — les objets suivants :
 - ◆ les produits d'hygiène et les produits cosmétiques,
 - ◆ les produits diététiques ou ceux destinés à l'alimentation animale ;
- 2) Les réactifs biologiques ;
- 3) Les produits galéniques ;
- 4) Les objets de pansement.

On remarquera qu'à l'exception du médicament le texte de loi ne donne pas assez de précision sur les produits réactifs, ce qu'il entend par galénique, et ce que signifie réellement les objets de pansement. Ajouté à cela, il est considéré de façon ambiguë comme produit pharmaceutique dans l'article 169 « tous autres produits nécessaires à la médecine humaine et vétérinaire ». Cet extrait n'étant pas assez restrictif, permet difficilement d'exclure certains produits. Toutefois, nous avons observé à travers les établissements publics de santé, dans lesquelles nous avons effectué notre étude, que les produits pharmaceutiques étaient organisés globalement selon les familles suivantes :

- 1) Les médicaments : parmi cette catégorie, une attention particulière est portée sur les psychotropes et les stupéfiants, qui sont des produits à haute surveillance ;
- 2) Les dispositifs médicaux et pansement : les dispositifs correspondent aux outils, équipements, matériels, ou tout autre article démuné d'effet thérapeutique et utilisé dans le cadre médical et des soins (J. M. Aiache et al. 2011). Cette catégorie se rapporte, en regard de la classification de Pharmacie Sans Frontières (2004), au matériel consommable, à l'équipement médical, au matériel divers et à l'équipement de laboratoire. Le pansement correspondrait au produit stérileposable (jetable) ;
- 3) Les produits de radiologie : ces produits sont destinés pour l'imagerie, tels que les films et les produits radio-pharmaceutiques (isotopes) ;
- 4) les réactifs biologiques : ce sont des substances chimiques utilisées dans le cadre d'analyse de laboratoire et de diagnostic *in vitro* ;
- 5) Les gaz médicaux : ce sont les gaz utilisés en médecine soit en tant que produits thérapeutiques désignés par « gaz médicaments » comme l'oxygène, soit en tant que dispositif médical, tel que le dioxyde de carbone (J. M. Aiache et al. 2011).

Ces catégories sont à la charge d'une structure centralisée désignée par pharmacie de l'hôpital, qui est responsable de les approvisionner et de les gérer. La gestion des produits pharmaceutiques doit tenir compte de quelques propriétés qui font l'objet d'informations indispensables pour assurer la traçabilité des articles :

- ◆ La Dénomination Commune Internationale (DCI) : il s'agit du nom universel du médicament établi par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé). C'est un identifiant qui doit être reconnaissable par toute personne dans le monde utilisant le médicament. Ce nom indique l'appellation des principes actifs présents dans le médicament (Pebret 2005), qui est différent de l'appellation chimique (J. M. Aiache et al. 2011) ;
- ◆ Le nom de marque : c'est un nom différent du DCI. Il est choisi par le fabricant afin de distinguer son produit dans le marché des autres produits concurrents. Ce nom est donc le nom commercial de l'article révélant en même temps la propriété du laboratoire (Vandamme et al. 2010) ;
- ◆ La forme pharmaceutique : cette indication permet de connaître l'aspect palpable du produit pharmaceutique. Elle correspond à la forme galénique pour le médicament. D'un point de vue technique (pharmaceutique) elle comprend à la fois sa conception, sa réalisation, sa conservation, son administration, et son fractionnement (Rasmussen 2004). Parmi les formes médicamenteuses qu'on peut rencontrer, il y a la forme solide, souple, semi-solide, liquide, et pressurisée (« La médication personnelle — Formes pharmaceutiques d'automédication, Galéniques produits, Galien » 2011). Notons que la forme galénique la plus utilisée dans les établissements publics de santé algériens est la forme liquide ;
- ◆ Le dosage : il représente la concentration du principe actif dans le médicament. La concentration est quantifiée soit par une unité thérapeutique qui renvoie à la puissance du principe actif (Vandamme et al. 2010), soit par l'unité d'emballage. Le dosage peut être également désigné par la catégorie d'âge du consommateur, telle que « nourrissons », « enfant », ou « adultes » (J.-M. Aiache et al. 2008) ;
- ◆ Le numéro du lot : est une donnée de traçabilité permettant de connaître la date, et le lieu de fabrication d'une quantité du même produit, à partir du même laboratoire. Cet identifiant permet aussi de retracer l'historique du lot en matière de fabrication, de contrôle, et des autorisations obtenues pour sa mise sur le marché ;
- ◆ Le nom du laboratoire : est le nom de l'entreprise qui a produit l'article, ou le nom du fabricant de manière générale ;
- ◆ La date de péremption : elle correspond à la date d'expiration du produit déclarée par le fabricant. Celle-ci est liée à la durée de stabilité du produit. Ainsi, il est exigé aux établissements publics de santé de maintenir le stock de médicaments avec des produits dotés d'une durée d'usage valide et restante supérieure à 180 jours.

Le ministère de la Santé rédige conformément à la loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé, une nomenclature nationale des produits pharmaceutiques autorisés à circuler dans le marché, et dans le secteur de la santé. Cette liste est mise à jour périodiquement, puis exploitée par les établissements publics de santé afin de préparer les achats annuels en fonction de leurs besoins.

1.2.2. Les pratiques de gestion du flux pharmaceutique

Le mode de fonctionnement de la logistique hospitalière est largement influencé par la politique nationale du pays dans lequel se situe le système de santé. Trois facteurs influencent le mécanisme des opérations de gestion : la structure du système de santé, la politique de distribution et de contrôle des produits pharmaceutiques, et le mode de couverture des frais médicaux. Sur ces trois éléments se constituent plusieurs pratiques de gestion du flux pharmaceutique, plus ou moins semblables. Néanmoins, on peut répertorier globalement deux grands modèles de gestion : le modèle francophone et le modèle anglo-saxon.

La logistique hospitalière a connu peu d'examen portant sur l'identification des pratiques de gestion. Il est déjà difficile de comparer les travaux qui ont vu le jour, car ils impliquent des paramètres dissemblables. Cela dit, nous avons dégagé de la revue de littérature deux études majeures qui traitent la question.

1.2.2.1. Les pratiques logistiques en termes d'optimisation locale

D'après un travail de recherche précurseur réalisé par Sampierie et Bongiovanni (2000), et qui avait pour but de lier les pratiques logistiques à leur niveau de maturité et à leur niveau de performance, des variables de distinction ont été proposées afin d'établir une classification des pratiques logistiques. Cette analyse intervenait à l'époque où la logistique hospitalière était encore au stade du balbutiement. En revanche, on avait pris conscience dans cette période qu'il était possible de regarder un établissement hospitalier comme un système de flux, sans pour autant pouvoir distinguer clairement les processus qui les géraient. Le travail des deux auteurs avait le mérite de délimiter les paramètres de conception de la logistique hospitalière avec lesquels on pouvait réaliser une base de comparaison. Suivant une approche exploratoire, les auteurs avaient identifié trois volets sur lesquels les pratiques logistiques étaient observables : le mode de régulation du flux, la répartition des tâches logistiques, la nature du processus de coordination. Ces trois paramètres s'appliquaient aussi bien sur le flux de patient que sur le flux physique, plus exactement, sur le flux pharmaceutique. Cependant, vu que notre travail de recherche était limité sur le deuxième type de flux, nous exposerons ici seulement les pratiques qui se rapportent à celui-ci.

1.2.2.1.1. Le mode de régulation du flux

La gestion optimale des flux au sein des structures de santé a connu des évolutions à travers le temps et les pays. Elle est passée progressivement d'une gestion en flux poussé vers une gestion en flux tiré, Elle reflétait, par la même occasion, une meilleure intégration des services impliqués dans le traitement des différents flux à l'intérieur d'un établissement de santé.

Dans le cadre d'un programme de recherche visant à améliorer la performance des systèmes de réapprovisionnement des produits pharmaceutiques dans des centres hospitaliers, des chercheurs avaient révélé plusieurs modes de réapprovisionnements (Landry, Blouin, et Beaulieu 2004) :

- ◆ Réquisitions : il s'agit d'un mécanisme avec lequel les unités de santé évaluaient leur besoin en produits pharmaceutiques en fonction du niveau du stock et de leur prévision de consommation pour une période. Par la suite, le personnel de l'unité constitue une commande (réquisition) qui sera transmise à une structure centrale — désignée par la pharmacie de l'hôpital — qui est chargée de traiter les commandes et de préparer les produits avant qu'ils ne soient récupérés par les unités de santé ;
- ◆ Échange de chariots : dans ce mode de réapprovisionnement, une permutation entre deux chariots, un qui est vide est l'autre rempli, est réalisée de façon cyclique entre la structure centrale et les unités de santé. Cet échange est réglé selon une durée suffisante qui permet de récupérer le chariot, de le reconstituer, et de l'acheminer aux unités de santé. Contrairement au mode précédent, c'est le personnel de la structure centrale qui est chargé de livrer les produits et de récupérer le chariot vide ;
- ◆ Par level : dans ce mode, un employé de la structure centrale effectue des visites régulières aux unités de santé et inventorie les stocks. À chaque visite, les besoins en produits sont calculés tout en s'assurant que le quota réservé à l'unité n'a pas été dépassé. Suite à cela, les produits sont livrés aux unités de santé par le personnel de la structure centrale ;
- ◆ Plein-vide : ce mode est aussi désigné par « double casier » ou « *two-bin* », car il réserve dans les unités de santé, et pour chaque produit pharmaceutique, deux compartiments remplis et consacrés à la consommation. Lorsqu'un casier est

complètement vide, l'étiquette portant la référence du produit est transmise à la structure centrale de l'hôpital dans des horaires convenus. Dès sa réception, la structure centrale prélève les produits, les livre, et les range dans le casier vide. Notons que ce système pourrait être implémenté dans un système d'information, qui communique les renseignements décrits de l'étiquette sous forme de code-barre. Par conséquent, les déplacements du personnel sont minimisés. Le couplage de ce mode de réapprovisionnement avec la technologie RFID avait renforcé ce mécanisme par la détection du mouvement de l'étiquette, et le déclenchement automatique d'une demande de remplacement du casier vide (Landry et Beaulieu 2010).

Nous pouvons remarquer à travers les trois derniers modes de réapprovisionnement que la structure centrale chargée de gérer les produits détient un contrôle permanent sur le stock qui se trouve dans les unités de santé, mais en contrepartie la charge de travail qui lui revient est supérieure à celui du premier mode. Ainsi, ces trois mécanismes requièrent un personnel relativement plus important dans la structure centrale pour effectuer les tâches logistiques.

Le mode de réapprovisionner « Réquisitions » constitue un mécanisme de gestion classique et s'apparente à une gestion en flux poussé. Ce système est accompagné par certaines règles de fonctionnement telles que (Rossi-Turck et al. 2004; Sampierie et Bongiovanni 2000) :

- ◆ La fixation d'une dotation : cela consiste à allouer aux unités de santé une quantité cumulée fixe de chaque référence de produit dans une période. Ainsi, si une unité de santé a consommé cette quantité à un moment donné, elle ne pourra plus faire de commandes sur le produit concerné ;
- ◆ Les quantités réapprovisionnées sont des quantités variables : dans chaque commande les quantités demandées doivent être suffisantes pour reconstituer le stock, et couvrir la période suivante ;
- ◆ Un réapprovisionnement à date fixe : les commandes sont déclenchées selon un système calendaire avec une période fixe, dans des dates précises.

Il est aussi facile de constater que le dernier mode de réapprovisionnement est une adaptation du système Kanban. Il s'avère que ce mode était l'un des meilleurs, car il fonctionne sur la logique du flux tiré. En effet, les analyses de comparaison faite par Landry, Blouin, et Beaulieu (2004) sur les quatre modes de réapprovisionnement ont révélé que le mode « Réquisitions » était le moins performant par rapport aux autres, il s'ensuit le mode « Par level », puis le mode « plein vide ». Le mode « Échange de chariots » était donc le plus efficace. Cette comparaison avait pris comme principe de privilégier le mode qui perturbait le moins le travail principal du personnel des unités de santé (les soins de santé). Il est à noter que les tâches logistiques consomment environ 10 % du temps de travail du personnel soignant (Sampieri-Teissier 2004). Toutefois, en ajoutant un troisième critère à la comparaison, qui est celui de minimiser le niveau du stock, le mode « plein vide » se présentait comme la meilleure solution. En outre, ce dernier mode a été retenu pour s'intégrer dans une approche Lean appliquée dans le secteur de la santé. La démarche visait en ce sens à éliminer certains phénomènes observés et considérés comme des gaspillages tels que : le surstockage dans les unités de soins, la consommation du temps dans la recherche des articles, la péremption des produits, et le déplacement inutile du personnel (Landry et Beaulieu 2010).

Le *Lean healthcare* constitue donc une autre pratique qui a été introduite pour la première fois dans les années 80 dans les hôpitaux danois et néerlandais, et qui s'est propagée par la suite à travers le monde. Elle a été déployée dans les hôpitaux canadiens en intégrant le système Kanban, les 5S, et le « J idoka » (Landry et Beaulieu 2010). L'adaptation de la philosophie *Lean* dans le milieu hospitalier révèle le fait que les méthodes recouru dans le secteur industriel pouvaient être transférées dans le secteur de la santé et être appliquées sans grande difficulté. Néanmoins, ce modèle exige une certaine intégration des sous-systèmes logistiques, donc une collaboration accrue entre les différents services d'un établissement de santé.

À l'antipode de ce modèle, certains chercheurs ont développé des méthodes en flux poussé dans le milieu hospitalier. C'est le cas de Rossi-Turck et al. (2004) qui ont instauré précisément la méthode MRP2 dans un bloc chirurgical d'un centre hospitalier en Belgique. L'adaptation de la méthode MRP avait principalement apporté :

- ◆ un abaissement de la charge de travail des ressources humaines,
- ◆ des gains en matière de temps de réalisation des activités logistiques par le personnel soignant,
- ◆ la réduction du niveau de plusieurs stocks,
- ◆ la réduction des déchets.

La première adaptation de la méthode MRP dans l'hôpital revient en réalité à Roth et Dierdonck (1995), après que Showalter (1987) avait porté une réflexion sur son applicabilité (Martinelly et al. 2011). Roth et Dierdonck (1995) avaient proposé un modèle bien élaboré désigné par HRP (*Hospital Resources Planning*), qui s'appuie sur le concept de *Diagnostic Related Groups* (DRG) qu'ils avaient eux-mêmes développé. Ce dernier représente un ensemble de produits associés à une demande homogène de soins. Le DRG est considéré comme un produit fini accompagné d'un BOR (*Bill of resources*) qui correspond à la nomenclature décrivant les produits liés (médicaments, consommables, repas, etc.), et les ressources nécessaires (infirmiers, lit, analyses de laboratoire, thérapies, etc.). Les DRG se distinguent en fonction de la pathologie traitée, et du niveau où se trouve le patient dans le processus de soins. Les produits et les ressources sont estimés en fonction de la durée de séjour du patient dans ce niveau. Par exemple, un DRG dans un certain niveau du processus de soins d'une maladie précise, le patient consommera : 3 médicaments, 2 consommables, 1 repas, un lit pendant 24 h, et 1 infirmier pour une durée de 4 h (van Merode, Groothuis, et Hasman 2004).

À côté de ces grands modèles, d'autres pratiques particulières ont vu le jour. Elles ont été élaborées pour s'adapter au contexte de certains hôpitaux. Parmi elles, on cite :

- ◆ Celle de CHRU de Tours en France. On a bâti dans cet établissement une structure centralisée rassemblant tous les types de flux de l'hôpital dans un seul emplacement désigné par « logipôle » (Sampieri-Teissier 2004) ;
- ◆ L'application du modèle du Juste-à-temps pour la régulation du flux en utilisant des armoires informatisées permettant d'effectuer la dispensation automatique. L'idée consistait à aménager ces armoires automatiques dans l'espace du service de soin. Ces armoires ont été connectées aux systèmes informatiques de la pharmacie de l'hôpital. Elles délivraient au personnel soignant les produits de façon sécurisée par un mot de passe. Suivant un inventaire automatique, les armoires généraient systématiquement une commande à la pharmacie principale de l'hôpital pour reconstituer le stock, lorsque ce dernier avait atteint le point de commande. Ce système avait apporté en plus (Martinelly et al. 2011) :
 - ▶ une meilleure traçabilité, car toutes les données du patient étaient introduites dans l'armoire avant la livraison,
 - ▶ l'amélioration de la qualité par la diminution des erreurs de dispensation,
 - ▶ une meilleure facturation par la réduction des oublis et des erreurs de transcription.

1.2.2.1.2. La répartition des tâches logistiques

L'organisation des opérations et des processus logistiques à l'intérieur d'un établissement de santé peut prendre deux formes (Sampieri et Bongiovanni 2000) :

- 1) Une forme fragmentée : dans laquelle les tâches logistiques sont dispersées à travers les structures de l'établissement. Chaque structure prend en charge ses propres activités logistiques et effectue selon ses besoins les opérations nécessaires. Dans cette forme d'organisation, les unités de santé sont responsables d'évaluer leurs besoins en produits, de déclencher les commandes, parfois de récupérer les produits, et de les

ranger, alors que la structure centrale (pharmacie de l'hôpital) ne s'occupe que des opérations en amont ;

- 2) Une forme intégrée : dans cette organisation toutes les activités logistiques sont centralisées au niveau d'une, ou de quelques structures dédiées à les prendre en charge. Selon cette organisation, le personnel des unités de soins ne s'occupe que des activités de soins de santé. Les activités de soutien reviennent aux structures logistiques préposées à les effectuer selon leurs spécialités.

À l'instar des bonnes pratiques de fabrication des produits pharmaceutiques constituées par la communauté européenne, et ce, à l'initiative de l'OMS (Ministère français de l'emploi et de la solidarité 2001), certains pays ont commencé à définir les bonnes pratiques de pharmacie hospitalière. C'est le cas par exemple de la France, qui en 2001 a publié sa première édition de standards sur les pratiques pharmaceutiques en milieu hospitalier. Nous n'allons pas dévoiler ces normes, car nous avons remarqué que celles-ci étaient développées uniquement par des professionnels émanant de différentes corporations, sans la participation d'académiciens spécialisés dans la logistique. Ainsi les standards qui ont été mis au point ne sont pas le fruit de la recherche, mais uniquement des pratiques basées sur l'expérience propre des intervenants.

1.2.2.1.3. La nature du processus de coordination

La coordination entre les structures d'un établissement de santé dépend du mode de régulation du flux, et du mode d'organisation des tâches logistiques. Comme nous l'avons vu précédemment, l'implantation d'un système de gestion en flux tiré demande une bonne collaboration afin que le système logistique soit intégré. Dans la gestion en flux poussé, l'intégration est assurée par une bonne planification. Dans ces cas de figure la coordination requiert une plateforme technologique évoluée : système d'information intégré et informatisé, et moyens de communication sophistiqués. Ces coordinations sont qualifiées de délibérées par Sampierie et Bongiovanni (2000). Cette épithète désigne le fait qu'elles sont évoluées par rapport à l'autre type de coordinations qualifiées d'émergentes selon les mêmes auteurs. Ce dernier type évoque une coordination primitive : programmation approximative, système d'information non partagé, moyens de communication basés sur le support papier. Par ailleurs, un autre type de coordination fondé sur la contractualisation des relations entre le corps soignant et le personnel logistique a été observé dans le CHRU de Tours (France), et ce, en mettant en place une organisation basée sur un pôle logistique (Sampieri-Teissier 2004).

1.2.2.2. Les pratiques logistiques en termes d'optimisation globale

L'optimisation globale de la chaîne logistique dans le secteur de la santé essaye de reprendre les mêmes pratiques appliquées dans les autres secteurs, et les mêmes préceptes fondamentaux évoqués dans le chapitre théorique dédié (cf. chap. 1), soit l'implémentation d'une intégration des différents acteurs de la chaîne logistique par le biais de la sous-traitance, le partenariat, ou la collaboration. Dans ce cadre, les TIC ont joué un grand rôle dans la mise en place des stratégies d'intégration. D'après De Vries et Huijsman (2011, 161), l'intégration de la chaîne logistique en santé pourrait prendre plusieurs aspects

- ◆ « Intégration et coordination des processus.
- ◆ Intégration et coordination du flux d'information.
- ◆ Intégration et coordination du processus de planification.
- ◆ Intégration des processus inter et intra-organisationnels.
- ◆ Intégration de l'approche marché.
- ◆ Intégration du développement du marché. »

La première expérience relative à une démarche d'intégration a été relevée dans les années 90, aux États-Unis, après qu'un comité composé de plusieurs intervenants de la chaîne logistique du secteur de la santé (fabricants, distributeurs, établissements de santé) s'est constitué.

Ce consortium a développé en 1996 un modèle inspiré de l'ECR, désigné par EHCR (*Efficient Healthcare Consumer Response*). Le partenariat visait à apporter une réponse rapide au consommateur des soins de santé en s'appuyant sur trois dispositifs (Roy, Landry, et Beaulieu 2006) :

- 1) Le transfert rapide des commandes ;
- 2) Le partage de l'information ;
- 3) La gestion rationnelle des produits.

Une autre forme d'intégration qui repose sur une coopération basée sur le long terme est la sous-traitance. C'est une pratique recouru par certains établissements hospitaliers (Sampieri-Teissier 2004). La sous-traitance logistique par un hôpital signifie externaliser certaines activités de soutien, et exploiter les compétences d'un prestataire externe dans le domaine de la blanchisserie, la restauration, ou de l'approvisionnement en produits pharmaceutiques. L'externalisation des tâches logistiques est une démarche cherchant en premier lieu à améliorer la qualité de service offerte au patient, et en deuxième lieu réduire les coûts opérationnels. Donc, elle relève d'une décision stratégique motivée par les enjeux économiques et les contraintes budgétaires. La fonction logistique à l'intérieur de l'établissement ne disparaît pas pour autant suite l'externalisation ; son activité se verra profondément bouleversée, car sa mission sera transformée d'une vocation opérationnelle vers un rôle de contrôle. Quoi qu'il en soit, la réussite d'une démarche de sous-traitance pourrait être favorisée en suivant les recommandations suivantes (Benanteur 2004) :

- ◆ Confier à la sous-traitance uniquement ce qui est possible de contrôler, et seulement les opérations dont l'établissement a une connaissance suffisante sur elles ;
- ◆ Établir un cahier de charge dans lequel les besoins sont bien définis, et les prestations demandées sont bien précisées avec le niveau de qualité attendu ;
- ◆ Effectuer une analyse des coûts et comparer entre les coûts internes précédant l'externalisation et les coûts la succédant, ainsi que les autres coûts provoqués par cette externalisation ;
- ◆ Préparer le personnel à la réorganisation en intensifiant la communication, en accompagnant la mutation par la formation, et en recourant à la négociation, afin d'éviter ou de réduire l'intensité des résistances au changement.

La mise en réseaux des établissements de santé pour les tâches de réapprovisionnement est aussi une pratique initiée par certains pays. Celle-ci est fondamentalement basée sur l'implémentation d'un système d'information partagé et performant permettant les hôpitaux de se réapprovisionner, non seulement d'un magasin central, mais aussi directement des distributeurs ou des fabricants. L'introduction des étiquettes à code-barre a joué également un rôle important à la mise en œuvre de ce dispositif. La réussite observée d'une telle démarche s'est fondée sur (Beaulieu et Patenaude 2004) :

- ◆ La formation du personnel au nouveau système d'information, et le passage graduel vers celui-ci ;
- ◆ La préservation des spécificités du fonctionnement interne de chaque établissement. Chaque hôpital pouvait garder son mode de réapprovisionnement, le seul changement introduit concernait le partage d'une base de données, et l'introduction des étiquettes à codes-barres.

En Australie, une démarche de mise en réseau basée sur le *e-business* a été initiée dans le secteur de la santé pour gérer les produits pharmaceutiques. L'implémentation du *e-procurement* entre plusieurs intervenants s'est reposée sur la collaboration, la confiance, et sur le comportement positif à l'égard du projet (De Vries et Huijsman 2011).

1.3. L'apport des technologies de l'information en santé

Les technologies de l'information en santé ont bénéficié des progrès enregistrés dans le domaine des TIC en général, et ont ouvert la porte au développement de certaines spécialités médicales, telles que la neurochirurgie et la radiothérapie (Haux et al. 2013). Pour la logistique hospitalière, Sampieri-Teissier (2004) considère que les TIC sont un facteur important participant au développement de la discipline.

Le système d'information hospitalier (SIH) constitue l'élément central des technologies de l'information en santé. Il a été développé pour répondre au besoin d'exploiter les mêmes données par plusieurs corps professionnels de santé (médecins, infirmiers, pharmaciens, administration) (Haux et al. 2013). Les informations qui sont multidisciplinaires, variées, avec des sources dépassant parfois les frontières d'un seul hôpital, sont intégrées dans le dossier médical électronique du patient, et ce, à la suite de la généralisation de l'outil informatique. Lorsque ces informations sont partagées avec des institutions externes telles que les laboratoires, les autres établissements de santé, et les compagnies d'assurance, elles constituent le système d'information de santé (SIS). Le SIS est donc un dispositif trans-institutionnel qui comprend plusieurs SIH (Haux 2006; Haux et al. 2013).

Les technologies de l'information en santé ne se résument pas au SIH, à côté de lui il y a également le *Computerized Physicians Order Entry* (CPOE) : l'entrée informatisée de la commande des médecins. Ce système peut être intégré comme un module, ou connecté au SIH.

1.3.1. Le système d'information hospitalier

Les débuts des SIH remontent aux années 80, aux États-Unis (Smolij et Dun 2006). Des systèmes d'information adaptés au secteur de la santé ont commencé à être développés pour répondre initialement aux besoins des médecins et de l'administration. Par la suite, ils ont été élargis pour favoriser leur utilisation par les infirmiers, puis par les patients (Haux 2006).

Le but ultime d'un SIH est celui d'offrir un soutien aux activités de production de soins de santé, et de fournir au patient une prise en charge efficace et de qualité (Reichertz 2006). Pour Fabbe-Costes et Romeyer (2004) la principale fonction d'un SIH est d'assurer la traçabilité de tous les flux — physiques ou de patient — et des activités qui les traitent. Ils le définissent conceptuellement comme un système global composé de modules reliés et adaptés aux fonctions de l'hôpital. Il est donc composé selon ces auteurs du sous-système assistant les soins (protocole de prise en charge, aide à la décision, pilotage par tableau de bord, dossier du patient, échange de données), du sous-système consacré aux plateaux techniques, et du sous-système dédié à l'administration. Ball (1981) a introduit dès le début de l'apparition des SIH aux États-Unis une certaine distinction. Selon lui il y a :

- 1) Les systèmes médicaux autonomes : qui sont spécialement conçus pour les besoins d'un seul service de l'hôpital. Ces systèmes représentent en réalité la forme primitive des SIH dans l'histoire de leur évolution (Haux 2006; Reichertz 2006) ;
- 2) Les SIH conçus pour l'administration de l'hôpital : ces systèmes couvrent plusieurs départements spécialisés de l'établissement de santé, et permettent un échange entre eux par un réseau de communication ;
- 3) Les SIH orientés vers le dossier médical du patient : ce sont des systèmes qui ont certaines propriétés semblables aux précédents. La principale différence réside dans le fait que ces SIH sont construits sur la base de la gestion de l'information de santé du patient, alors que les précédents sont bâtis sur des considérations purement administratives.

L'un des points clés provoquant l'amélioration de la qualité des soins revient à procéder à l'intégration des informations provenant de plusieurs parties de l'hôpital (Reichertz 2006).

Par conséquent, durant les années 2000 le concept du dossier de santé personnel (DSP) est apparu comme un moyen voué à réaliser ce progrès. Il constituait une mesure avec laquelle on poursuivait l'ambition d'améliorer la qualité de prise en charge du patient, en rassemblant des informations variées et issues de plusieurs sources internes et externes. L'intégration des informations dans un seul support était, de surcroît, supposée pouvant améliorer la prise de décision médicale et réduire les coûts (Smolij et Dun 2006). Cependant, ce concept a continué à évoluer durant cette époque tout en souffrant de l'absence d'une définition commune. L'inexistence d'un standard, pour formaliser son contenu et sa forme électronique, s'est suivie d'une prolifération de logiciels proposant des modèles distincts du DSP (Smolij et Dun 2006).

Smolij et Dun (2006) ont pratiqué un tri sur les terminologies utilisées pour représenter le DSP, et sur les types de SIH en relation avec la gestion de l'information de santé. Ils sont parvenus à distinguer trois modèles :

- 1) Le modèle du dossier de santé électronique : il s'appuie sur l'ouverture d'un dossier numérisé contrôlé par le logiciel, pour le compte du patient. Ce dossier contient des informations cliniques structurées, et un identifiant unique qui permet de retracer l'historique du malade dans n'importe quel établissement, et quel que soit le SIH utilisé. Cependant, le modèle n'a pas pu se propager, du moment où il présentait une faible interopérabilité. Il a apporté toutefois l'avantage de fournir des informations cliniques pertinentes et accessibles de l'extérieur. Ce modèle regroupe plusieurs types de SIH :
 - ▶ *Electronic Health Records (EHR)* : le dossier électronique de santé est un système en temps réel qui fournit des informations centrées sur le patient, pour le besoin des praticiens. Celui-ci permet, entre autres :
 - ▶▶ d'apporter une aide à la décision médicale,
 - ▶▶ de communiquer le dossier médical selon le processus de soin à d'autres praticiens,
 - ▶▶ d'intégrer d'autres types de documents extra-médicaux comme la facture, les rapports, et les supports de management de la qualité ;
 - ▶ *Computer-based Patient Records (CPR)* : le dossier informatisé du patient est un SIH qui rassemble toutes les informations médicales d'un malade, tout en lui permettant d'accéder à ces informations. Ce système permet de surcroît :
 - ▶▶ d'apporter un support pour la prise de décision clinique,
 - ▶▶ de se connecter à la base de connaissances médicale,
 - ▶▶ de lancer des rappels de tâche ;
 - ▶ *Electronic Medical Records (EMR)* : le dossier électronique médical est un gestionnaire informatisé qui autorise l'accès aux informations médicales aussi bien pour le service du personnel de la santé qu'aux patients et autres institutions, comme les compagnies d'assurance. En somme, il permet :
 - ▶▶ d'établir des programmes,
 - ▶▶ de réaliser une consultation du dossier médical par les plateaux techniques,
 - ▶▶ d'envoyer le dossier médical à des tiers,
 - ▶▶ de contrôler automatiquement les risques d'allergie et d'interaction des médicaments prescrits,
 - ▶ *Electronic Patient Records (EPR)* : le dossier électronique du patient décrit dans un fichier informatisé tous les soins prodigués au patient par les établissements de santé ;
- 2) Le modèle du dossier de santé personnel¹ : ce modèle laisse la liberté au patient de gérer et de mettre à jour les informations médicales qui le concernent. Ainsi, il lui est proposé plusieurs services dont il aura la possibilité d'activer en fonction de ses besoins. Globalement, les SIH de ce modèle devraient théoriquement proposer les

¹Les Anglo-saxons parlent de *Personal Health Record (PHR)*.

fonctionnalités suivantes :

- ▶ un contrôle par le patient,
- ▶ des renseignements sur l'état de santé du patient pour la vie,
- ▶ des renseignements à propos des prestataires de santé,
- ▶ l'accessibilité aux informations à partir de n'importe quel endroit, et à n'importe quel moment, de façon privée et sécurisée,
- ▶ possibilité de retracer et d'éditer les informations,
- ▶ l'interopérabilité entre plusieurs types de SIH à l'aide du format de fichier employé ;

Ce modèle présente l'avantage de pouvoir inclure les informations médicales provenant de plusieurs établissements de santé, mais en contrepartie, il a l'inconvénient d'autoriser le patient de le faire à sa guise, ce qui remet en cause la fiabilité des informations contenues dans le dossier ;

- 3) Le modèle du dossier de continuité des soins : ce modèle est développé par l'*American Society for Testing and Materials* (AstM). Il propose une standardisation du contenu du dossier du patient en renfermant seulement quelques informations importantes. AstM possède une plateforme qui autorise tout établissement, ou toute personne approuvée de consulter le dossier du patient. Le format électronique du dossier constitué en XML a l'avantage de faciliter l'interopérabilité entre plusieurs types de SIH. Ce format est lisible par un automate, et dès lors il permet de visualiser le contenu du dossier avec d'autres formats de fichier tels que le HTML et le PDF. Cependant, le support proposé n'est pas un document clinique complet, mais plutôt un récapitulatif des informations médicales pertinentes et venant de plusieurs SIH.

Quoi qu'il en soit, les types de SIH admettent tous la constitution d'un dossier électronique de santé pour le patient. La profusion technologique a mis à mal la propagation du SIH à travers les établissements hospitaliers. Elle a conduit le patient à détenir plusieurs dossiers de santé électroniques, en raison de l'absence d'un consensus sur le contenu, l'aspect et le format. Néanmoins, AstM a réglé ce problème en partie.

Les SIH ont donné en outre d'autres possibilités au management des établissements de santé (Smolij et Dun 2006), elles ont permis (Bhattacharjee et Hikmet 2007) :

- ◆ de réduire les erreurs médicales et l'administration des médicaments,
- ◆ d'obtenir un gain de temps en matière de communication des informations cliniques,
- ◆ de signaler des effets indésirables des médicaments,
- ◆ de vérifier les prescriptions médicales, et d'alerter sur les interactions et les éventuelles allergies,
- ◆ d'éviter des redondances inutiles d'examen et de prescriptions,
- ◆ de proposer le traitement ou les examens les plus adaptés.

Les SIH ont connu malgré leurs avantages plusieurs cas d'échec. Lapointe et Rivard (2005) qui ont étudié la déconfiture d'un même EMR dans deux CHU, ont constaté une résistance émanant des médecins à l'égard des technologies de l'information. Ce corps médical avait en réalité peur qu'une partie de son pouvoir soit transférée vers les infirmiers, et aussi de l'extirpation de certains de ses privilèges, qui aurait fait suite à la réorganisation induite par la mise en place du SIH.

1.3.2. L'entrée informatisée de la commande des médecins

Le *Computerized Physicians Order Entry* (CPOE) est un système informatique permettant de transmettre, sous forme électronique au personnel soignant et aux services de l'établissement (pharmacie, laboratoire, radiologie), les instructions ou les commandes des praticiens (Kuperman et Gibson 2003). Ce système automatisant les prescriptions a été conçu principalement pour réduire les erreurs de médication, et ce, après avoir remarqué qu'elles

provoquaient le décès d'un nombre monstrueux de patients aux États-Unis (Kaushal, Shojania, et Bates 2003) : près de 7000 morts par ans (Ying 2003). Cela est dû selon Ying (2003) non pas à l'incompétence du personnel, mais aux déficiences existant dans le processus de travail.

CPOE est supposé permettre la réduction des délais de la dispensation, les erreurs de saisie et de transcription des commandes, les erreurs de prescription, les ordonnances en double, et les erreurs sur la dose des médicaments (Kaushal, Shojania, et Bates 2003; Kuperman et Gibson 2003). D'autres fonctionnalités du CPOE sont censées faciliter l'exécution de certaines activités, comme l'administration des médicaments par niveaux en employant des rappels (Kuperman et Gibson 2003), l'exécution des inventaires, et la publication automatisée des consommations et des frais (« Computerized Physician Order Entry » 2016).

Au-delà de ces avantages, CPOE favorise la standardisation des pratiques : il apporte une aide à la prise de décision (suggestion des doses, guide pour la prescription, vérification des interactions, conseil sur la prescription des antibiotiques) ; il facilite la communication entre les services, simplifie le transfert des patients, rassemble des données pour le contrôle et l'amélioration de la qualité (Kuperman et Gibson 2003), et améliore le comportement de prescription (Kaushal, Shojania, et Bates 2003).

Par ailleurs, les bénéfices du CPOE ont été identifiés empiriquement d'après plusieurs recherches, et ont été triés selon deux aspects : l'usage excessif et le mauvais usage (Kuperman et Gibson 2003). Ces deux aspects constituent à vrai dire un levier pour améliorer la qualité de prise en charge du patient (Stablein et al. 2003) :

- ◆ L'usage excessif : la réduction de l'usage excessif par le CPOE a amélioré, d'après les études, la qualité de service :
 - ▶ en augmentant la conformité des pratiques aux guides,
 - ▶ en réduisant la prescription de certains médicaments,
 - ▶ en diminuant les examens radiologiques ;
- ◆ Le mauvais usage : ce phénomène a des conséquences graves sur la santé du patient lorsqu'il se produit. Il est associé à la médication incorrecte et à la mauvaise prise en compte des effets indésirables des médicaments prescrits. Dans ce cadre, les études ont montré que le CPOE participait non seulement à réduire les erreurs liées à la sélection des bons médicaments, au dosage, et aux allergies (Kaushal, Shojania, et Bates 2003), mais aussi à la réduction des coûts (Kuperman et Gibson 2003; Ying 2003). De plus, CPOE permettait d'abaisser l'utilisation des antibiotiques (Kaushal, Shojania, et Bates 2003).

D'autres effets du CPOE ont été constatés à travers la revue des recherches empiriques réalisées par Kuperman et Gibson (2003) et Kaushal, Shojania, et Bates (2003), ils se résument par :

- ◆ La réduction de la durée de séjour du patient ;
- ◆ La diminution des coûts ;
- ◆ La réduction des erreurs de prescription non détectables ;
- ◆ La réduction de la fréquence inadaptée de prescription de certains médicaments ;
- ◆ La réduction du coût de radiologie et de laboratoire (Kaushal, Shojania, et Bates 2003) en éliminant les duplications (Ying 2003) ;
- ◆ L'amélioration de la facturation.

CPOE connaît tout de même certaines limites. D'une part, il ne permet pas la réduction des erreurs autres que celles qui sont connues d'avance, ainsi il ne découvre pas par lui-même de nouvelles anomalies. D'autre part, les guides d'aide à la décision ne peuvent pas s'adapter à toutes les situations induites par les médecins dans leur processus de travail. Enfin, le CPOE provoque un temps de passation des commandes relativement supérieur à un dispositif traditionnel basé sur le support papier : environ 9 % de plus (Kuperman et Gibson 2003).

Le système CPOE connaît à l'instar du SIH des difficultés à se propager (Kaushal, Shojan, et Bates 2003; Stablein et al. 2003; Ying 2003) et à être utilisé dans les établissements hospitaliers. Bhattacharjee et Hikmet (2007) rapportent que les cliniciens développent une résistance dès le moment où ils perçoivent le CPOE comme une menace conduisant à perdre le contrôle sur leur procédure de travail, particulièrement, dans leur manière de générer les différentes commandes et instructions.

Suite à l'observation du phénomène de résistance aux changements, il est recommandé avant d'instaurer un CPOE de prendre les dispositions nécessaires pour préparer le projet d'implémentation. Parmi les mesures qui devraient être prises (Stablein et al. 2003) :

- ◆ Clarifier les raisons pour lesquelles le CPOE doit être implémenté ;
- ◆ Publiciser et sensibiliser les acteurs concernés ;
- ◆ Citer l'expérience des autres établissements qui ont connu une réussite dans son implémentation ;
- ◆ Développer un consensus sur la vision clinique de l'établissement ;
- ◆ Préparer un plan engageant le personnel concerné ;
- ◆ Définir la structure, les rôles et les responsabilités ;
- ◆ Développer un plan de communication et un plan de mesure de la performance du système ;
- ◆ Créer et formaliser des incitations pour les médecins ;
- ◆ Standardiser la documentation des pratiques cliniques ;
- ◆ Standardiser le processus de commande ;
- ◆ Instaurer des procédures ou des politiques pour soutenir les nouveaux processus de commande ;

In fine, il est très difficile de concevoir le progrès dans la logistique hospitalière et dans les établissements de santé sans implémenter des TIC semblables à celui du CPOE. Elles représentent un passage obligé à toute modernisation du domaine, comme l'avait bien montré historiquement le secteur industriel.

1.4. Les processus de gestion du flux pharmaceutique dans la logistique hospitalière

Vu l'évolution du domaine de la gestion de la chaîne logistique, il n'est pas possible de décrire la logistique hospitalière sans parler de ses processus. L'émergence de cette dernière impose de bien définir ses activités et opérations, et pourquoi pas de les standardiser. En effet, la standardisation constitue non seulement un facteur d'efficacité, mais aussi une source d'économie, et un outil de contrôle et de mesure de la maturité de l'organisation. Cela étant, la littérature réservée à la logistique hospitalière regorge de propositions portant sur la définition des processus, sans que l'une d'entre elles ne parvienne à s'imposer comme un référentiel. Pour cette raison nous avons exposé dans cette section l'hétérogénéité des suggestions issues de la littérature, puis nous avons révélé le développement de notre propre proposition présentée sous forme de cadre de processus consacré à la gestion du flux pharmaceutique.

1.4.1. Revue de littérature sur les cadres théoriques des processus de la logistique hospitalière

Plusieurs auteurs se sont efforcés de définir les processus logistiques en rapport à la gestion du produit pharmaceutique dans les établissements hospitaliers. Les différentes tentatives ont fourni un amas de propositions qui sont dans l'ensemble assez disparates. Nous avons rassemblé dans la table 3.1 (cf. p. suiv.) les cadres théoriques résultant de la revue de littérature. Ce tableau révèle les activités ou processus proposés, ainsi que leur position, dans le cas où le cadre en question serait structuré en plusieurs niveaux.

Dans l'ensemble, il existe des cadres qui sont issus d'une réflexion théorique sur l'essence de la logistique hospitalière, et débouchent sur la conceptualisation des processus. C'est le cas par exemple de l'adaptation du modèle de Porter et du modèle SCOR dans le milieu hospitalier. D'autre part, il y a des travaux empiriques étudiant une problématique particulière, et développent suivant une étape de leur démarche une définition pour les activités logistiques. C'est le cas par exemple des études utilisant la modélisation et la cartographie des processus.

Table 3.1. Les processus logistiques dans le milieu hospitalier

Cadre/Conceptualisation	Activités/Processus	Niveau	Source
Conceptualisation de Hassan (2006)	Maillon amont : Fournisseur → Pharmacie de l'hôpital	1	(Hassan 2006)
	Maillon central : Pharmacie de l'hôpital → Services de soins	1	
	Maillon aval : Services de soins → Patients	1	
Conceptualisation de Nsamzinshuti, Van Elslande, et Ndiaye (2014)	L'administration du médicament	1	(Nsamzinshuti, Van Elslande, et Ndiaye 2014)
	La distribution	1	
	La prescription	1	
Conceptualisation d'Antarès (2004)	Analyse de prescription	1	(Antarès 2004)
	Assurance qualité	1	
	Commandes	1	
	Délivrance	1	
	Formation	1	
	Planification	1	
	Rangement	1	
	Réception	1	
	Secrétariat	1	
	Traitement des factures	1	
Cartographie de Curatolo et al. (2013)	Macro-Processus opérationnels	0	(Curatolo et al. 2013)
	Préparer/Délivrer/Dispenser	1	
	Recevoir et analyser la demande	2	
	Par liste de dotation	3	
	Par bon d'urgence	3	
	Par prescription (nominative)	3	
	Préparer/Réaliser la demande	2	
	Laver (stériliser)	3	
	Conditionner (sté, Préparatoire)	3	
	Stériliser (sté. Chimio)	3	
	Préparer (Chimio, Préparatoire, Radio, Pharmacie, Articles pharmaceutiques et d'autres articles achetés)	3	
	Délivrer/Dispenser les articles pharmaceutiques et d'autres	2	
	Pour laboratoires	3	
	Pour services de l'hôpital	3	
	Pour VP	3	
	Valider la dispensation pour la facturation et gérer des retours, erreurs	2	
	Pour laboratoires	3	
	Pour services de l'hôpital	3	
	Pour VP	3	
	Accompagner le patient dans une thérapie	2	
	Approvisionner/stocker	1	
	Quantifier, commander les articles pharmaceutiques et d'autres	2	
	Commande au Marché APHP	3	
	Commande hors Marché APHP	3	
	Coursier urgence	3	
	Réceptionner	2	
	Commandes	3	
	Échantillons	3	
	Valider la commande et entrer le stock informatique	2	
	Pour les commandes	3	
	Stocker les articles pharmaceutiques et d'autres	2	
	Médicaments/DM/DMS	3	
	Stupéfiants	3	
	Essais cliniques	3	
	Autres articles	3	
	Enseigner/former/chercher	1	
Définir et répondre aux besoins pharmaceutiques	2		
Pour la formation et la recherche médicale	3		
Pour la formation et la recherche non-médicale	3		

Cadre/Conceptualisation	Activités/Processus	Niveau	Source
	Réaliser/Enseigner/Former	2	
	Encadrer la formation et réaliser la recherche médicale	3	
	Encadrer la formation et réaliser la recherche non-médicale	3	
	Propager et valoriser les activités de la pharmacie	2	
	En interne (ABC & pharmacie)	3	
	En externe	3	
	Macro-Processus de pilotage	0	
	Définir et déployer la politique & stratégie	1	
	Participer aux commissions diverses	2	
	Piloter des projets	2	
	Projets non-déterminés	3	
	Projets en cours	3	
	Projets terminés	3	
	Suivre une veille réglementaire, scientifique et normative, vigilance	2	
	Pour macro-processus PDD	3	
	Pour macro-processus AS	3	
	Pour macro-processus EFC	3	
	Pour macro-processus support	3	
	Pour macro-processus de pilotage	3	
	Mesurer, analyser & améliorer	1	
	Réaliser des revues de processus	2	
	Régulières	3	
	Annuelles	3	
	Définir et suivre des indicateurs de performance	2	
	Pour macro-processus PDD	3	
	Pour macro-processus EFC	3	
	Pour macro-processus AS	3	
	Pour macro-processus support	3	
	Pour macro-processus de pilotage	3	
	Communiquer aux parties prenantes	1	
	Pour macro-processus PDD	2	
	Pour macro-processus EFC	2	
	Pour macro-processus AS	2	
	Pour macro-processus support	2	
	Pour macro-processus de pilotage	2	
	Macro-Processus support	0	
	Gérer un système documentaire QHSE	1	
	Mettre à jour le GED	2	
	Archiver des documents	2	
	Enregistrements	3	
	Procédures/Modes opératoires	3	
	Gérer des Ressources Humaines	1	
	Gérer des employés et des étudiants	2	
	Recruter	3	
	Gérer des plannings	3	
	Respecter les règles d'hygiène et de sécurité	3	
	Gérer des compétences des employés	3	
	Gérer des infrastructures et environnement de travail	1	
	Entretenir les locaux	2	
	Gérer des déchets	2	
	Maintenir des équipements matériels, et immatériels	2	
	Commander	1	
	Commander des matières premières	2	
	Commander des matériels de support	2	
Adaptation du modèle SCOR au milieu hospitalier	Livrer	1	(Di Martinelly, Riane, et Guinet 2009)
	Livrer les spécialités	2	
	Livrer le matériel médical	2	
	Livrer les produits pharmaceutiques en vrac	2	
	Préparer	1	
	Préparer les spécialités	2	
	Préparer le matériel médical	2	
	Préparer les produits pharmaceutiques en vrac	2	
	Retourner	1	
	Retourner les produits pharmaceutiques défectueux	2	
	Retourner les produits pharmaceutiques excédentaires	2	
	Approvisionner	1	
	Approvisionner les spécialités	2	

Cadre/Conceptualisation	Activités/Processus	Niveau	Source
Modèle de Porter adapté à la problématique hospitalière	Approvisionner le matériel médical	2	(Guinet et Baboli 2009)
	Approvisionner les produits pharmaceutiques en vrac	2	
	Logistique interne pharmacie	1	
	Commande et réception des produits pharmaceutiques	2	
	Gestion des stocks des matières premières	2	
	Production	1	
	Préparation des produits pharmaceutiques	2	
	Gestion des stocks des produits finaux	2	
	Gestion des retours des produits	2	
	Logistique externe pharmacie	1	
	Distribution des produits pharmaceutiques et du matériel dans les unités	2	
	Alimentation des cabinets médicaux	2	
	Finance	1	
	Traçabilité	2	
	Imputation	2	
	Services	1	
	Validation des prescriptions	2	
	Infrastructure	1	
	Gestion des ressources humaines	1	
Développement des technologies	1		
Achats	1		
Conceptualisation de Jobin et al. (2003)	Achat	1	(Jobin, Beaulieu, et Boivin 2003)
	Gestion des stocks	1	
	Réapprovisionnement	1	
	Transformation	1	
Conceptualisation de Landry et Beaulieu (2001)	L'acquisition	1	(Landry et Beaulieu 2001)
	La réception	1	
	La distribution	1	
Conceptualisation de Landry, Blouin et Beaulieu (2004)	Commander	1	(Landry, Blouin, et Beaulieu 2004)
	Placer	1	
	Prélever	1	
	Transporter	1	
Cartographie de Martinelly et al. (2011)	Processus de dispensation	1	(Martinelly et al. 2011)
	Prescrire	2	
	Commander	2	
	Délivrer	2	
	Préparer	2	
	Dispenser	2	
	Compléter	2	
	Processus de facturation	1	
	Compléter	2	
	Trier	2	
	Enlever	2	
	Déterminer le prix	2	
	Facturer	2	
	Processus de commande	1	
	Vérifier le stock	2	
	Commander pour compléter le niveau	2	
	Valider	2	
	Rassembler	2	
	Préparer les commandes	2	
	Facturer	2	
Livrer	2		
Mettre en stock	2		
Guide pharmaceutique de Pharmacie Sans Frontières	Estimation des besoins	1	(PSF-CI 2004)
	Acquisition des produits	1	
	Réception des commandes	1	
	Stockage et gestion des stocks.	1	
	Distribution	1	
	Utilisation rationnelle des produits	1	
Conceptualisation de Trivin et al. (2007)	Gestion des achats	1	(Trivin et al. 2007)
	Actualisation	2	
	Choix thérapeutique	2	
	Référencement	2	
	Besoins	2	
	Coordination	2	

Cadre/Conceptualisation	Activités/Processus	Niveau	Source
	Consultation	2	
	Choix	2	
	Délibération	2	
	Contrôle de la procédure d'appel d'offre	2	
	Gestion des approvisionnements et des stocks	1	
	Dispensation/Distribution	1	
	Distribution	2	
	Dispensation	2	
	Rétrocession	2	
	Dotation	2	
	Transport	2	
	Préparation/Production	1	
	Analyse	2	
	Support	2	
	Fabrication	2	
	Cytotoxique	2	
	Nutrition parentérale	2	
	Autre forme	2	
	Forme orale solide	2	
	Forme orale liquide	2	
	Forme stérile	2	
	Dose unitaire	2	
	Livraison	2	
	Analyse/Contrôle	1	
	Information pharmaceutique	1	
	Formation	1	
	Stérilisation	1	
	Vigilance	1	

Au moment où la logistique hospitalière commençait à émerger comme une nouvelle sphère d'étude, et au moment où les académiciens cherchaient à définir son champ d'application, Landry et Beaulieu (2001) établirent les principales activités de la logistique interne d'un établissement de santé tout en apportant une définition pour la logistique hospitalière. Selon ces auteurs, la logistique hospitalière englobe : l'acquisition, la réception et la distribution. Cette démarcation des activités constitue l'une des premières identifications des processus.

Hassan (2006) estime que la chaîne logistique hospitalière peut être considérée comme un système intégrant trois segments : amont, premier niveau aval, et le deuxième niveau aval. Le premier segment relie les fournisseurs à la pharmacie de l'hôpital ; le deuxième, la pharmacie de l'hôpital aux services de soins ; le dernier, les services de soins au patient. Cette description abrégée délimite les interfaces des macros-processus, mais nous ne renseignons pas sur le fonctionnement interne de chaque maillon. Nsamzinshuti, Van Elslande, et Ndiaye (2014) apportent quelques détails sur le fonctionnement du deuxième niveau aval. Ils considèrent qu'il se déroule en trois temps :

- 1) La prescription : elle correspond à la rédaction de l'ordonnance médicale par le praticien ;
- 2) La distribution : elle constitue la livraison des médicaments, après validation des ordonnances ;
- 3) L'administration du médicament : elle correspond à la délivrance du médicament au patient par le personnel soignant autorisé.

Cette description se rapporte au circuit du médicament. Elle est en principe limitée, car le produit pharmaceutique ne se cantonne pas au médicament. Le processus du premier niveau aval est décrit par Landry, Blouin, et Beaulieu (2004) dans leur travail d'étude. Ils identifient quatre activités organisées en cycle :

- 1) Commander : c'est l'expression des besoins en produits pharmaceutiques par les unités de soins ;
- 2) Prélever : cette activité consiste à préparer les produits demandés ;
- 3) Transporter : c'est l'activité de livraison des produits commandés aux unités de soins ;

- 4) Placer : elle consiste à mettre les différents produits dans leur emplacement réservé au niveau des unités de soins.

Pharmacie Sans Frontières (2004), pour sa part, avait conceptualisé les phases d'un système d'approvisionnement dans une sorte de guide. L'ONG propose un standard qui tient compte des politiques pharmaceutiques nationales. Elle définit le système d'approvisionnement dans son cadre comme un ensemble d'étapes organisées comme des processus : estimation des besoins, acquisition des produits, réception des commandes, stockage et gestion des stocks, distribution, et utilisation rationnelle des produits.

Suivant une démarche théorique, Guinet et Baboli (2009) ont adopté une approche provenant du modèle de la chaîne de valeur. Ils ont adapté le modèle de Porter au monde hospitalier et en conséquence de quoi ils ont identifié les activités principales et les activités de soutien d'un établissement hospitalier tout entier, et de la pharmacie de l'hôpital. En ce sens, la pharmacie de l'hôpital selon ces auteurs est composée de processus de support : infrastructure (culture de l'organisation, système de contrôle, structure de l'organisation), gestion des ressources humaines (formation, recrutement), développement des technologies (système d'aide à la décision, planification, logiciel, dispensation automatique), achat ; et de processus principaux : logistique interne pharmacie, production, logistique externe pharmacie, finance, services.

Di Martinelly, Riane, et Guinet (2009) avaient également appliqué le modèle de Porter et l'avaient, de plus, couplé au référentiel SCOR. En essayant de cerner la notion de chaîne logistique dans le milieu hospitalier, les auteurs ont adapté le modèle SCOR en renommant certaines catégories de processus selon les spécificités de l'hôpital. Ils ont suggéré conformément au modèle référent différents processus organisés en plusieurs niveaux. Le premier niveau comprend cinq grands processus : planifier, approvisionner, préparer¹, livrer, retourner.

En dépit du fait que le modèle de Porter soit pertinent pour analyser la valeur, celui-ci reste schématique pour décrire la logistique hospitalière, car il n'est pas suffisamment détaillé pour rendre compte de certaines activités, comme la planification et la gestion des retours. Il néglige l'aspect séquentiel des activités, et n'apporte pas d'éléments de description sur les flux qui circulent entre ces activités. Quant au modèle SCOR, celui-ci est fortement adapté au contexte industriel, et même si certaines de ses catégories de processus trouvent leur application dans le monde hospitalier (avec quelques modifications), il n'en reste que certaines autres trouvent difficilement leur équivalent dans les établissements de santé.

En tentant de développer un système de mesure de la performance pour la logistique hospitalière Jobin, Beaulieu, et Boivin (2003) avaient au préalable défini quatre grands processus qui s'alternent et qui se portent sur tous les flux physiques de l'établissement de santé. Il s'agit des processus : achat, gestion des stocks, réapprovisionnement et transformation. L'association Antarès (2004), selon une initiative similaire, avait identifié les différentes activités de la fonction pharmaceutique pour établir un pilotage et la mesure de la performance. Dans ce cadre, l'association a déterminé comme activités : la réception, le rangement, l'analyse de prescription, la délivrance, les commandes, le traitement des factures, le secrétariat, l'assurance qualité, la planification et la formation. Dans le même sens des travaux précédents Trivin et al. (2007) avaient défini un ensemble de neufs processus fondamentaux pour le développement d'un tableau de bord consacré au pilotage de la pharmacie d'un établissement de santé. Ces processus sont : gestion des achats, gestion des approvisionnements et des stocks, dispensation/distribution, préparation/production, analyse/contrôle, information pharmaceutique, formation, stérilisation, vigilance. Les auteurs avaient pour cela poursuivi une démarche par processus pour définir les différentes activités. Les trois travaux évoqués révèlent bien comme il est difficile de définir unanimement les

¹ Selon notre traduction du terme : *Make*.

processus logistiques, même lorsqu'ils s'inscrivent dans le même thème d'étude.

Dans le cadre d'une réorganisation de la plateforme logistique d'un hôpital pour la réadapter à un nouveau contexte (la dispensation automatique des produits pharmaceutiques), Martinelly et al. (2011) avaient entamé une méthodologie fondée sur la cartographie des processus. Leur travail avait permis par le biais d'un modèle de définir les processus principaux et les activités qui lui sont rattachées. Les auteurs avaient révélé trois principaux processus : dispensation, facturation, et commande. Un travail plus élaboré et plus large, mené par Curatolo et al. (2013) et reposant sur l'approche par processus et l'amélioration continue (Kaizen), a permis de décrire avec précision des processus du service pharmacie d'un établissement de santé. En engageant une démarche de cartographie, les auteurs avaient décelé une multitude de processus imbriqués (4 niveaux de détails). Les auteurs avaient pour l'essentiel proposé trois macro-processus : pilotage, opérationnel, support. Le premier macro-processus regroupe les activités liées à la définition de la stratégie du service, et au suivi des processus opérationnels ; le deuxième macro-processus englobe les activités régulières de la pharmacie de l'hôpital telles que l'approvisionnement, le stockage, le traitement de la commande, la livraison, et également la formation et la recherche ; le dernier macro-processus décrit ce qui a trait aux tâches de soutien, soit apporter et maintenir les ressources matérielles et humaines requises par la structure. L'originalité de ce cadre réside dans le fait qu'il définit en même temps les parties prenantes, ce qui facilite la mise en relation des processus internes avec le milieu externe.

Parmi les travaux cités ceux qui ont initié une démarche par processus ont pu fournir des nomenclatures cohérentes et plus précises que ceux basés sur une réflexion plutôt abstraite. Or, ces travaux ont été élaborés à partir d'une seule étude de cas, afin de résoudre une problématique particulière. De ce fait, les cadres n'ont pas été bâtis dans le souci d'être réutilisable dans d'autres contextes. Ils restent ainsi peu généralisables.

1.4.2. Développement d'un cadre applicatif des processus logistiques

En dépit d'un substantiel effort mené à travers notre recherche bibliographique pour déceler un cadre de processus archétype, nous n'avons pas pu trouver un spécimen pouvant être suffisamment universel. Ce faisant, nous avons décidé de développer notre propre cadre de processus logistiques, afin d'y recourir dans l'une des phases (la cartographie) de notre méthodologie d'élaboration du tableau de bord. En d'autres termes, nous avons pris l'initiative de réaliser une conceptualisation des processus logistiques se portant sur la gestion du flux pharmaceutique dans le secteur de la santé. En cela, nous nous sommes appuyés sur trois principes :

- 1) Reprendre les concepts récurrentement utilisés dans les cadres construits pour la logistique hospitalière, et dans le domaine du SCM en général ;
- 2) Adapter le cadre aux conditions, contraintes et spécificités algériennes ;
- 3) Agencer le cadre en processus et sous-processus selon leur séquentialité.

Vu les carences des cadres présentés dans la section précédente, notre démarche de développement consistait à tirer profit des cadres qui sont étrangères au monde hospitalier, mais dont certains de leurs concepts pouvaient être exploités. Le transfert des connaissances de l'industrie vers le secteur de la santé reste difficile, nonobstant certains concepts et modèles peuvent toutefois être convertis sur celui-ci (De Vries et Huijsman 2011). En ce sens, nous avons repris certains cadres tirés du SCM (cf. table 3.2, p. suiv.), puis nous les avons mêlés aux cadres développés en milieu hospitalier (cf. table 3.1, p. 342).

Dans cette opération certains éléments ont été également exploités de la circulaire n°007/SP/MIN/MSPRH/05 du 22/11/2005 relative à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé (cf. table 3.3, p. suiv.). Par la suite, nous avons effectué pour chaque ligne représentant une activité ou un processus un codage par un terme commun.

Ce procédé avait pour objectif de révéler les pléonasmes conceptuels et de dénombrer leur répétition dans un niveau particulier. Par exemple, la « prescription » est un terme qui pourrait être associé au processus de réapprovisionnement dans lequel l'ordonnance serait considérée comme une commande. Ainsi, les activités (à partir de la table 3.1) « Validation des prescriptions », « Par prescription (nominative) », « La prescription », « Analyse de prescription », et « Prescrire » pourraient être remplacées par le terme « Approvisionner » pour marquer qu'elles appartiennent au même processus. Les résultats de ce procédé conjugués à l'observation du terrain ont permis de construire, le cadre de processus présenté dans la table 3.4 (cf. p. suiv.).

Table 3.2. Cadres théoriques des processus cités dans le domaine du SCM

Cadre	Activités/Processus	Niveau	Source		
Référentiel ASLOG	Approvisionner	1	(ASLOG (Association française de la supply chain et de la logistique) 2005; Blanc 2006)		
	Conception et projet	1			
	Déplacer	1			
	Indicateur de pilotage	1			
	Management, stratégie et Planification	1			
	Retour et après vente	1			
	Produire	1			
	Progrès permanent	1			
	Stocker	1			
	Vendre	1			
	Conceptualisation de Heskett (1977)	Achats		1	(Heskett 1977)
		Conditionnement emballage		1	
		Contrôle matières premières		1	
		Gestion des stocks de produits finis		1	
Gestion des stocks matières premières		1			
Livraison du produit finis de l'entrepôt au consommateur		1			
Prévisions		1			
Programme de fabrication		1			
Stockage entrepôt de distribution		1			
Stockage matières premières		1			
Stockage usine		1			
Traitement des commandes		1			
Transport de l'usine à l'entrepôt		1			
Transport matières premières		1			
Conceptualisation de Vallin (2010)	Préparation	1	(Vallin 2010)		
	Réception	1			
	Stockage	1			
	Transport	1			
Cadre de GSCF (Global Supply Chain Forum)	Développement du produit et commercialisation	1	(Lambert, Garcia-Dastugue, et Croxton 2005)		
	Gestion de la demande	1			
	Gestion de la relation client	1			
	Gestion de la relation fournisseur	1			
	Gestion des flux de fabrication	1			
	Gestion des retours	1			
	Gestion du service au consommateur	1			
	Traitement des commandes	1			

Table 3.3. Gestion du flux pharmaceutique selon la réglementation algérienne

Activités/Processus	Niveau
L'élaboration des Besoins	1
Acquisition	1
Approvisionnement	1
Commande	2
Réception	2
Stockage	2
Distribution	1
Déposer la commande	2
Analyser & Traiter	2
Préparer les produits	2
Livrer	2
Classer les BL	2
Dispensation ambulatoire	2
Assurer la réserve	1
Tenir le compte de gestion matière	1
Tenir la main courante	1
Contrôler le circuit de consommation	1

Source : Circulaire relative à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé n°007/SP/MIN/MSPRH/05, 007 du 22/11/2005.

Table 3.4. Cadre applicatif de modélisation de la chaîne logistique du flux pharmaceutique

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Identifiant
Piloter	Planifier	Prévoir la demande	PLT000
		Planifier la distribution	PLT100
		Planifier la production	PLT110
		Planifier les approvisionnements	PLT120
		Planifier le personnel	PLT130
	Contrôler l'activité	Contrôler les dépenses/revenus	PLT140
		Contrôler la qualité de service	PLT150
		Contrôler le respect de la réglementation	PLT200
		Contrôler le personnel	PLT210
			PLT220
	Améliorer	Organiser les processus	PLT230
		Optimiser	PLT240
		Développer	PLT300
		Former	PLT310
		Faire de la recherche	PLT320
	Communiquer	Diffuser le rapport d'activité	PLT330
		Informar les parties prenantes	PLT340
			PLT350
			PLT400
	Dispenser	Analyser la commande		PLT410
			PLT420
			DPS000
Livrer		Recevoir la commande	DPS100
		Examiner la commande	DPS110
		Vérifier la disponibilité	DPS120
			DPS130
			DPS200
Retourner		Assurer la traçabilité	DPS210
		Préparer la commande	DPS220
		Délivrer	DPS230
Comptabiliser			DPS300
			DPS310
			DPS320
			DPS330
		CTB000	
		CTB100	
Imputer	Constater les opérations	CTB110	
	Attribuer le montant des consommations	CTB120	
		CTB200	
		CTB210	
		CTB220	
Fabriquer	Préparer les constituants	Liquider	FRQ000
			FRQ100
	Transformer	Préparer les matières	FRQ110
		Préparer le matériel	FRQ120
		Fabriquer une forme liquide	FRQ200
		Fabriquer une forme solide	FRQ210
	Conditionner	Fabriquer une forme stérile	FRQ220
		Fabriquer une autre forme	FRQ230
			FRQ240
			FRQ300
Se fournir	Acheter	Emballer	FRQ310
		Étiqueter	FRQ320
		Empaqueter	FRQ330
	Approvisionner		FRN000
			FRN100
			FRN110
			FRN120
			FRN130
			FRN140
			FRN200
Gérer les stocks	Surveiller les stocks	Commander	FRN210
		Réceptionner	FRN220
		Stocker	FRN230
	Gérer les exceptions	Régler les litiges	FRN240
			GLS000
			GLS100
Gérer les stocks	Surveiller les stocks	Contrôler les stocks	GLS110
		Inventorier les stocks	GLS120
	Gérer les exceptions		GLS200
			GLS210
			GLS220

Dans le souci de rendre le cadre le plus fonctionnel possible, un compromis a été appliqué entre les termes utilisés dans la littérature relevant du SCM et le lexique utilisé dans le milieu hospitalier. Il convient de mentionner également que ce cadre représente un moyen pouvant être employé comme un langage commun, et comme un instrument de communication, par cela même qu'il établit une terminologie structurée. Parmi les concepts qui s'exposent dans le cadre suggéré, certains d'entre eux nécessitent plus de précision sur leur sens. Ainsi nous entendons par :

- ◆ Processus fabriquer : l'ensemble des opérations qui transforment les matières premières en produit fini et le conditionnent (emballage). Cette activité renvoie à la notion de préparation pharmaceutique (préparation hospitalière dans un établissement de santé). Elle évoque le mélange de plusieurs substances en une solution composée, dotée d'effets thérapeutiques ou de placebo ;
- ◆ Processus piloter : toutes les activités liées à la conception, l'organisation, le paramétrage et le contrôle des activités. Cette caractérisation est reprise, en partie, de la définition de Blouin, Beaulieu, et Landry (2001) (citée dans Landry, Blouin, et Beaulieu 2004). Nous avons également attribué au sens du processus de pilotage les idées qui se rattachent à la gestion de la qualité totale. Nous avons repris sous cette perspective certains concepts provenant de la roue de Deming, à savoir le modèle PDCA (*Plan* : planifier, *Do* : développer, *Check* : contrôler, *Act* : ajuster/améliorer) ;

Le cadre présenté vise, en outre, à offrir un système de référence pour le développement des processus à l'intérieur des établissements de santé, sous les conditions et contraintes algériennes actuelles. Il est ainsi supposé constituer un modèle normatif, un idéal-type contextualisé — du moins c'est ce que nous ambitionnons qu'il le soit — avec lequel il serait possible de faire une comparaison, et d'éventuelles initiatives de corrections, ou d'améliorations des pratiques en vigueur.

Ceci dit, ce cadre n'impose pas de figement — loin de là — il devrait au contraire évoluer au fur et à mesure que ses concepts deviennent adoptés et expérimentés, ce qui est pour nous une condition sine qua non avant de songer de le rénover. De toute manière, l'amélioration est une suite logique et machinale de n'importe quel cadre conceptuel, après l'avoir mis à l'épreuve et constaté ses limites.

2. Méthodologie et épistémologie de recherche

Il est question dans cette partie de présenter la démarche méthodologique de la recherche, puis de justifier le choix épistémologique (Marie-Laure Gavard-Perret, Gotteland, et Haon 2012). Mais avant cela, nous avons jugé utile de décrire le contexte du terrain de recherche, afin d'évoquer ses contraintes, limites, et perspectives d'évolution.

2.1. Caractéristique du secteur algérien de la santé

En Algérie, les établissements de santé sont répartis en fonction du caractère universitaire et en fonction de la taille des structures mesurée sur la base du nombre de lits. L'Algérie compte 578 établissements hospitaliers sous la tutelle du ministère de la Santé et de la Réforme Hospitalière (cf. Annexe A). La capacité totale de l'ensemble du secteur atteint 77 245 lits dont seulement 5 475 lits appartiennent aux établissements hospitaliers privés (EHP) (MSPRH (Ministère de la santé de la population et de la réforme hospitalière) 2015).

Les établissements publics de santé sont des infrastructures du système de santé ventilées sur les 48 wilayas du territoire national, et prennent quatre formes juridiques catégorisées selon leur vocation et leur proximité :

- 1) Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS) : le décret exécutif n° 97-465 du 2 décembre 1997 fixant les règles de création, d'organisation et de fonctionnement,

- prédestine cette catégorie d'établissement à soigner des maladies particulières, au traitement d'une altération fonctionnelle d'un organe humain, et à la prise en charge d'une catégorie d'âge de la population. Le champ d'intervention d'un EHS est donc limité. Il s'inscrit dans une seule branche de la médecine ;
- 2) Établissement Public Hospitalier (EPH) : cette entité était anciennement désignée par secteur sanitaire. D'après le décret exécutif n° 97-466 du 2 décembre 1997 qui décrit entre autres sa mission, elle est constituée par plusieurs unités de santé. Ces dernières exercent dans divers domaines et s'intègrent les unes aux autres sous une même superstructure pour prendre en charge le patient. Les secteurs sanitaires ont été établis pour garantir à la population dispersée sur le territoire national l'accès aux soins de santé. Ce faisant, ils exercent leur activité territorialement sur un ensemble de circonscriptions administratives. Ils sont soutenus par des antennes, désignées par sous-secteurs sanitaires, qui sont réparties sur la zone mise sous leur responsabilité. Durant les réformes des années 2000, les secteurs sanitaires ont subi un amendement par le décret exécutif n° 07-140 du 19 mai 2007 ; ils se sont vus changer leur appellation en Établissement Public Hospitalier. Cette réforme remplace également la notion de sous-secteur par celle de EPSP, qui devient une catégorie d'établissement à part entière et autonome ;
 - 3) Établissement Public de Santé de Proximité (EPSP) : c'est une infrastructure sanitaire instituée par le décret exécutif n° 07-140 du 19 mai 2007 fixant les modalités de sa création et de son administration. Un EPSP chapeaute un ensemble de policliniques et de salles de soins distribués sur une région administrative étroite, afin de couvrir une petite masse de population. Sa vocation consiste à être le plus proche du citoyen pour mettre en œuvre des programmes de santé (prévention, vaccination, sensibilisation et lutte contre les fléaux sociaux, promotion de l'hygiène et de la salubrité), et pour lui apporter les soins de santé de base (consultation, diagnostic préliminaire, soins de proximité) ;
 - 4) Centre Hospitalier Universitaire (CHU) : ce type d'établissement est assujéti au décret exécutif n° 97-467 du 2 décembre 1997. Le CHU a pour vocation non seulement de prodiguer les soins de santé à la population, mais aussi de contribuer à la formation et au développement de la recherche médicale. Ainsi, des activités à caractère pédagogique et scientifique sont effectuées. Contrairement aux autres catégories d'établissements de santé, il est placé sous la tutelle de deux ministères : celui de la santé et celui de l'enseignement supérieur. Un conseil scientifique doit être constitué et muni du droit de participation à la direction du CHU.

D'après la table 3.5, portant sur la distribution des infrastructures de santé sur le territoire national, la plus grande concentration des établissements de santé se situe dans la capitale : Alger ; elle est suivie de la wilaya de Batna, d'Oran, puis de Sétif.

Table 3.5. Concentration des établissements de santé dans le territoire algérien

Wilaya	Établ ^{ts}	Wilaya	Établ ^{ts}	Wilaya	Établ ^{ts}	Wilaya	Établ ^{ts}
Adrar	1,73%	Boumerdes	1,21%	Laghouat	1,90%	Setif	3,46%
Ain Defla	1,38%	Chlef	2,25%	M'sila	2,42%	Sidi Bel Abbaes	2,42%
Ain Timouchent	1,56%	Constantine	2,77%	Mascara	2,08%	Skikda	2,08%
Alger	6,06%	Djelfa	2,25%	Medea	2,25%	Souk Ahras	1,21%
Annaba	1,73%	El Bayadh	1,21%	Mila	1,90%	Tamanrasset	1,90%
B B A	2,08%	El Oued	1,90%	Mostaganem	1,90%	Tebessa	2,42%
Batna	3,98%	El Tarf	1,21%	Naama	1,21%	Tiaret	2,60%
Bechar	2,08%	Ghardaia	1,73%	Oran	3,98%	Tindouf	0,52%
Bejaia	2,60%	Guelma	1,56%	Ouargla	2,25%	Tipaza	2,08%
Biskra	2,60%	Ilizi	1,04%	Oum El Bouaghi	1,73%	Tissemsilt	1,04%
Blida	1,90%	Jijel	1,73%	Relizane	1,56%	Tizi Ouzou	3,29%
Bouira	1,90%	Khenchela	1,90%	Saida	1,04%	Tlemcen	2,42%

Source : Adaptée de l'Annexe A.

Les hôpitaux publics algériens — toutes catégories confondues — fonctionnent quasiment de la même manière. Les décrets exécutifs mentionnés ci-devant, et relatifs à la création et à l'organisation de ces établissements, mentionnent les mêmes dispositifs de gestion financière (recettes et dépenses), soumis aux règles de la comptabilité publique, et les mêmes modalités de direction (conseil d'administration, conseil médical, directeur soutenu par des directeurs adjoints, ou des sous-directeurs [voir l'exemple d'un EPH¹ dans la fig. 3.1]).

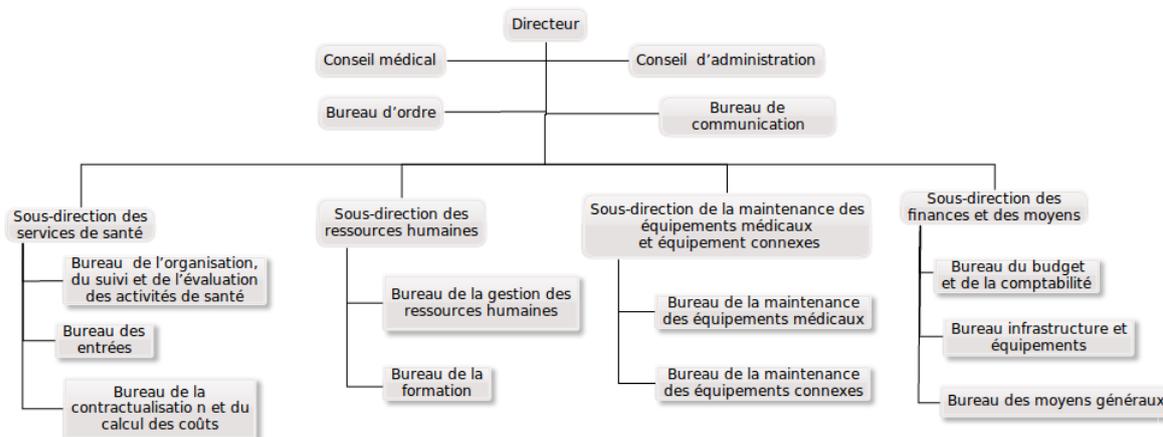


Figure 3.1. Structure organisationnelle d'un EPH. De l'EPH Zeralda 2016, 5. Rectifié avec l'arrêté interministériel du 3 Moharram 1431 correspondant au 20 décembre 2009 fixant l'organisation interne des établissements publics hospitaliers, paru dans le journal officiel n° 15 du 7 mars 2010.

Cependant, la taille d'un établissement change d'une catégorie à une autre. Un CHU a une envergure plus large que celle d'un EPH : en moyenne 896 lits pour un CHU, et 196 lits pour un EPH. Les EHS et les EH ont une envergure plus faible : environ 165 lits par établissement. Un EPSP apparaît comme une microstructure, dès lors que sa taille est en moyenne de 12 lits par établissement. Cependant, vu la structure du secteur de la santé présentée dans la table 3.6, le nombre cumulé de lits des EPH (40 175 lits) est presque trois fois plus grand que celui des CHU (14 343 lits).

Table 3.6. Structure du secteur de la santé en Algérie par infrastructures

Catégorie établissement	Nombre d'établissements	Pourcentage	Nombre de lits
CHU	16	2,77 %	14 343
EH	09	1,56 %	1 476
EPH	204	35,29 %	40 175
EHS	76	13,15 %	12 552
EPSP	273	47,23 %	3 224
Total	578	100%	71 770

Source : De MSPRH 2015.

Très influencée par le système français, la distinction entre ces catégories d'établissement ne se réfère pas seulement à la taille, mais aussi théoriquement d'après Bartoli (1997) sur le nombre de séjours d'hospitalisation des malades (cité dans Fabbe-Costes et Romeyer 2004). Ainsi le CHU est un établissement de long séjour, et l'EPH est de court séjour d'hospitalisation. La capacité minimale d'un EPSP fait de lui une infrastructure destinée à offrir les premiers soins. La prédominance du nombre de ce type d'établissement suivi du type EPH révèle une politique qui favorise la proximité des prestations publiques des soins de santé à la population. Il est tout à fait possible d'interpréter cette distribution comme un réseau de structures complémentaires où les établissements redirigent les patients vers d'autres selon : la spécialité d'intervention ou le diagnostic nécessaire, l'état de gravité du malade, et leur proximité. Toutefois, cette complémentarité d'apparence n'a pas été constituée de façon étudiée. Elle s'est imposée par la logique des choses, et en réponse des besoins de la réalité quotidienne. À notre connaissance il n'existe pas de textes de loi qui clarifient les relations

¹Nous présentons seulement l'organigramme d'un EPH, car notre étude est focalisée sur cette catégorie d'établissement de santé.

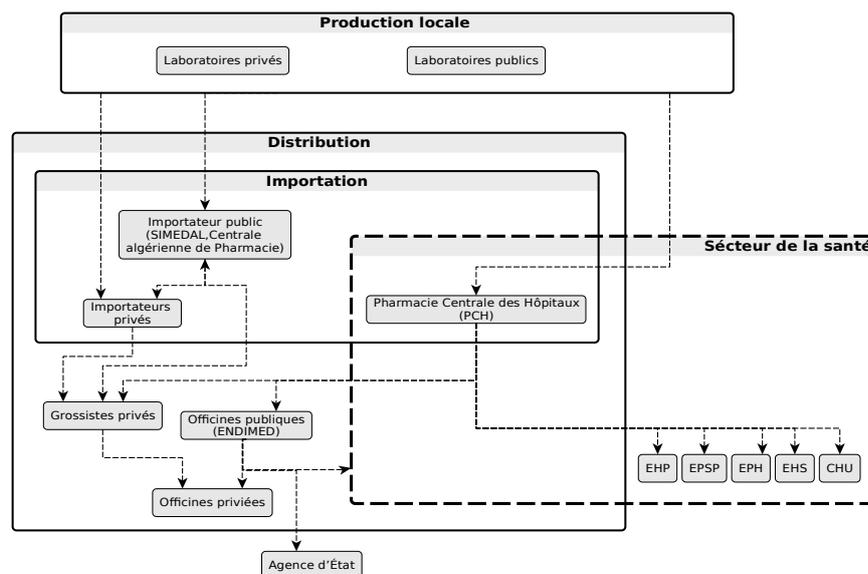
entre les catégories d'établissement, et qui réglementent leurs échanges. Le système sanitaire semble ne pas avoir tenu compte de la circulation du flux de patient dans sa conception. À cet effet, les interfaces entre infrastructures restent floues et laissant place à des pratiques informelles pour gérer des situations complexes.

Il y a lieu d'ajouter à cela que le nombre de spécialités médicales contenu à l'intérieur de chaque catégorie d'établissement est différent. Le nombre de services de soins spécialisés dans un CHU est plus important que celui d'un EPH. L'EPSP compte relativement peu de spécialités médicales alors que l'EHS se porte sur une seule grande spécialité. Les moyens mis à disposition sont aussi répartis de façon inégale. On porte plus d'attention au CHU et à l'EHS qu'à l'EPH ; l'EPSP qui est consacré uniquement à la consultation et aux petits soins détient des moyens négligeables comparativement aux autres catégories d'établissements.

Les établissements hospitaliers, qui constituent le noyau du système de santé, sont entourés par des institutions sous la tutelle du ministère de la Santé afin d'apporter un support direct et indirect à leur activité. La liste de ces organes comprend (MSPRH (Ministère de la santé de la population et de la réforme hospitalière) 2018) :

- ◆ L'Agence Nationale de Documentation de la Santé (ANDS) ;
- ◆ L'Agence Nationale du Sang (ANS) ;
- ◆ Le Centre National de Toxicologie (CNT) ;
- ◆ L'École Nationale de Management et de l'Administration de la Santé (ENMAS) ;
- ◆ L'Institut National Pédagogique de Formation Paramédicale (INFPF) ;
- ◆ L'Institut National de Santé Publique (INSP) ;
- ◆ L'Institut Pasteur d'Algérie (IPA) ;
- ◆ Le Laboratoire National de Contrôle des Produits Pharmaceutiques (LNCPP) ;
- ◆ La Pharmacie Centrale des Hôpitaux (PCH).

Nous retiendrons parmi ces structures la PCH, qui constitue d'après la figure 3.2 un chaînon reliant trois secteurs : l'industrie, la distribution, et la santé. Occupant une position centrale, la PCH s'inscrit dans un vaste réseau de circulation du flux pharmaceutique, qui débute par la fabrication et l'importation et se termine entre autres par la consommation des produits au niveau des établissements de santé. Ce réseau reflète en même temps la chaîne d'approvisionnement du produit pharmaceutique dans le secteur de la santé.



Légende :

----->
Circulation du produit pharmaceutique.

Figure 3.2. Réseau de circulation du flux pharmaceutique. Adaptée des documents internes de l'entreprise SAIDAL. Citée dans Rezig 2010, fig. 3.1.

Enfin, il est tout de même très difficile d'apporter un panorama précis sur le système de santé algérien, car il a été graduellement bâti non pas sur des études scientifiques¹, des réflexions stratégiques, et des évaluations des politiques de santé engagées, mais pour répondre à des besoins pressants, conjoncturels pour palier aux carences et aux conséquences des réformes conduites dans le passé (Kaddar 2017). La population algérienne se retrouve ipso facto prise en charge par un système sanitaire désordonné, possédant une architecture fortuite, primitive et apportant une performance difficile à juger, car les objectifs sont mal définis, voire inexistantes.

La formulation des buts stratégiques et la décentralisation restent des questions difficiles à établir et à maintenir, car elles dépendent de la vision de chaque élu, et de la place qu'occupe le secteur de la santé dans ses priorités politiques. Rappelons entre parenthèses que le projet de déploiement de la contractualisation sur l'ensemble des établissements publics de santé, initié depuis la fin des années 90, n'est pas parvenu à trouver une suite décisive et des résultats concluants ; l'expérience jusqu'à présent n'a pas pu être appréciée de manière définitive (Chougrani et Kaddar 2010). Le manque d'une vraie volonté politique à continuer dans cette voie se fait ressentir. Pourtant cette démarche pourrait ouvrir des possibilités d'amélioration de la qualité de service, et apporter un relèvement de la performance.

En perspective, la situation actuelle n'est pas prête à changer. Malheureusement, les dernières réformes initiées au cours de l'année 2018 ne présagent pas de changements essentiels (Kaddar 2017). Si certaines nouvelles dispositions prévues sont salutaires, comme l'implémentation d'un système d'information intégré et l'introduction du dossier électronique du patient, les problèmes de fonds sont contournés, comme celui de la gratuité totale des soins de santé ; d'autres problématiques à tous les égards n'ont pas été traitées, en particulier, celles qui relèvent de la gestion du flux pharmaceutique d'un point de vue holistique.

2.2. Design de la recherche

Il va sans dire qu'il est important de décrire la stratégie méthodologique adoptée dans un travail de recherche, afin de pouvoir apprécier sa rigueur, de le comparer à d'autres études éventuelles, et de le positionner. En ce sens, nous présenterons dans cette section des éléments qui permettent de faire une appréciation, et de clarifier certaines phases du développement méthodologique.

Avant de rentrer dans le vif du sujet, nous précisons que notre recherche se présente avec la méthode de l'étude de cas, et se révèle comme étant à la fois descriptive et quantitative :

- ◆ Descriptive, car elle met en exergue l'architecture d'un système logistique qui exerce son activité dans un secteur particulier ;
- ◆ Quantitative, car elle fait appel dans certaines étapes à la mesure pour élucider quelques questions.

Plus exactement, cette recherche se situe conformément aux types de design de recherche révélés par Yin (2009) dans celui qui correspond à une étude de cas intégrée : un seul cas avec de multiples unités d'analyse imbriquées dans le même contexte. Ce type de design est particulièrement adapté pour effectuer une même expérience dans des conditions semblables, ou tester une théorie (Yin 2009). Elle se justifie dans notre thèse par le fait qu'une certaine

¹Nous insistons sur le fait que n'importe quel programme d'amélioration d'un secteur ne peut aboutir à des résultats concluants sans la participation d'académiciens, de chercheurs, et d'experts scientifiques. Ceci renvoie au problème du niveau de participation et d'intégration du domaine de la recherche scientifique dans les autres secteurs. Il est malheureusement déplorable de constater, à l'heure actuelle, le niveau précaire de cette contribution dans le secteur de la santé. Permettez-nous de relater brièvement une de nos propres expériences dans ce secteur, avec l'un des hauts responsables du ministère de la Santé, lorsque nous les avons sollicités pour pénétrer la PCH et effectuer notre recherche. La réponse que nous avons reçue nous exigeait au départ, informellement, de ne pas effectuer un audit, puis finalement nous n'avons pas été recontactés pour réaliser notre étude.

catégorie d'établissements hospitaliers (les EPH en ce qui nous concerne) fonctionnent sous les mêmes contraintes et conditions de l'environnement (le contexte du secteur de la santé). Elle se justifie également par les besoins du développement de notre proposition méthodologique. La table 3.7 résume le design de recherche structurant la méthode de l'étude de cas qui a été conduite.

Table 3.7. Démarche de recherche selon la méthode de l'étude de cas intégrée

Volets	Description
Unités de l'analyse	Plusieurs établissements de santé exerçant dans le secteur algérien de la santé.
Critère de sélection de l'échantillon	8 établissements publics de santé de type EPH. Les établissements ont été choisis à partir de la zone du centre du pays.
Collecte des données qualitatives	La collecte des données a été effectuée en utilisant l'interview structuré avec sources multiples d'évidence. Les entrevues ont été menées selon une grille d'analyse structurée pour obtenir les informations dont nous avons eu besoin. Le recoupement des informations s'est effectué avec triangulation des sources : collecter une information à partir de trois acteurs de la même activité, ou de deux autres acteurs, l'un venant d'une activité client, l'autre d'une activité fournisseur. Dans le cas contraire et/ou pour ne pas laisser de doute sur la justesse et la précision de l'information, l'observation directe a été recouru.
Collecte des données quantitatives	Dans un premier temps, les données quantitatives qui ne sont pas couvertes par une base de données, telles que les temps opératoires des tâches et activités, ont été recueillies par l'observation et l'interview structuré. Dans un deuxième temps, les données concernant les préférences des acteurs ont été mesurées par des questionnaires distribués en deux étapes. Chaque étape a traité une sous-problématique particulière (le choix des indicateurs, la pondération des dimensions du tableau de bord).

2.2.1. L'échantillon de recherche

Dans le cadre de notre recherche, nous avons préliminairement pris contact avec plusieurs établissements publics de santé. Ces contacts ont été réalisés dans l'intention d'évaluer le taux de réponse des structures hospitalières à notre requête, et pour apprécier le niveau d'approbation du projet de recherche proposé. Par la suite, par souci d'une meilleure représentativité et comparabilité des résultats, nous avons voulu retenir les infrastructures de santé qui présentaient des propriétés similaires. En respect de cela, nous avons considéré que le type EPH était le plus adapté pour représenter les établissements de santé. Deux raisons nous ont menés vers ce choix :

- 1) Ce type d'établissements a une vocation qui se situe entre celle d'un CHU et celle d'un EHS : la fourchette de spécialité médicale d'un EPH n'est pas aussi large que celle d'un CHU, et n'est pas aussi étroite que celle d'un EHS.
- 2) La table 3.6 (cf. p. 352) montre relativement une prédominance du type EPH sur l'ensemble des établissements structurant le secteur de la santé ;

Ainsi, de notre point de vue *un EPH représente une catégorie intermédiaire se situant entre un EHS et un CHU. Ceci nous a conduits à percevoir un EPH comme un ensemble d'EHS, et un CHU comme l'extension d'un EPH* ; d'autant plus que le secteur de la santé a vu dernièrement l'évolution d'un EPH — celui de Douira — en CHU.

Nous avons ciblé pour composer notre échantillon d'EPH ceux de la région du centre du pays, soit les établissements se positionnant dans le périmètre d'un rayon de 50 km à partir du cœur d'Alger, et ce, sachant que le nombre d'EPH dans cette circonférence est le plus élevé sur le territoire national (cf. Annexe A). Il est également à noter que d'après la table 3.5 (cf. p. 351) la part des établissements réservée à la circonscription d'Alger est la plus grande parmi toutes les wilayas.

2.2.2. Développement théorique

La théorie n'est pas tout juste une proposition qui sert à comprendre ou à expliquer les phénomènes, mais elle peut être aussi une pratique utilisée comme un outil méthodologique pour arriver à certaines conclusions (Yin 2009). C'est en ce sens que notre développement théorique s'est constitué en la proposition d'une approche systématique qui permettrait de construire un tableau de bord logistique (TBL).

Nous avons évoqué jusqu'ici, à travers les chapitres précédents, l'ancrage théorique contenant les fondements et les principes qui ont régi notre travail de recherche, ainsi que l'instrument méthodologique à employer. Sur la base des conclusions tirées de ces chapitres, notre travail a suivi une approche par processus. Autrement dit, le découpage de l'organisation en activités avec le repérage de ses éléments d'entrée (intrants) et de sortie (extrants) (Bériot 2006). En nous souscrivant à cette perspective, et en adoptant le paradigme du SCM, nous avons suggéré une démarche méthodologique avec les étapes présentées dans la table 3.8. Chaque étape décrite est empruntée, inspirée, ou étayée par les propositions de plusieurs auteurs ou organismes spécialisés dans le SCM, le BPR, le contrôle de gestion, le management par les processus, et les méthodes de conception de tableau de bord.

Table 3.8. Proposition méthodologique de conception d'un TBL

Phases	Étapes	Descriptif	Références
Identification des objectifs stratégiques du processus logistique	Étape 1. Identification des objectifs stratégiques	Pour l'ensemble de l'organisation, la stratégie représente le dispositif mis en place pour diriger les actions et mesurer leurs résultats par rapport à des objectifs définis au préalable. Poser la question : comment les objectifs ont-ils été formulés ? Est également indispensable pour évaluer la convenance des objectifs, après les avoir identifiés.	(Holmberg 2000; Lorino 2001)
	Description de la chaîne logistique	Étape 2. Analyse des processus logistiques de l'organisation	Cette étape est conduite afin de répondre à trois questions fondamentales : Quels sont les processus du système logistique ? Comment fonctionnent ces processus ? Et comment interagissent-ils entre eux ? Il s'agit donc d'établir une identification des processus logistiques et de constituer un modèle sur la configuration transversale de l'organisation. Une cartographie devra être réalisée au minimum avec trois niveaux de détails : la tâche, l'activité, et le processus. Cette étape permet de délimiter les interfaces fonctionnelles et de détecter les processus principaux (critiques). La représentation de la chaîne de valeur symbolisée par les processus majeurs servira par la suite à les lier aux objectifs stratégiques prédéfinis.	(Nsamzinshuti, Van Elslande, et Ndiaye 2014; Wen 2014; Popova et Sharpanskykh 2010; del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés 2010; Thierry, Thomas, et Bel 2008; Neely 2007; Brandenburg et Wojtyna 2003; Bause et al. 2001; Lorino 2001; Yin 2009)
Étape 3. Déploiement de la stratégie sur les processus		Cette opération est une mise en relation du champ stratégique avec le champ opérationnel. L'analyse de causalité entre les processus et les objectifs stratégiques détermine la contribution positive ou négative de chaque processus à la stratégie. L'impact de chaque processus est mesuré en matière d'enjeux sur la performance. Il s'agit en d'autres termes d'identifier les facteurs clés de succès qui devront être activés par les processus.	(Fernandez 2011; Neely 2007; Lorino 2001; Bouquin 2001; Langfield-Smith 1997; Bouquin 2001; Fernandez 2011)
Étape 4. Analyse de la causalité opérationnelle		Le produit d'un processus est conditionné par le résultat de chaque activité clé. De la même manière, le résultat de chaque activité clé est l'œuvre du déroulement des tâches. Ce raisonnement plus ou moins évident est le fil conducteur menant vers la formulation des liens entre le processus, l'activité, et la tâche.	(Cheng et Simon 1995; Lorino 2001; Popova et Sharpanskykh 2010, 513)
Conception du Tableau de bord logistique		Étape 5. Attribution des métriques	Les relations de causalité qui relient les processus à la stratégie sont mesurées par des indicateurs de résultat, en revanche les liens entre les tâches, les activités, et les processus sont mesurés par des indicateurs de suivi. Les indicateurs sont sélectionnés selon trois principes hiérarchisés : 1) la pertinence à la causalité, 2) les indicateurs les plus cités dans la littérature, 3) les indicateurs choisis par les acteurs (parties prenantes).	(Fernandez 2011; Balfaah et al. 2016)
	Étape 6. Élaboration du système TBL	L'agencement des indicateurs est présenté sous forme de structure calquée sur l'architecture du système logistique. Cette étape est accompagnée par la constitution d'indicateurs composites qui permettent d'avoir une vue synthétique sur l'évolution de la performance de chaque processus et du système logistique dans sa globalité. Il est aussi question de définir pour le TBL : un aspect adapté, sa périodicité, et ses sources de données.	
	Étape 7. Simulation du modèle	La simulation du comportement des processus logistiques selon différents scénarios débouchera sur la constitution de normes et de seuils qui serviront de repères dans le pilotage. Ces référents permettent d'alerter le décideur sur les dérives, les éventuelles anomalies, et d'anticiper certains dysfonctionnements.	(Marquardt 1996, 599)
	Étape 8. Test du modèle	Le test du modèle est effectué sur deux échelons : le premier vise à corroborer sa validité interne. Il consiste en cela à : 1) évaluer la praticité et la convenance du TBL, 2) vérifier la qualité prédictive du TBL (capacité à pronostiquer les événements). Le test sur le deuxième échelon tente d'évaluer les mêmes aspects précédents dans d'autres entités analogues, ou de la même catégorie, et ce, dans le but de soutenir la validité externe du TBL.	(Aramyan et al. 2007; Balfaah et al. 2016)

Nonobstant, cette méthodologie constitue un modèle type qui pourrait être appliqué dans un terrain qui offre certaines conditions préalables et idéales. À vrai dire, elle a été conçue au moment où le projet de recherche s'esquissait sur le plan conceptuel, faisant abstraction des caractéristiques d'un tel ou tel terrain d'application. Ceci étant, elle a été par la suite adaptée aux particularités du secteur algérien de la santé. Ainsi, en regard des objectifs de notre étude, et en adéquation au contexte du terrain de recherche, la méthodologie s'est finalement déroulée avec les étapes présentées dans la table 3.9.

Table 3.9. Méthodologie de conception d'un TBL adaptée au terrain de recherche

Phases	Étapes	Descriptif	Références
Description de la chaîne logistique	Étape 1. Analyse des processus logistiques de l'organisation	Cette étape est conduite afin de répondre à trois questions fondamentales : Quels sont les processus du système logistique ? Comment fonctionnent ces processus ? Et comment interagissent-ils entre eux ? Il s'agit donc d'établir une identification des processus logistiques et de constituer un modèle sur la configuration transversale de l'organisation. Une cartographie devra être réalisée au minimum avec trois niveaux de détails : la tâche, l'activité, et le processus. Cette étape permet de délimiter les interfaces fonctionnelles et de détecter les processus principaux (critiques), qui leur seront rattachés, par la suite, des indicateurs de performance.	(Nsamzinzshuti, Van Elslande, et Ndiaye 2014; Wen 2014; Popova et Sharpanskykh 2010; del-Río-Ortega, Resinas, et Ruiz-Cortés 2010; Thierry, Thomas, et Bel 2008; Neely 2007; Brandenburg et Wojtyna 2003; Bause et al. 2001; Lorino 2001; Yin 2009)
	Étape 2. Conception du modèle conceptuel générique	Il est question de réaliser une confrontation des cartographies issues de plusieurs unités organisationnelles, afin d'extraire les similitudes et de réaliser une jonction des différences. L'objectif de cette étape consiste à élaborer un seul modèle global représentatif de tous les processus du même genre, et qui se situent dans le même type d'organisations (application d'un isomorphisme).	
Conception du Tableau de bord logistique	Étape 3. Recueil et classification des indicateurs	Une base de données des indicateurs est dressée à partir de la revue de littérature spécialisée et non spécialisée dans le domaine de la chaîne logistique ; et à partir du terrain de recherche en collectant les indicateurs prédéfinis, ou déjà mis en place. Après avoir rassemblé tous les indicateurs susceptibles d'être choisis, une classification selon leurs propriétés est constituée, afin de les organiser en groupes homogènes facilitant leur sélection et comparaison.	(Fernandez 2011; Balfaqih et al. 2016)
	Étape 4. Sélection des métriques	Les indicateurs catalogués sont sélectionnés selon deux principes hiérarchisés : 1) repérer les accords entre les acteurs sur les mesures, 2) retenir uniquement les indicateurs les plus pertinents aux yeux des acteurs.	
	Étape 5. Atribution des poids aux métriques et à leurs dimensions	Dans le but de favoriser une comparaison longitudinale entre les niveaux de performance du système étudié, et de faciliter éventuellement un benchmarking externe (avec d'autres entités semblables), des scores synthétiques en fonction de plusieurs axes d'analyse sont constitués. Cette étape est réalisée moyennant la méthode AHP, par laquelle les métriques et leurs dimensions sont priorisées, et les indicateurs composites sont constitués.	
	Étape 6. Élaboration du système de mesure de la performance	L'agencement des indicateurs est présenté en tant que système calqué sur l'architecture des processus logistiques et aligné sur une vue de structuration par performance. La configuration du PMS résultant est identique au réseau AHP constitué dans l'étape précédente.	
	Étape 7. Configuration de l'aspect du TBL	Dans le souci d'élaborer un outil ergonomique et approprié au pilotage, cette étape a été consacrée à la conception de l'apparence du TBL suivant un aspect qui permet de défilet les informations du général vers le détail. Cette logique de présentation est soutenue visuellement par des graphiques adaptés pour chaque axe d'analyse, et des tableaux dynamiques pour chaque niveau de détails de la performance.	

Globalement, la démarche engagée a suivi, selon le récapitulatif de la figure 3.3 (cf. p. suiv.), deux grandes phases : la cartographie des processus et la conception de l'outil de gestion. Au niveau de la première phase, et particulièrement dans la première étape, les informations qui ont été nécessaires pour conduire la démarche se présentaient, pour l'essentiel, sous forme de données primaires. De ce fait, nous avons adopté pour diriger la collecte de ces données un procédé qui est résumé dans la section suivante (cf. sect. 2.2.3).

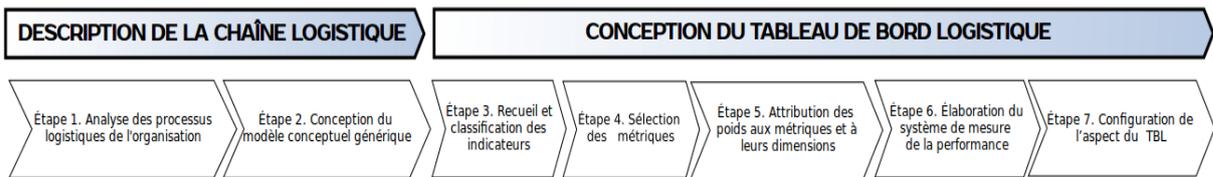


Figure 3.3. Les phases de la proposition méthodologique alignée au contexte du terrain de recherche.

Au cours de la deuxième phase, la collecte des données à partir du terrain s'est déroulée en deux périodes. Dans la première période, un questionnaire contenant des indicateurs, rassemblés par une revue de littérature et la suggestion des acteurs, a été diffusé (étape 4). Les participants ont été invités à juger le degré de pertinence des mesures proposées. Après cela, les réponses ont été analysées, puis quelques indicateurs satisfaisant certains critères décrits dans la section 4.1.3.2 ont été retenus. Dans la deuxième période (étape 5), un second questionnaire a été distribué aux acteurs. Moyennant l'approche AHP, il a été demandé dans ce second questionnaire d'évaluer l'importance préférentielle entre les indicateurs sélectionnés et entre leurs dimensions.

2.2.3. La collecte des données pour la modélisation

Dans le cadre de la cartographie des processus, la collecte des données s'est opérée selon une démarche indépendante de l'outil de modélisation. Cette démarche a été motivée par l'intention de réaliser une base de données neutre afin d'éviter d'une part les carences inhérentes à telle ou telle technique de modélisation, et d'autre part pour assurer une certaine exhaustivité dans la collecte des données qui permettront d'exploiter ultérieurement d'autres techniques complémentaires. Sur la base de ces idées, notre approche a consisté à établir des questions fondées sur la fameuse méthode des sept questions fondamentales utilisée dans la gestion de la qualité : Quoi ? Quand ? Qui ? Où ? Comment ? Combien ? Pourquoi ? Ces éléments ont été utilisés comme une toile de fond, sur lesquels une autre série de questions a été établie pour chaque vue de représentation retenue dans la modélisation.

Le recueil des informations à partir du terrain a suivi une stratégie de collecte par entretiens structurés. La procédure a été déroulée au niveau des activités principales d'un établissement. Elle consistait à interroger les acteurs des processus selon les questions préétablies par notre approche décrite ci-dessus. La collecte des données s'est donc accomplie dans le respect de cette approche avec une grille de questions (cf. Annexes C [C1, C2 et C3]). La mise en application de cette grille nous a permis de déceler les insuffisances et les aspects qui nous ont échappé. Son ajustement a été réalisé à l'aide d'une sorte de boucle d'amélioration continue, notamment par sa mise à l'épreuve (cf. fig. 3.4).

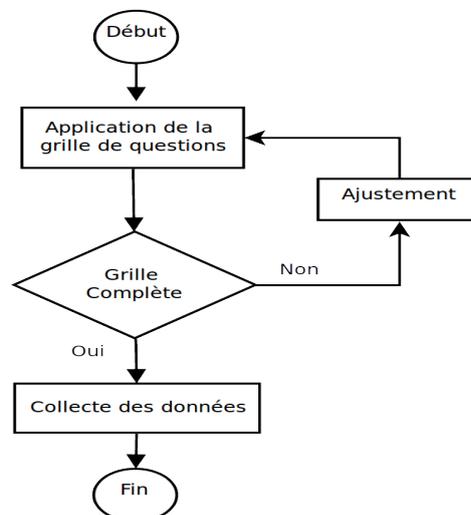


Figure 3.4. Démarche de collecte des données.

Ainsi, par le truchement de cette démarche nous avons pu récolter des informations concernant la qualité, la quantité, et les délais des flux. Nous nous sommes référés à l'expérience des personnes interrogées, en raison de l'inexistence d'une base de données contenant ce genre d'informations, en particulier les données relatives aux temps. Concernant ce dernier type de données, le procédé s'est appuyé sur la supposition suivante : *les temps opératoires et les délais sont des connaissances développées qui ont l'inconvénient d'être non explicites. Chaque personne possède la notion du temps, car la personne s'organise et organise son travail, ses activités, en fonction de cet élément dont elle ne contrôle pas. C'est justement parce qu'elle ne le contrôle pas qu'elle le surveille, même inconsciemment, pour ne pas être pris par le temps, ou pris de court.*

2.3. Ancrage épistémologique

Holmberg (2000) souligne dans son article à propos de la gestion de la chaîne logistique que les carences dans l'accession à une pensée systémique influencent considérablement la méthode de mesure de la performance. Ceci pour ainsi dire le fait que le mode de réflexion affecte l'outil développé, en raison de la manière avec laquelle la réalité a été mentalement représentée. Le travail qui a été réalisé dans cette thèse, comme le font apparaître tous les chapitres, est fortement influencé par la pensée systémique. Elle s'est exprimée concrètement par la volonté de modéliser la chaîne logistique en utilisant des instruments méthodologiques qui renvoient à l'intelligence des systèmes complexes (Morin et Le Moigne, 1999). La démarche engagée porte le signe qu'une certaine philosophie scientifique de la recherche a été adoptée. Selon Le Moigne (1994), les modèles sont les instruments de la méthodologie des connaissances constructibles, qui permettent de générer des connaissances rationnelles (Charreire et Huault 2001). Pour sa part, David (1999) décrit les recherches traitant l'élaboration des outils de gestion telles des démarches qui emploient une construction mentale de la réalité lorsqu'elles recouraient au modèle.

Ainsi, notre travail s'inscrit pleinement dans le paradigme épistémologique constructiviste. Ceci apparaît manifestement dans l'articulation de notre approche de recherche, et par les instruments choisis pour traiter les sous-problématiques liées aux étapes de conception du tableau de bord logistique. L'objet de la recherche, la nature exploratoire de l'étude, et le type de la dialectique menée sont aussi d'autres pistes qui réaffirment notre appartenance épistémologique.

2.3.1. Rattachement du sujet à l'épistémologie constructiviste

Le développement d'une étude n'est pas neutre, même si la personne qui l'effectue se présume l'avoir réalisée avec objectivité (Mir et Watson 2000). Son cadre de référence (*background*) influence en tout état de cause sa perception de la réalité, et par conséquent les résultats de sa recherche (la connaissance) (Neville 2007). La connaissance serait d'après l'épistémologie constructiviste le fruit de la représentation de l'expérience. Le chercheur construit ainsi la connaissance à partir de son expérience du réel et en fonction de ses finalités conscientes ou inconscientes (hypothèse téléologique) issues de facteurs endogènes (intentions, conditions biologiques) ou exogènes (pressions externes) à la personne (Le Moigne 1994). En science de gestion, comme dans toutes les sciences, le chercheur n'est pas seul, il travaille avec les acteurs d'une situation qui sont également influencés par leurs valeurs, cultures, et expériences dans la représentation du monde qui les entoure (Avenier 2011). Kuhn (1970) conclut, dans son étude sur l'évolution de la science, que la connaissance scientifique n'est autre qu'une construction sociale, résultante de l'influence réciproque des chercheurs (cité dans Vladislav A. Lektorski 2013). Les sciences de gestion étudient justement ces construits sociaux, et génèrent d'autres connaissances socialement construites à partir d'eux (Charreire et Huault 2001). Les sciences de gestion sont perçues comme une discipline d'ingénierie qui se porte sur l'organisation sociale — Le Moigne la considère ainsi.

Elles seraient, en interprétant ses propos, un champ d'études qui a pour « vocation à analyser et à concevoir les dispositifs de pilotage de l'action organisée » (David 1999, 13). Simon semble avoir le même avis en l'identifiant comme un domaine qui se forme par un processus cognitif des stratégies d'action (Charreire et Huault 2001). La définition des sciences de gestion sous cet angle de vue rendrait certaines études, par la nature même de leur thème, comme des recherches appartenant au paradigme constructiviste, comme ceux traitant (David 1999) :

- ◆ La conception d'un instrument de gestion ;
- ◆ Le développement d'un outil ou d'une démarche méthodologique ;
- ◆ Une description qualitative ou quantitative ;
- ◆ L'exploration des processus de décision.

David (1999, 14) affirme que le « contrôle de gestion avec des conceptions non normatives des tableaux de bord et des indicateurs », et bien d'autres sujets qui appartiennent à la comptabilité, le marketing, le management stratégique, et à la recherche opérationnelle, entrent pleinement dans la sphère du constructivisme.

2.3.2. Positionnement épistémologique

D'après Khun (1970), les faits et les théories ne sont pas constants, ils sont plutôt interprétés différemment selon des modèles philosophiques de la connaissance ; il les qualifie de paradigmes épistémologiques (cité dans Vladislav A. Lektorski 2013). Il évoque également l'incomparabilité des paradigmes (cité dans Charreire et Huault 2001), c'est-à-dire le fait qu'il n'est pas possible d'apprécier une recherche qu'à partir de sa doctrine scientifique. Cette réflexion laisse à croire que les aspects normatifs sont valides uniquement dans le cadre métalogue — en l'occurrence le paradigme épistémologique — dans lequel ils s'inscrivent. D'autant plus qu'il faut savoir que ces philosophies de connaissance comportent une logique de raisonnement qui leur est propre, et partagée par une communauté de scientifiques (Avenier 2011).

À la lumière de ces considérations il devient indispensable de clarifier dans quelle posture épistémologique se situe notre étude, afin qu'elle soit bien catégorisée et appréciée par rapport à ses référents. Ainsi nous avons essayé d'identifier les critères qui permettent de caractériser un travail de recherche appartenant à l'épistémologie constructiviste, puis de situer la posture de notre étude par rapport à ce paradigme. La table 3.10 (cf. p. suiv.) résume les attributs spécifiques d'une recherche constructiviste, et présente dans la dernière colonne l'évaluation de notre travail d'après ceux-là. Les critères qui caractérisent une recherche épistémologiquement constructiviste ont été mis en évidence à partir du traité de Le Moigne (1994). Cet auteur dévoile les principes et hypothèses sur lesquels est bâti ce paradigme. Les préceptes sont divisés en trois volets :

- 1) La question gnoséologique : elle définit la représentation du monde. En cette matière, les hypothèses suivantes sont admises :
 - i) Représentation de l'expérience cognitive : cette hypothèse marque le rejet du postulat des positivistes qui pensent étudier la réalité absolue, lorsqu'ils mènent une recherche. Selon les constructivistes, cette réalité absolue est impénétrable ; le chercheur ne fait qu'étudier une image de cette réalité construite par son expérience, donc une réalité marquée d'une grande part de subjectivité (von Glasersfeld 1994). Le Moigne (1994, 33) déclare sur cette question que « la valeur d'une connaissance pour un sujet connaissant dépend en pratique de son appréciation des conséquences des actions qu'il élabore en se référant consciemment à cette connaissance. » ;
 - ii) Caractère phénoménologique de la connaissance produite : il existe une interaction, une interdépendance entre le chercheur et l'objet étudié. Le chercheur influence cet objet et vise versa. « Le réel connaissable est un réel phénoménologique, celui que le sujet expérimente [...] la connaissance que construit le sujet par son expérience

organise simultanément le mode de construction de cette connaissance, ou son intelligence ; même si l'on doit les distinguer [...] il nous faut entendre la connaissance par le processus qui la forme autant que comme le résultat de ce processus de formation » (Le Moigne 1994, 35) ;

Table 3.10. Posture de la recherche en regard des fondements du constructivisme

Les fondements épistémologiques	Caractéristiques du constructivisme	Posture de l'étude
Question gnoséologique : Perception du monde.	Représentation de l'expérience cognitive.	L'utilisation d'une méthode visant à trouver un accord se portant sur la pertinence des indicateurs, présume que les sujets intervenant directement dans la chaîne logistique sont les plus aptes à faire un choix sur les critères qui permettent de mesurer leur réalité imprégnée par leur expérience, et s'adapter aux contraintes auxquelles ils sont soumis. De ce fait, l'emploi de cette approche pose implicitement le présupposé de la construction du monde, dans lequel interviennent les sujets sollicités dans l'étude. Tout compte fait, le tableau de bord qui en a découlé reflète cette construction.
	Caractère phénoménologique et téléologique de la connaissance produite.	Le résultat de la recherche est matérialisé par un outil de gestion qui emploie des concepts et des perspectives préétablies dans deux cadres théoriques. Ces deux cadres théoriques, qui sont le contrôle organisationnel et le paradigme de la chaîne logistique, ont façonné le contenu et les dimensions du système de mesure de la permanence (la structure du TBL de chaque maillon). En outre, les spécificités du terrain de recherche ont également influencé la structure du tableau de bord construit. Ceci a été le cas à travers le choix des indicateurs par les acteurs de ce terrain. Le but de la recherche est en soi un projet, car l'outil développé est destiné à être amélioré et à être adapté, au fur et à mesure que : <ul style="list-style-type: none"> ▪ des techniques plus sophistiquées se révéleront applicables, ▪ l'outil serait testé par ses utilisateurs, ▪ la perception des utilisateurs change lorsque leurs conditions se transforment (réformes, nouvelles contraintes, nouvelles facilitations). <p>Notre étude ambitionnait de construire une mesure de la performance globale du système logistique et de ses différents niveaux. Cette intention a directement influencé le choix de la méthode à utiliser pour y parvenir, et qui s'est porté sur la méthode AHP.</p>
L'instrumentation méthodologique.	Principe de la modélisation systémique.	Le travail de recherche a adopté une approche par processus dérivée de la systémique, et emploie un langage de modélisation pour représenter les composantes du système étudié et son comportement. La modélisation s'est matérialisée par la cartographie des processus et la mise en évidence des interactions qui existent entre eux.
	Principe de l'action intelligente.	Notre étude avait au départ proposé sur le plan conceptuel un processus d'élaboration d'un tableau de bord en prenant compte la stratégie formulée par les acteurs du système logistique. Cependant, le contexte du terrain nous a exhortés à développer une réflexion sur la manière qui permettrait de surmonter le problème de l'absence des objectifs stratégiques (cf. sect 4.2.3.2.1), et d'adapter certains stades de l'approche en fonction des particularités du terrain. À différentes étapes de la méthodologie engagée, des sous-problématiques se sont posées et ont été résolues par des méthodes dont certaines n'appartiennent pas originellement aux sciences de gestion (comme l'utilisation de BPMN 2.0). Par ailleurs, la représentation de la structure du tableau de bord sous forme d'un réseau AHP, pour définir un indicateur composite, est issue d'une analogie réalisée entre les problématiques du MCDA/MCDM et du PMS.
Statut de la connaissance.	Validité par le critère de l'adéquation.	Comme nous l'avons évoqué précédemment, notre approche a été adaptée en fonction des spécificités du terrain et de ses contraintes. Cet ajustement avait eu lieu de manière à ce que l'artefact qui en résulterait soit approprié à la situation. Cet artefact serait ainsi adéquat, car tout en long de sa conception il a tenu compte de l'intégration des aspects pragmatiques pour son fonctionnement. Précision tout de même que cette adéquation est théorique, et porte donc qu'une seule facette. L'adéquation au sens fonctionnel n'a pas été corroborée. Elle impliquerait l'implémentation et le test opérationnel de l'artefact, ce qui n'a pas été le cas pour le moment.
	Validité par le critère d'enseignabilité.	L'élaboration du tableau de bord a été suggérée à travers une approche systématique présentée et détaillée en plusieurs étapes. Pour chaque étape, des éclaircissements sur sa conduite ont été apportés, et des explications ont été fournies afin de justifier l'emploi d'un procédé, d'un instrument, ou d'une méthode particulière. De plus, cette méthodologie a démontré sa faisabilité du fait même que le tableau de bord s'est concrétisé. Enfin, étant donné que cette méthodologie est documentée, elle pourrait être reproduite, et serait donc enseignable.

iii) Caractère téléologique de la connaissance produite : l'intention implicite ou explicite d'une recherche influence la manière avec laquelle la recherche est conduite, et la connaissance résultante. Cet aspect serait un corollaire de l'hypothèse précédente, car « En attribuant au sujet connaissant le rôle décisif dans la construction de la connaissance, l'hypothèse phénoménologique oblige en quelque sorte à prendre en compte l'intentionnalité ou les finalités de ce sujet connaissant » (Le Moigne 1994, 37) ;

- 2) La méthodologie : ce volet concerne l'instrumentalisation méthodologique, c'est-à-dire la manière avec laquelle les connaissances sont générées. L'épistémologie constructiviste admet à cet égard :
- i) La modélisation systémique : méthodologie des épistémologies constructivistes, la modélisation systémique se distingue de la modélisation analytique par la recherche des interactions entre les éléments constitutifs d'un tout, et non pas par l'étude des composants de façon isolée. Au lieu de se contenter de poser la question « quoi ? », la modélisation systémique pose la question « comment ? », et « pourquoi ? » (Le Moigne 1994) ;
 - ii) L'action intelligente : elle signifie tout moyen de raisonnement que le connaissant développe pour surmonter une problématique à laquelle il est confronté. De là, toutes les méthodes qui permettent de résoudre le problème sont valables, à condition qu'elles soient descriptibles. Ainsi, on y trouve parmi elles l'abduction, l'induction, la métaphore, la schématisation, et les méthodes heuristiques (Le Moigne 1994) ;
- 3) L'éthique épistémologique : elle est en rapport avec la légitimation de la connaissance. L'éthique dicte comment juger la valeur de la connaissance créée, autrement dit, elle détermine sous quelles conditions une connaissance est considérée comme scientifique ou comme commune (non-science). Contrairement au critère de réfutabilité sur lequel repose le raisonnement positiviste (Thiéart 2003), le constructivisme possède deux critères qui lui sont propres :
- i) l'adéquation : elle se rapporte à un point de vue pragmatique avec lequel une connaissance est considérée comme scientifique, dès le moment où elle est adaptée à une situation, en d'autres termes si elle permet de l'expliquer ou de la contrôler (Charreire et Huault 2001) ;
 - ii) l'enseignabilité : elle se rapporte à la capacité de la connaissance à être comprise et transmise. La connaissance devrait en clair avoir des propriétés qui lui permettent d'être inculquée. Pour qu'elle devienne enseignable, elle doit avoir un sens dans son milieu socioculturel, et elle doit être reproductible (Le Moigne 1994).

2.3.3. Voie et raisonnement de la recherche

L'étude que nous avons développée dans cette thèse est de nature exploratoire. Elle visait non seulement à former un cadre applicatif, mais aussi à élaborer un instrument dédié à la gestion et au pilotage des processus logistiques. L'exploration menée revêt deux aspects :

- 1) Un aspect théorique en développant un cadre contextualisé qui a servi comme support conceptuel à la modélisation (cf. sect. 1.4.2) ;
- 2) Un aspect empirique par l'identification du terrain de recherche des métriques qui ont fait l'objet d'un accord entre les intervenants du système logistique étudié.

La dialectique menée dans notre étude est concomitante à la nature de la recherche conduite. Elle est dans l'ensemble d'un raisonnement inductif, car elle établit une inférence à partir d'un échantillon d'entités sur une population de la même catégorie (les EPH). Or, dans certaines étapes du processus d'élaboration du tableau de bord nous avons recouru par exception à une analyse déductive, et ce, dans un but purement instrumental (ce n'est pas pour chercher au premier degré de confirmer ou d'infirmer une théorie, mais pour répondre seulement aux exigences d'une étape). C'est le cas de l'étape 3, lorsqu'on avait construit une typologie conceptuelle des indicateurs (cf. sect. 4.1.2), et de l'étape 5, à l'occasion de la pondération des principales propriétés des métriques. En fait, on avait confirmé, au cours du déroulement de cette dernière, l'hypothèse suggérant que les catégories de chaque dimension n'avaient pas la même importance (cf. sect. 4.2.2).

3. Description de la chaîne logistique du flux pharmaceutique

Notre étude s'est portée sur la chaîne logistique des produits pharmaceutiques dans le secteur de la santé. Cette chaîne présente la particularité d'être quasiment complète, avec laquelle nous sommes à même d'observer :

- ◆ Le fournisseur du fournisseur : représenté principalement par la Pharmacie Centrale des Hôpitaux (PCH) ;
- ◆ Le fournisseur : représenté par la pharmacie principale (PP) de l'établissement hospitalier ;
- ◆ Les producteurs des soins de santé : représentés par les services de santé (SS) de l'établissement hospitalier ;
- ◆ Les distributeurs : représentés par les équipes de gardes¹ (EG) de l'établissement hospitalier ;
- ◆ Le client final ou le consommateur des soins : qui n'est autre que le patient.

L'analyse du système a été effectuée selon une approche descendante (*top-down*). Sachant que cette analyse est de type « *as is* » (l'analyse du système à l'état actuel), elle s'est reposée sur quelques hypothèses de modélisation.

3.1. Hypothèses de la modélisation

Les hypothèses de modélisation se rapportent aux choix faits pour décrire le système et organiser ses composants. Elles listent donc les aspects qui n'ont pas été pris en considération, les éléments qui ne sont pas représentés, et les perspectives retenues pour modéliser le système (Thierry, Thomas, et Bel 2008). En ce qui concerne notre cartographie, nous avons exprimé trois types d'hypothèses : fonctionnelles, environnementales, et en matière de vue.

3.1.1. Vues de la modélisation

Afin d'appuyer notre approche de modélisation nous avons ressenti le besoin de préciser les vues qui ont été choisies. Nous avons au préalable commencé par recenser, à travers la revue de littérature conduite dans le chapitre 2, les différents concepts qui ont un lien direct ou indirect avec la modélisation. Cette revue nous a poussés à constituer à travers une constellation de concepts des groupes appartenant à une vue particulière (cf. fig. 3.5).

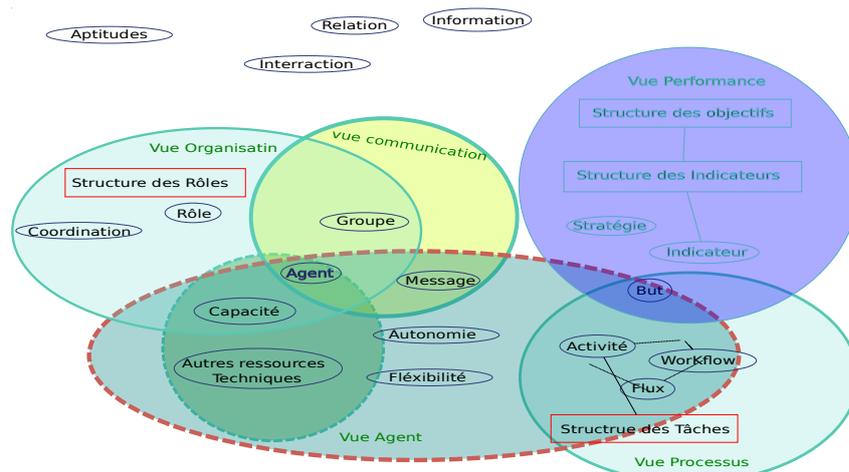


Figure 3.5. Constellation de concepts de modélisation et groupement en vues.

Nous constaterons, à travers l'illustration de la figure 3.5 qu'il y a particulièrement deux concepts qui mettent, en quelque sorte, une relation entre certaines vues :

- ◆ Le concept « But » qui relie la vue processus à la vue performance ;
- ◆ Le concept « Agent » qui relie la vue organisation à la vue agent.

¹ Ou unités de soins.

Sous couvert de ces observations, nous avons déduit que certaines vues sont reliées entre elles par au moins un concept, alors que d'autres sont complètement éloignées. Cela signifie qu'il existe pour quelques aspects de l'organisation une certaine interdépendance directe, alors que pour d'autres il peut y avoir une interaction par l'intermédiaire d'autres aspects. En clair, la vue performance et la vue communication, par exemple, seraient indépendantes, mais s'influenceraient à travers la vue agent.

Cependant, pour ne pas sortir du cadre de notre projet de recherche, il nous a semblé que pour construire un TBL la vue processus et la vue performance seraient amplement suffisantes. Par conséquent, notre perspective de modélisation a été focalisée, en particulier, sur la vue processus, car c'est sur cette dernière que la chaîne logistique se définit.

3.1.2. Hypothèses environnementales

Dans ce volet, nous citerons les entités qui seront considérées comme des éléments se situant en dehors des frontières du système. Tout d'abord, précisons que nous représentons la chaîne logistique comme un système ayant hypothétiquement plusieurs frontières. Ces limites apparaissent en supposant qu'il est composé de plusieurs chaînons à différents niveaux de détails. Par exemple, nous considérons que le service de santé est issu de la composition de deux maillons logistiques : la pharmacie du service de santé, et les équipes de garde. Ainsi, le service de santé est un chaînon de niveau supérieur qui peut être assemblé avec un autre : la pharmacie de l'hôpital. Dans ce dernier cas, les frontières du système se déplacent au niveau de l'établissement de santé tout entier, qui est le maillon de haut niveau (le sommet). Ce raisonnement est mieux illustré lors de la présentation de l'architecture du système de mesure de la performance (cf. fig. 3.7, p. 425). De là, les frontières principales arrêtées pour marquer la portée de la modélisation et l'environnement du système logistique étudié se situent au niveau de l'établissement public de santé (EPH). On observe dans cet environnement : la PCH, les distributeurs privés ou publics des produits pharmaceutiques, et les laboratoires pharmaceutiques. On relève également le patient (le malade hospitalisé ou ambulatoire), et les autres catégories d'établissements publics de santé (EHS, CHU). Ces éléments sont représentés dans le modèle comme une boîte noire.

3.1.3. Hypothèses fonctionnelles

Le choix du niveau de détails dans la modélisation est en fonction de la complexité du système. Habituellement, il est exprimé par une structuration de l'activité. Selon Fleischmann (2010), ce choix est mieux défini lorsque le niveau de granularité se rapporte à l'agent plutôt qu'à l'une des décompositions de l'activité. Or, le cadre applicatif des processus logistiques développé dans la section 1.4.2 prévoyait déjà le niveau d'abstraction qui allait être appliqué. Il est de l'ordre de trois paliers (cf. table 3.4, p. 349). Ceci implique que la modélisation devait se décomposer en processus (niveau 1), en sous-processus (niveau 2), et en activités (niveau 3). Néanmoins, en adoptant dans une certaine mesure l'approche de Fleischmann, le niveau de détails avait augmenté d'un degré pour finalement descendre dans la décomposition jusqu'aux tâches. Somme toute, l'unité de granularité appliquée dans la cartographie est la tâche, entraînant une modélisation à quatre niveaux d'abstraction.

3.2. Cartographie des processus

Dans cette section, les diagrammes du modèle conceptuel décrivant la chaîne logistique du flux pharmaceutique dans le secteur de la santé sont présentés. La cartographie contient plusieurs types de schémas, selon les aspects retenus, et les possibilités du langage BPMN 2.0¹.

¹Rappelons au passage que la production de ces diagrammes a été réalisée avec le logiciel de modélisation Adonis-CE version 2.0, qui est la propriété de BOC®.

Chaque schéma est exposé dans une page à part entière, et contient dans la partie inférieure de son cadre, précisément sur la droite, la référence du diagramme exposé et son nom. Approximativement sur le même niveau, à gauche, une forme géométrique sous l'aspect d'un pentagone indique une référence. Ce pentagone, selon son orientation, renvoie à un diagramme parent auquel appartient le diagramme exposé, ou à un diagramme descendant (diagramme enfant).

La référence de chaque diagramme est calquée sur celle du cadre de modélisation (cf. table 3.4, p. 349). Cependant, pour les diagrammes de haut niveau nous nous sommes inspirés d'une technique de référencement qui appartient à la méthodologie IDEF (cf. Annexe D)¹. Ceci étant, les références qui apparaissent avec la lettre « M », suivie d'un numéro chronologique, désignent un maillon et son ordre dans le diagramme parent.

3.2.1. Conventions

Pour des raisons de simplification et pour rendre la représentation intelligible, nous avons opté, après avoir conçu trois versions du modèle, sur certains arrangements. Les carences du langage de modélisation, les contraintes de la cartographie, et les fonctionnalités du logiciel recouru, nous ont poussés à développer des accommodements. Bien entendu, ces accommodements sont en conformité avec le standard BPMN 2.0 :

- ◆ Le construit couloir (*Lane*) qui devrait représenter un rôle, un système, ou un département, symbolise dans notre modèle un sous-processus. Le rôle pour sa part est représenté, en exploitant les extensions d'Adonis-CE v2.0[®], sous la bordure inférieure de chaque tâche. L'ensemble des rôles, des ressources, ainsi que la structure organisationnelle sont décrits dans un diagramme dédié (cf. diagr. 38). Ce diagramme ne fait pas partie de la notation BPMN 2.0, il constitue seulement un complément proposé par le logiciel ;
- ◆ Le construit piscine (*Pool*) est utilisé dans notre modèle pour désigner les maillons et les *sous-maillons* de la chaîne logistique. Les maillons sont reproduits sur les diagrammes à chaque fois qu'il est nécessaire d'exposer les interfaces ;
- ◆ Contrairement aux restes, les deux premiers diagrammes de haut niveau (diagr. 1 et 2) sont des diagrammes de conversation. Ils permettent d'avoir un aperçu général sur la portée de la modélisation et la structure du système logistique ;
- ◆ Les diagrammes de collaboration comprennent des modèles de processus exposant les détails de chaque maillon logistique sur plusieurs niveaux d'abstraction (N3, N4, N5). Même si le standard BPMN 2.0 permet de visualiser le contenu d'un sous-processus directement sur le diagramme parent, nous avons préféré de séparer les détails afin de faciliter la lisibilité du modèle². De la sorte, un lecteur voulant obtenir plus de précisions sur un sous-processus quelconque pourra consulter son diagramme de détails, en suivant la référence du sous-processus en question ;
- ◆ Les noms des processus, des activités, et des tâches sont des verbes pour exprimer l'action, et ainsi éviter d'autres interprétations possibles venant des nuances du langage naturel. Cet usage est d'ailleurs exigé par le standard IDEF (FIPS PUBS 1993), et employé par la technique EPC. Il est également recommandé par le guide de modélisation 7PMG, ainsi que par plusieurs auteurs.
- ◆ Chaque diagramme de collaboration ou de processus possède un seul événement de début pour marquer le commencement du processus et éventuellement plusieurs événements de fin. Le chemin qui sépare l'événement de début et un événement de fin révèle un scénario d'instanciation possible du processus ;

¹Étant donné que le standard BPMN 2.0 et le logiciel Adonis-CE v2.0[®] n'intègrent pas de mécanisme de référencement, nous avons accompagné le nom des sous-processus par une référence désignée par DRE (mise entre crochets). Les DRE, comme ils sont expliqués dans l'Annexe D, renvoient à des diagrammes identifiés par ces mêmes références.

²En tenant compte, particulièrement, des difficultés liées à la lecture des diagrammes sur un support papier.

Quatre autres types de diagrammes non hiérarchisés accompagnent la cartographie des processus et la complètent (diagr. 38, 39, 40, 41). Ces schémas sont considérés dans notre modèle comme des expositions annexes apportant plus d'informations sur certains artefacts utilisés. Il est toutefois important d'indiquer que ces diagrammes n'utilisent pas un langage particulier, mais seulement des symboles proposés par le logiciel Adonis-CE v2.0®.

3.2.2. Le modèle conceptuel générique

Les diagrammes publiés dans cette partie reproduisent la version électronique disponible¹ au format HTML². La version électronique expose mieux le modèle et facilite son exploration et utilisation. Elle permet de naviguer convivialement entre les différents diagrammes reliés par hiérarchie, ou par des liens de complémentarité. De surcroît, la version électronique permet de visualiser de nombreux détails supplémentaires (description, commentaire, attributs, etc.) directement sur les objets ; sachant qu'il n'est pas possible de les introduire sur le support papier sans risquer de rendre le modèle sibyllin³. Les modèles de collaboration et de processus élaborés ne requièrent pas au fond de descriptions textuelles, car BPMN 2.0 est un langage standard, suffisamment spécifié. Toutefois, nous avons privilégié la description des diagrammes n'utilisant pas ce langage (diagr. 38, 39, 40, 41) par des annexes (cf. Annexes E).

Avant de présenter les diagrammes un par un, l'articulation de la cartographie⁴, dans son ensemble, est présentée par l'index des nœuds ci-dessous⁵ :

Index de la cartographie

Diagramme 1 : Chaîne logistique du produit pharmaceutique dans le secteur de la santé.....	p.368
| > Diagramme 2 : M2-Maillon Établissement Public Hospitalier.....	p.369
| | > Diagramme 3 : M21-Maillon Pharmacie Principale.....	p.370
| | | > Diagramme 4 : M21/PLT100-Planifier.....	p.371
| | | > Diagramme 5 : M21/PLT200-Contrôler l'activité.....	p.372
| | | > Diagramme 6 : M21/PLT400-Communiquer.....	p.373
| | | > Diagramme 7 : M21/FRN100-Acheter.....	p.374
| | | > Diagramme 8 : M21/FRN200-Approvisionner.....	p.375
| > Diagramme 9 : M21/FRN228-Contrôler les produits.....	p.376
| | > Diagramme 10 : M21/FRN231-Consigner l'entrée en stock.....	p.377
| | | ↳ Diagramme 11 : M21/FRN2311-Consigner l'entrée en stock sur application.....	p.378
| | > Diagramme 12 : M21/GLS100-Surveiller les stocks.....	p.379
| | > Diagramme 13 : M21/GLS200-Gérer les exceptions.....	p.380
| | | > Diagramme 14 : M21/GLS226-Procéder à un Achat d'urgence.....	p.381
| | | > Diagramme 15 : M21/GLS225-Entamer une demande de décharge.....	p.382
| | > Diagramme 16 : M21/DPS100-Analyser la commande.....	p.383
| | > Diagramme 17 : M21/DPS200-Livrer.....	p.384
| | > Diagramme 18 : M21/DPS300-Retourner.....	p.385
| | | > Diagramme 19 : M21/DPS331-Consigner l'entrée en stock des retours.....	p.386
| | > Diagramme 20 : M21/CTB100-Imputer.....	p.387
| | > Diagramme 21 : M21/CTB200-Traiter les factures fournisseur.....	p.388
| > Diagramme 22 : M22-Maillon Services de Santé.....	p.389
| | > Diagramme 23 : M221-Maillon Pharmacie du Service de Santé.....	p.390
| | | > Diagramme 24 : M221/PLT100-Planifier.....	p.391
| | | > Diagramme 25 : M221/PLT200-Contrôler l'activité.....	p.392
| | | > Diagramme 26 : M221/GLS100-Surveiller les stocks.....	p.393
| | | > Diagramme 27 : M221/GLS200-Gérer les exceptions.....	p.394
| | | > Diagramme 28 : M221/FRN100-Acheter.....	p.395
| | | > Diagramme 29 : M221/FRN200-Approvisionner.....	p.396

¹ Sur le CD accompagnant la thèse.

² Avec lequel il est possible de le lire uniquement avec le navigateur web Firefox®.

³ Nous avons préféré de ne pas charger les diagrammes avec du texte, même si le standard BPMN 2.0 le permet.

⁴ La structure de la cartographe correspond à l'index des nœuds selon la méthodologie IDEF (cf. Annexe D).

⁵ Il est à noter que dans la version électronique l'articulation se situe dans le groupe nommé : modèle conceptuel. La hiérarchisation des diagrammes est représentée par des sous-dossiers nommés dans le panneau de navigation par : N1, N2, N3, N4, exprimant chacun un niveau particulier d'abstraction.

|	|	|	|	> Diagramme 30 : M221/DPS100-Analyser la commande.....	p.397
|	|	|	|	> Diagramme 31 : M221/DPS200-Livrer.....	p.398
|	|	|	|	> Diagramme 32 : M221/CTB100-Imputer.....	p.399
|	|	|	>	Diagramme 33 : M22-Maillon Équipes de Garde.....	p.400
|	|	|	|	> Diagramme 34 : M222/FRN200-Approvisionner.....	p.401
|	|	|	|	> Diagramme 35 : M222/GLS200-Gérer les exceptions.....	p.402
|	|	|	|	> Diagramme 36 : M222/DPS100-Analyser la commande.....	p.403
|	|	|	|	> Diagramme 37 : M222/DPS200-Livrer.....	p.404
|	|	>	Diagramme 38 : Structure organisationnelle.....	p.405	
|	|	>	Diagramme 39 : Documents du flux d'information.....	p.406	
|	|	>	Diagramme 40 : Système informatique.....	p.406	
|	|	>	Diagramme 41 : Risques.....	p.406	
|	|	>	Diagramme 42 : M2-Maillon établissement public Hospitalier (représentation des métriques).....	p.428	
|	|	|	> Diagramme 43 : M21-Maillon Pharmacie Principale (représentation des métriques).....	p.429	
|	|	|	> Diagramme 44 : M221-Maillon Pharmacie du Service de Santé (représentation des métriques).....	p.430	

Les diagrammes 42, 43, et 44 sont des modèles identiques aux diagrammes 2, 3, et 23, qui de surcroît présentent les métriques du TBL élaboré sous forme d'artefacts proposés par le logiciel utilisé.

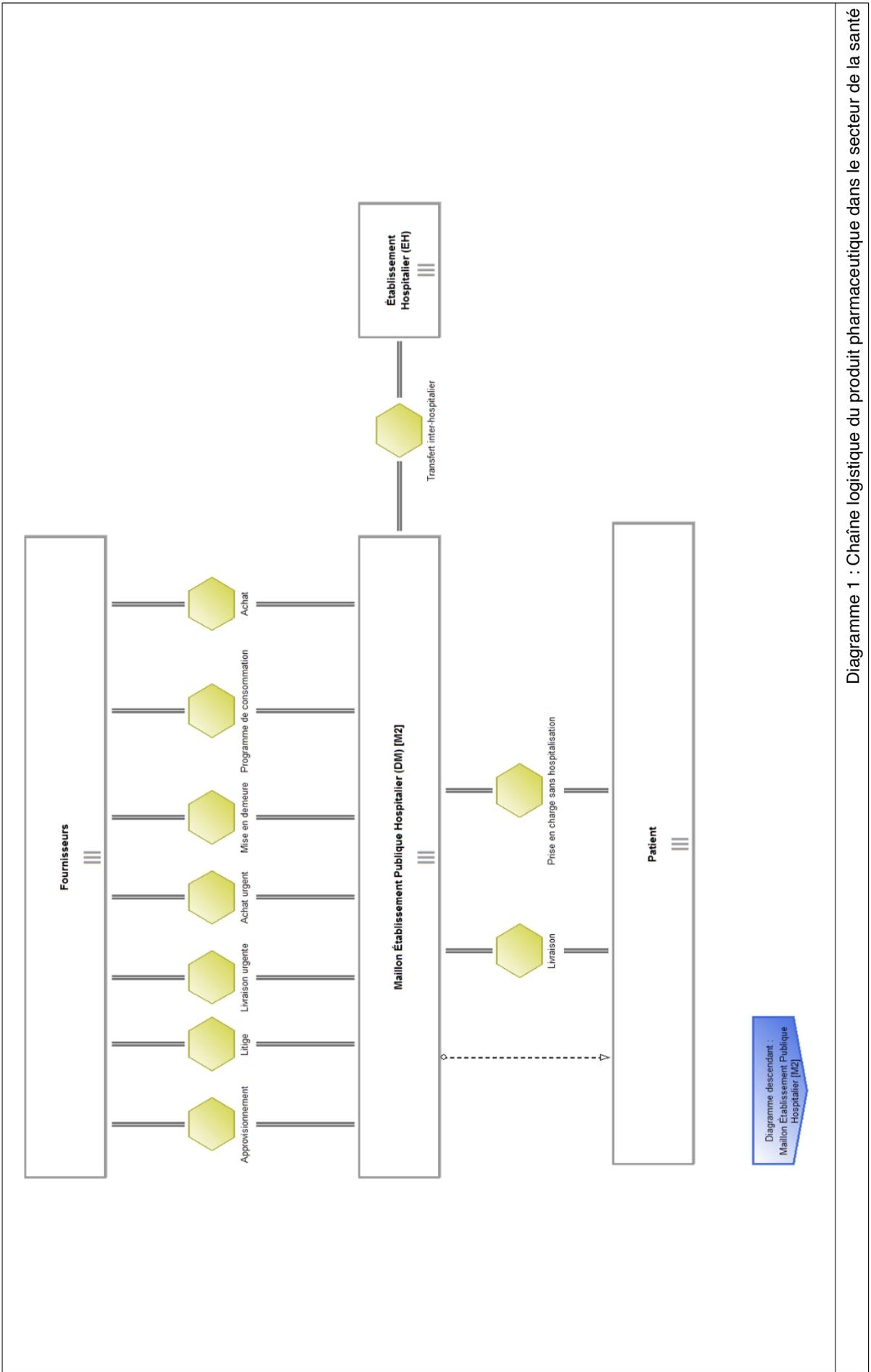


Diagramme 1 : Chaîne logistique du produit pharmaceutique dans le secteur de la santé

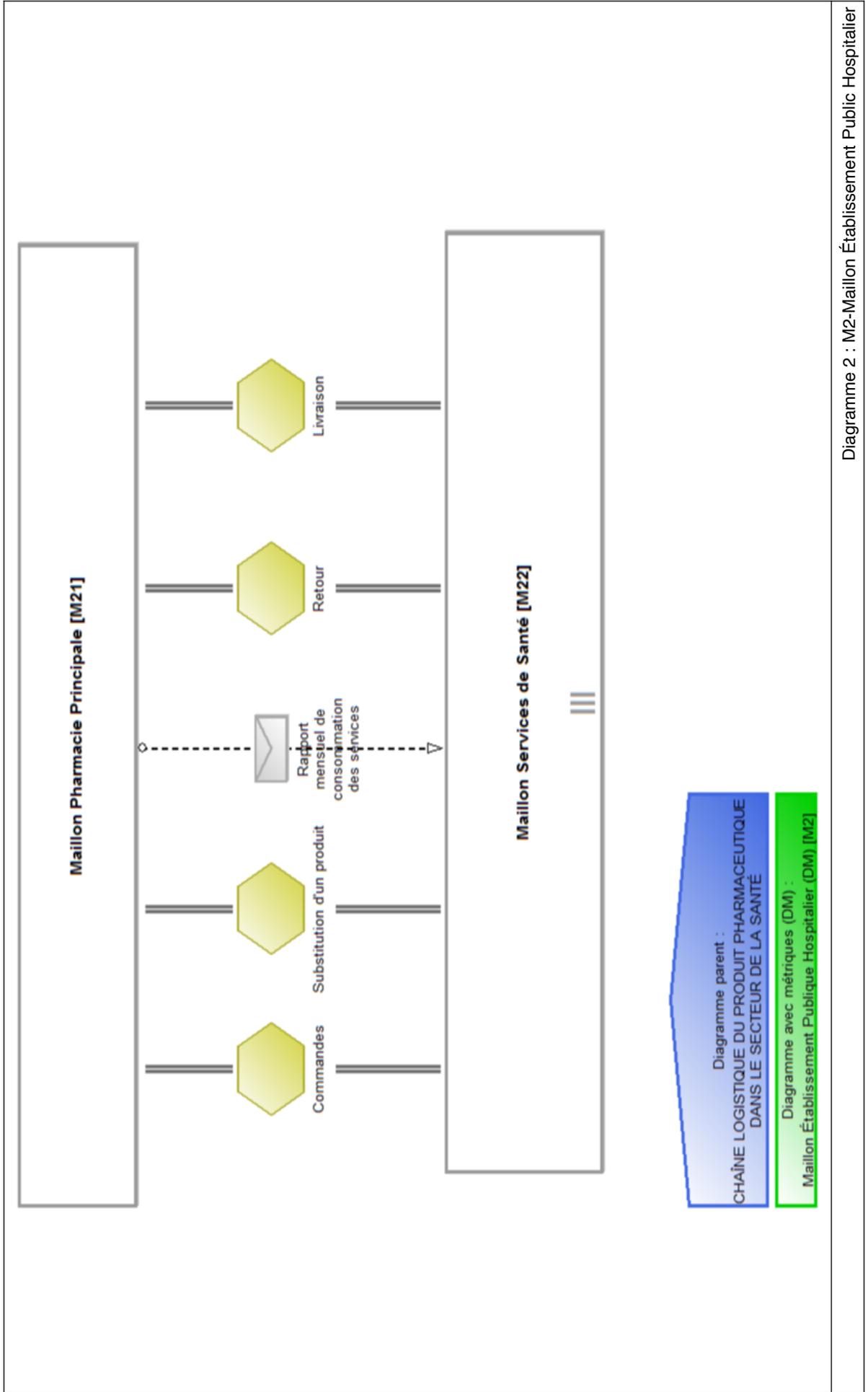


Diagramme 2 : M2-Maillon Établissement Public Hospitalier

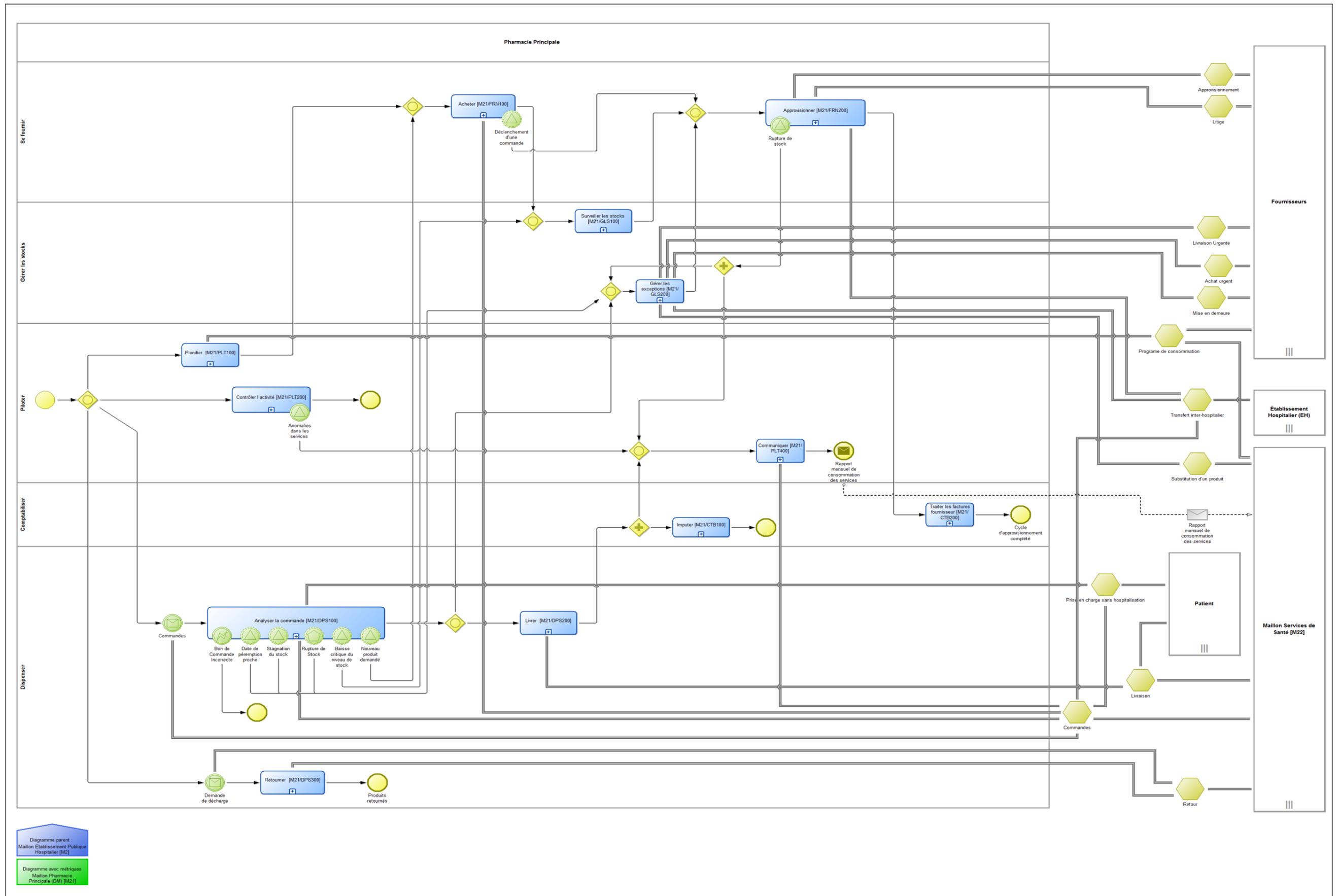


Diagramme parent
Maillon Etablissement Public
Hospitalier (M2)

Diagramme avec métriques
Maillon Pharmacie
Principale (DM) (M21)

Diagramme 3 : M21-Maillon Pharmacie Principale

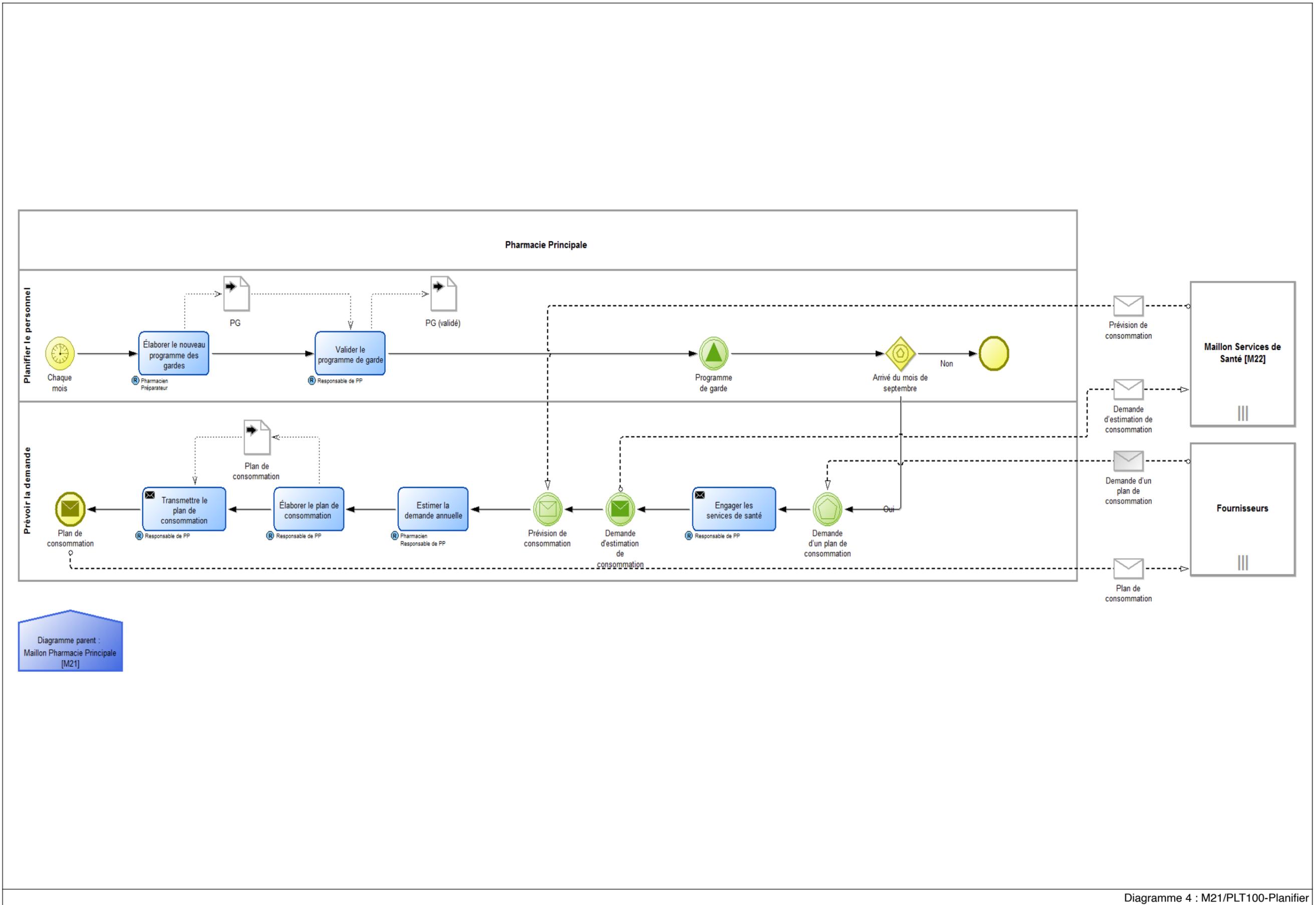


Diagramme 4 : M21/PLT100-Planifier

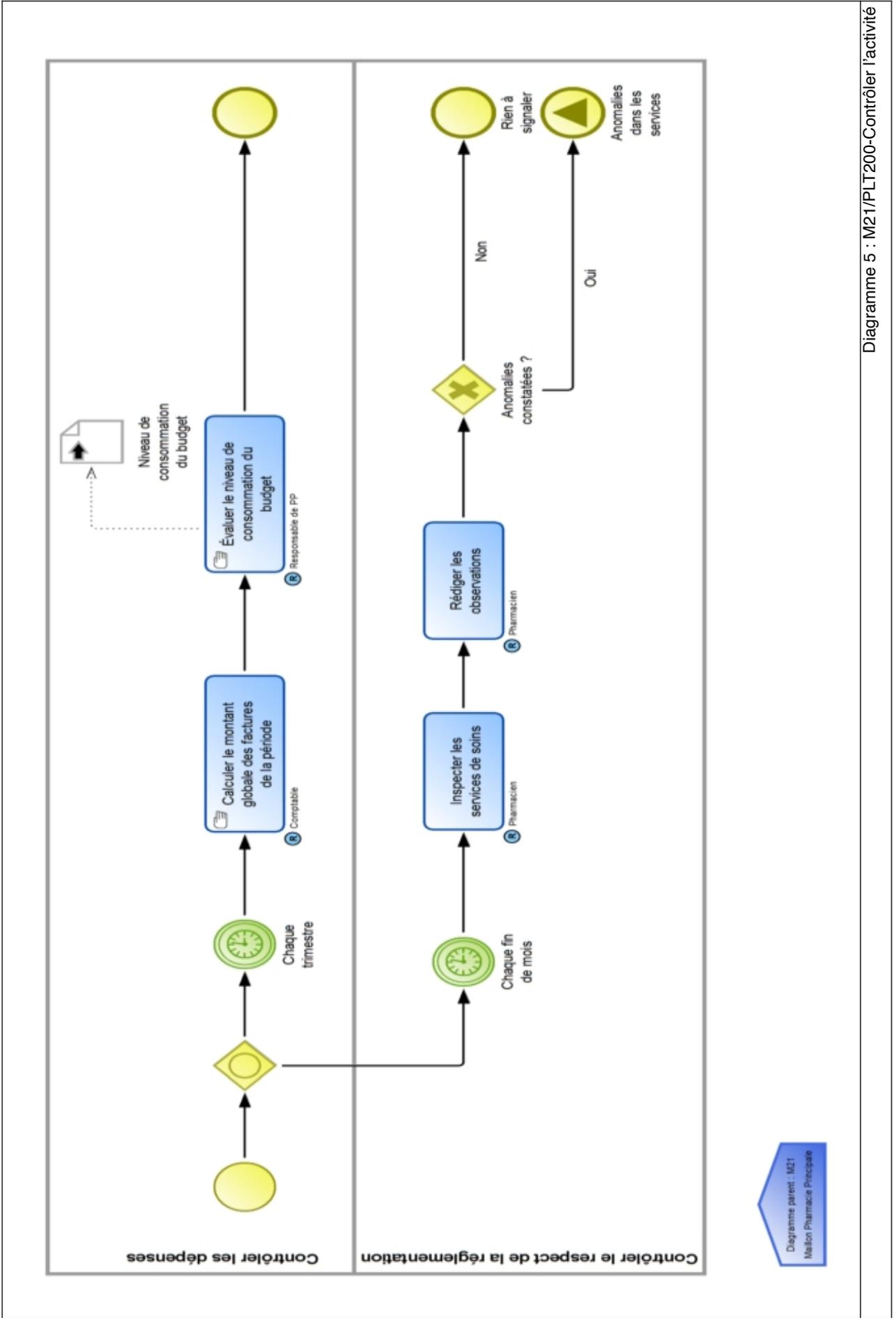


Diagramme 5 : M21/PLT200-Contrôler l'activité

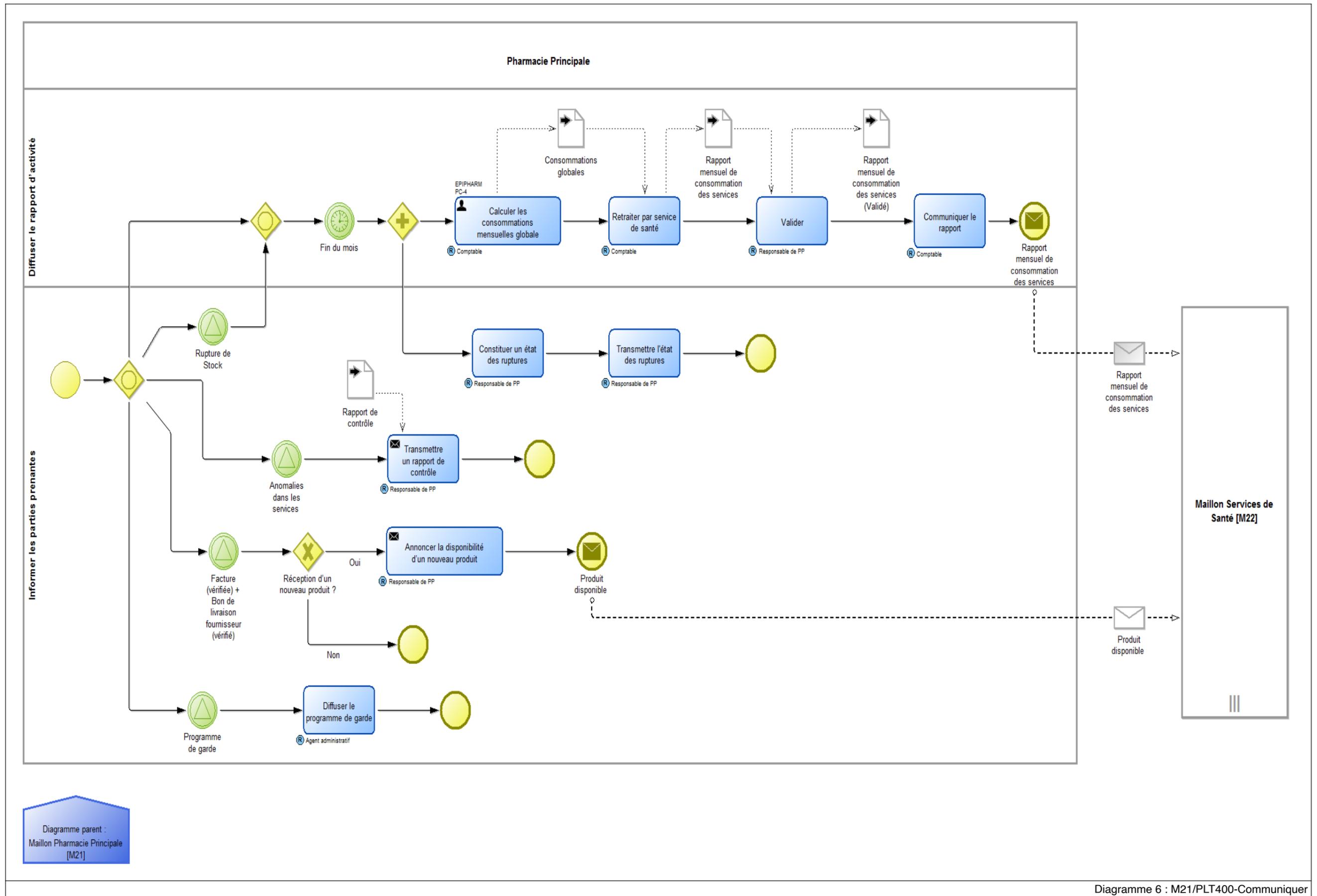


Diagramme 6 : M21/PLT400-Communiquer

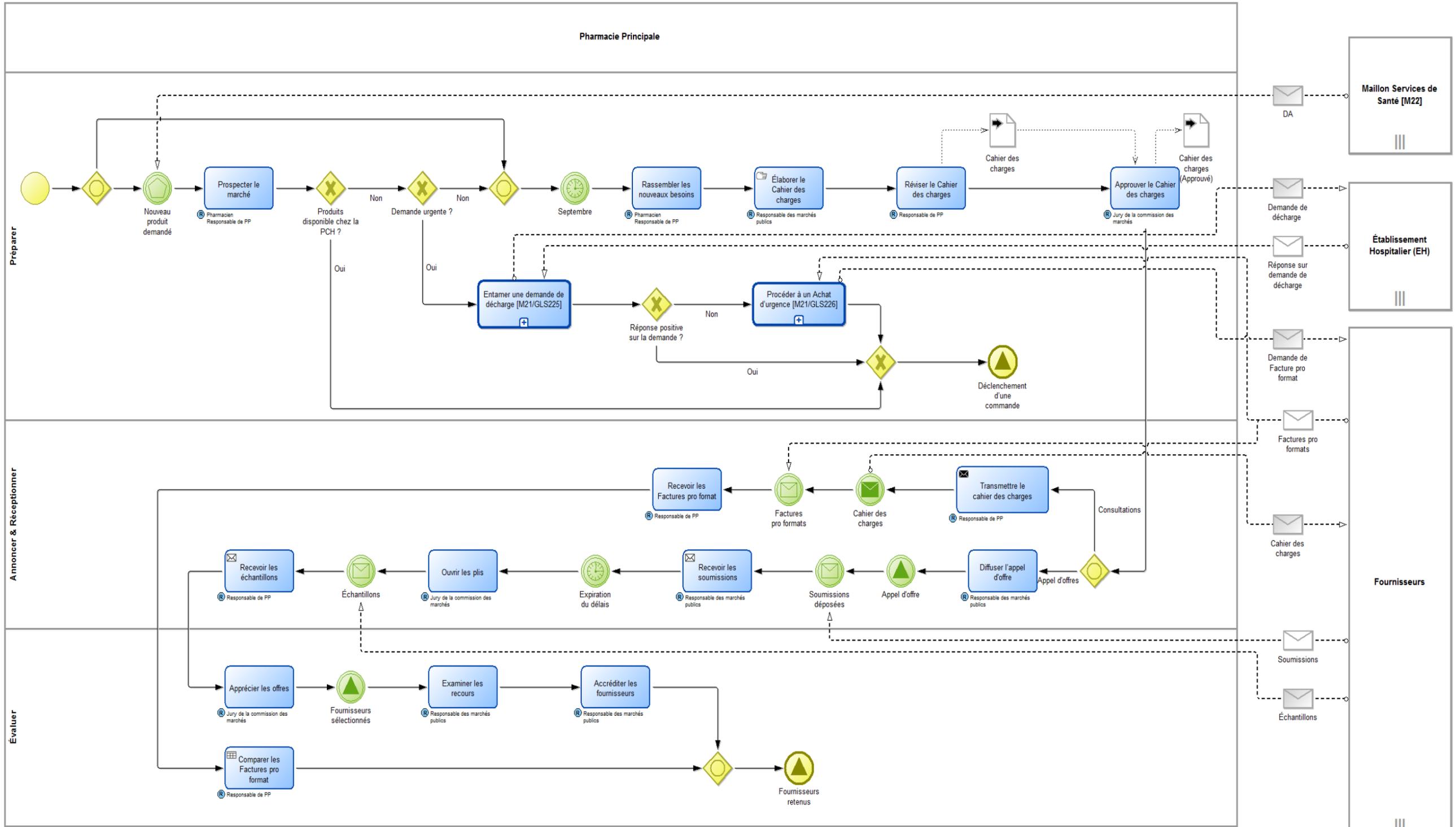


Diagramme parent :
Maillon Pharmacie Principale [M21]

Diagramme 7 : M21/FRN100-Acheter

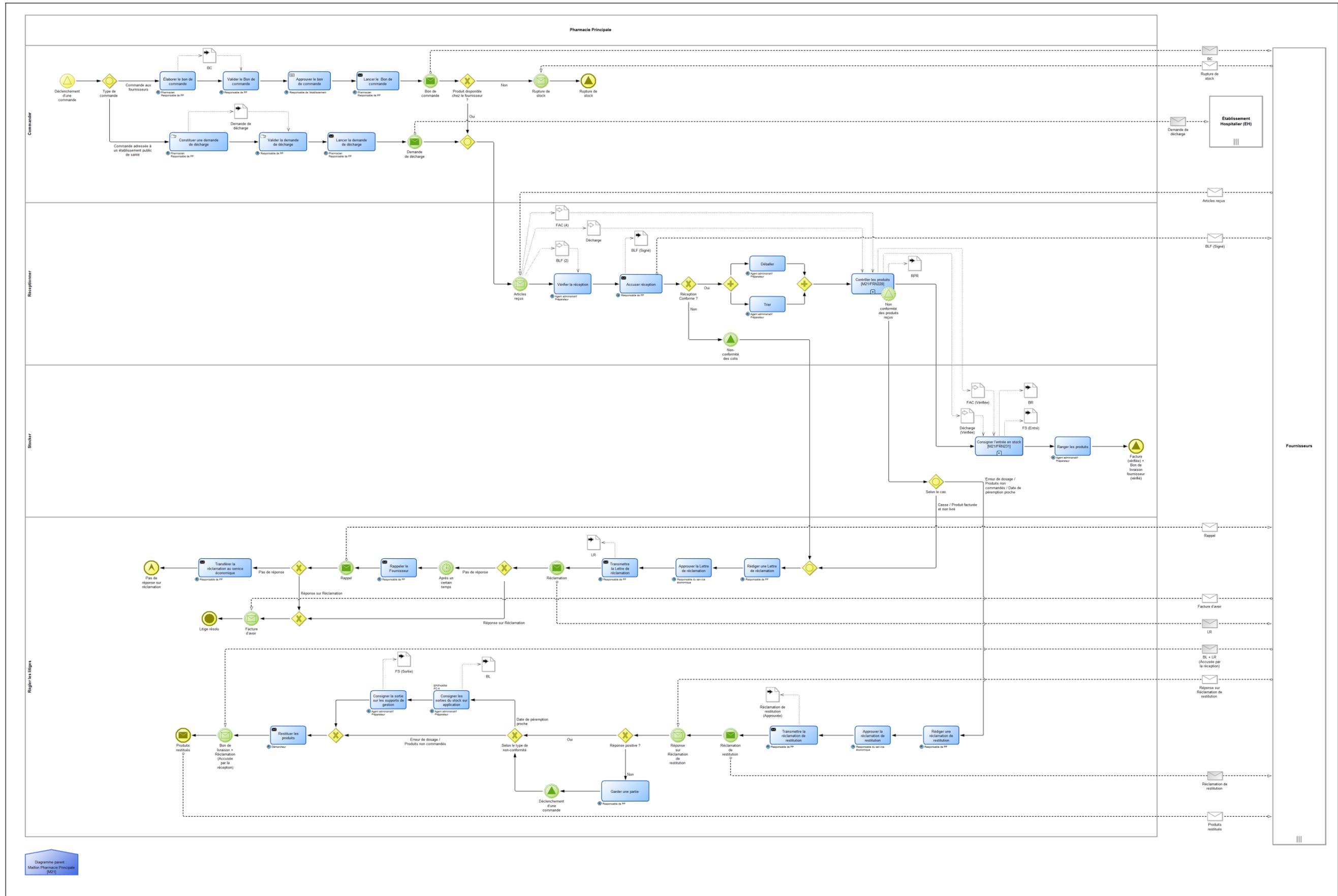


Diagramme parent
Maison Pharmacie Principale
M21

Diagramme 8 : M21/FRN200-Approvisionner

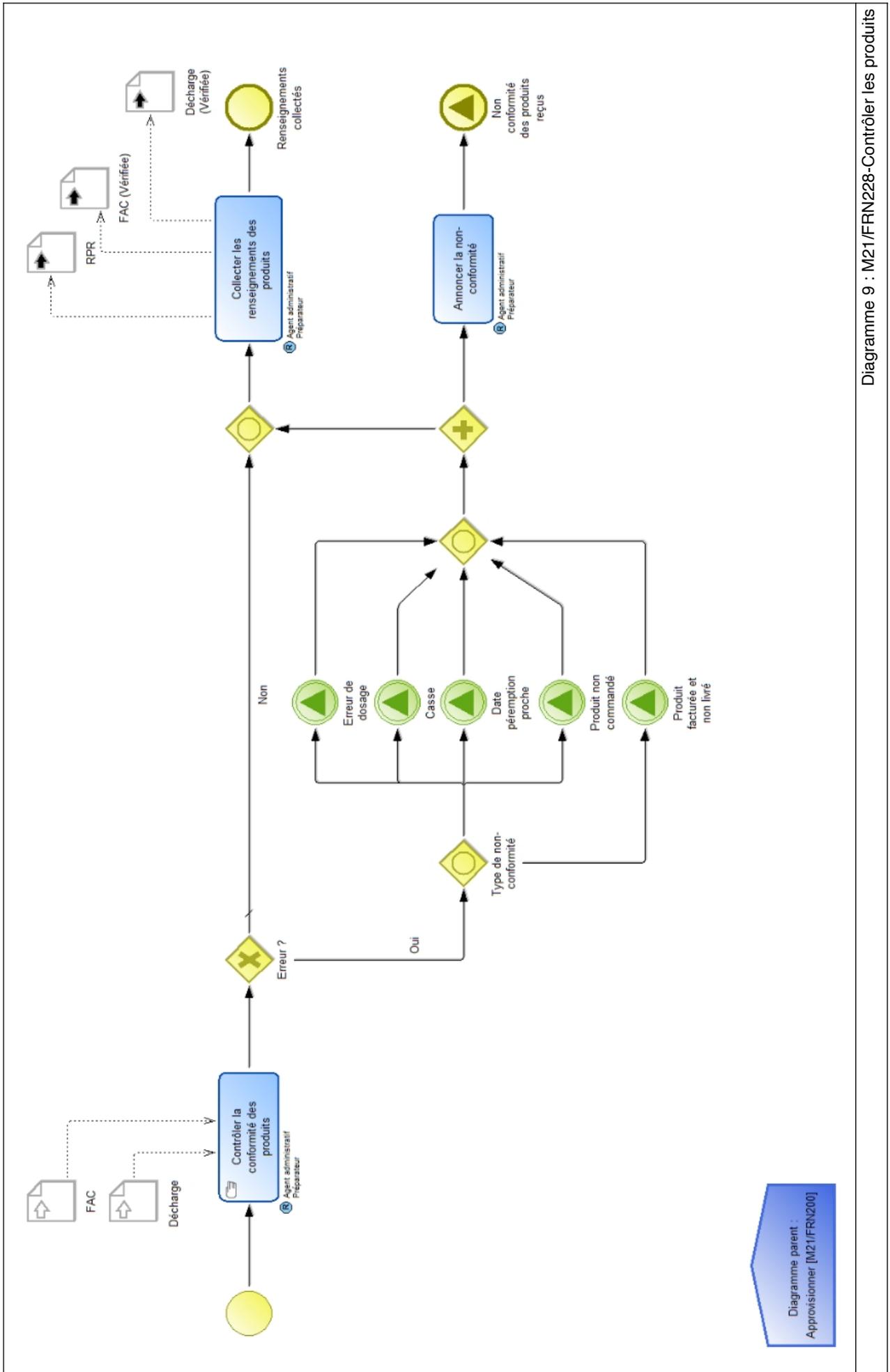


Diagramme parent :
Approvisionner [M21/FRN200]

Diagramme 9 : M21/FRN228-Contrôler les produits

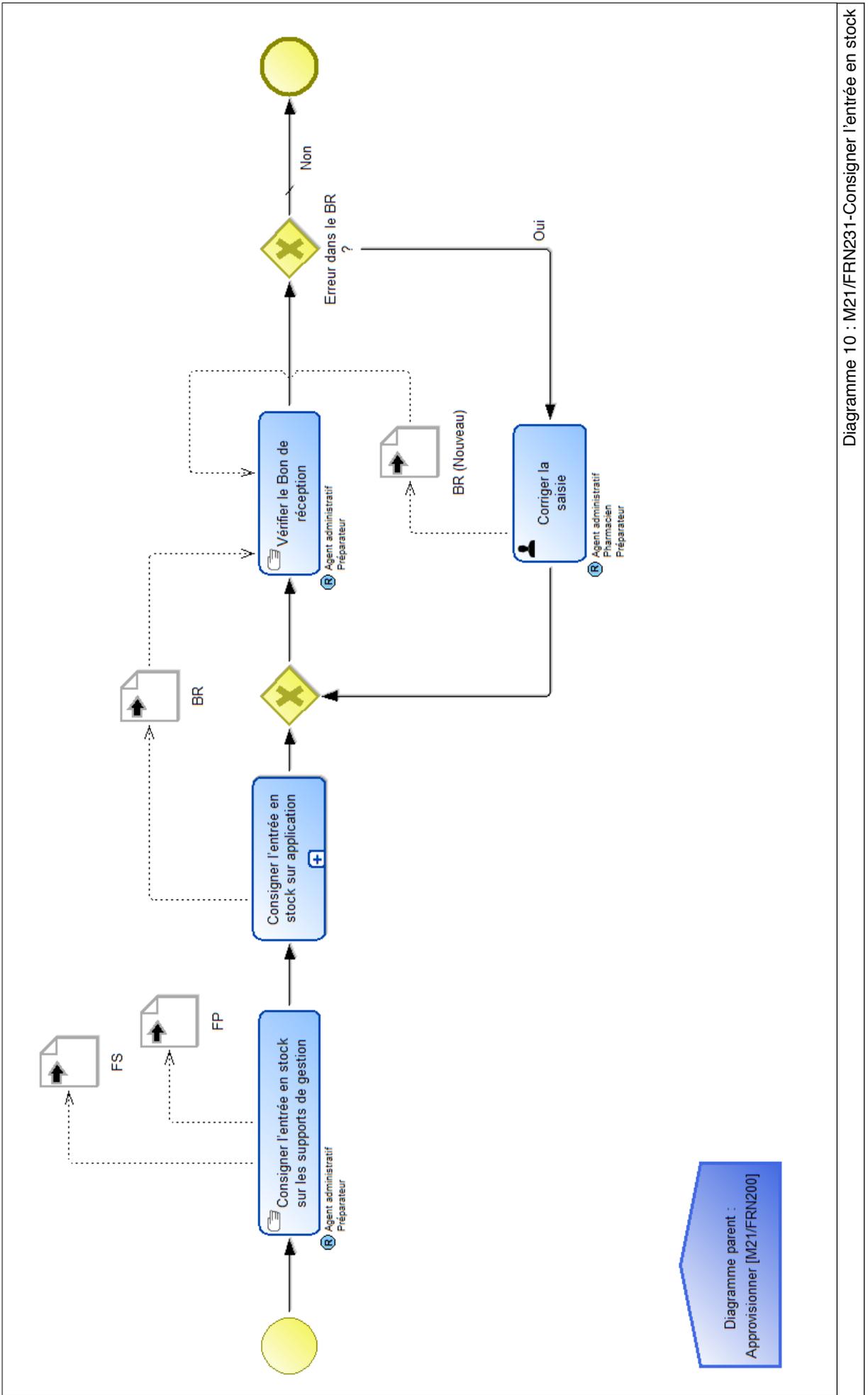


Diagramme 10 : M21/FRN231-Consigner l'entrée en stock

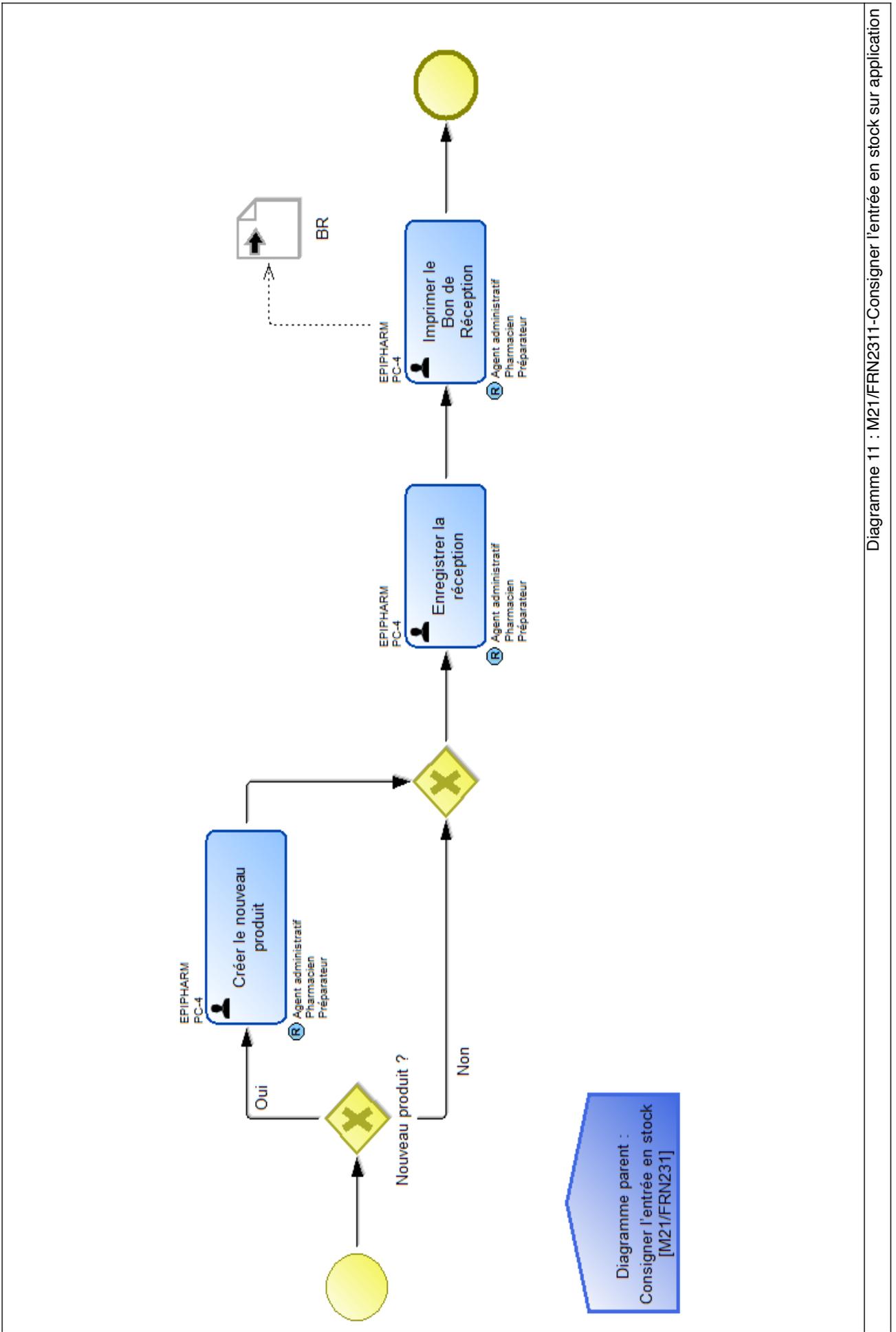


Diagramme 11 : M21/FRN2311-Consigner l'entrée en stock sur application

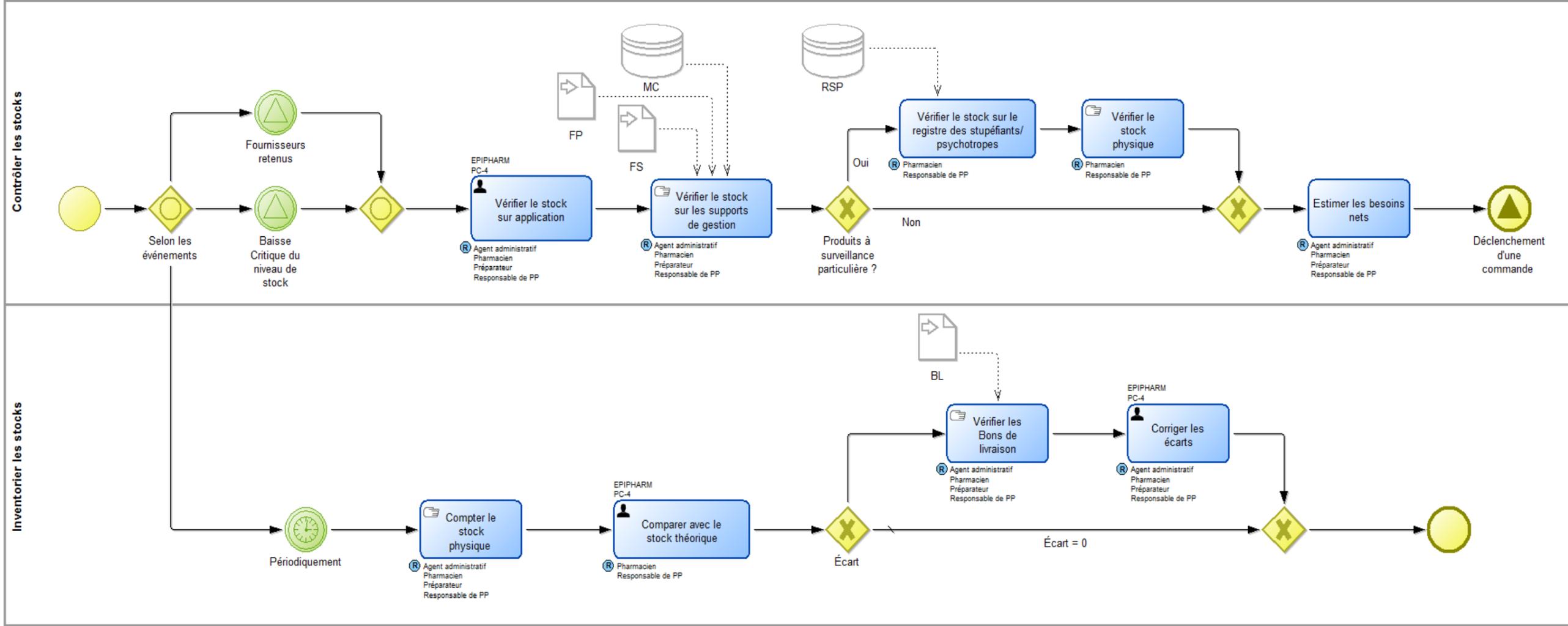


Diagramme parent :
Maillon Pharmacie Principale
[M21]

Diagramme 12 : M21/GLS100-Surveiller les stocks

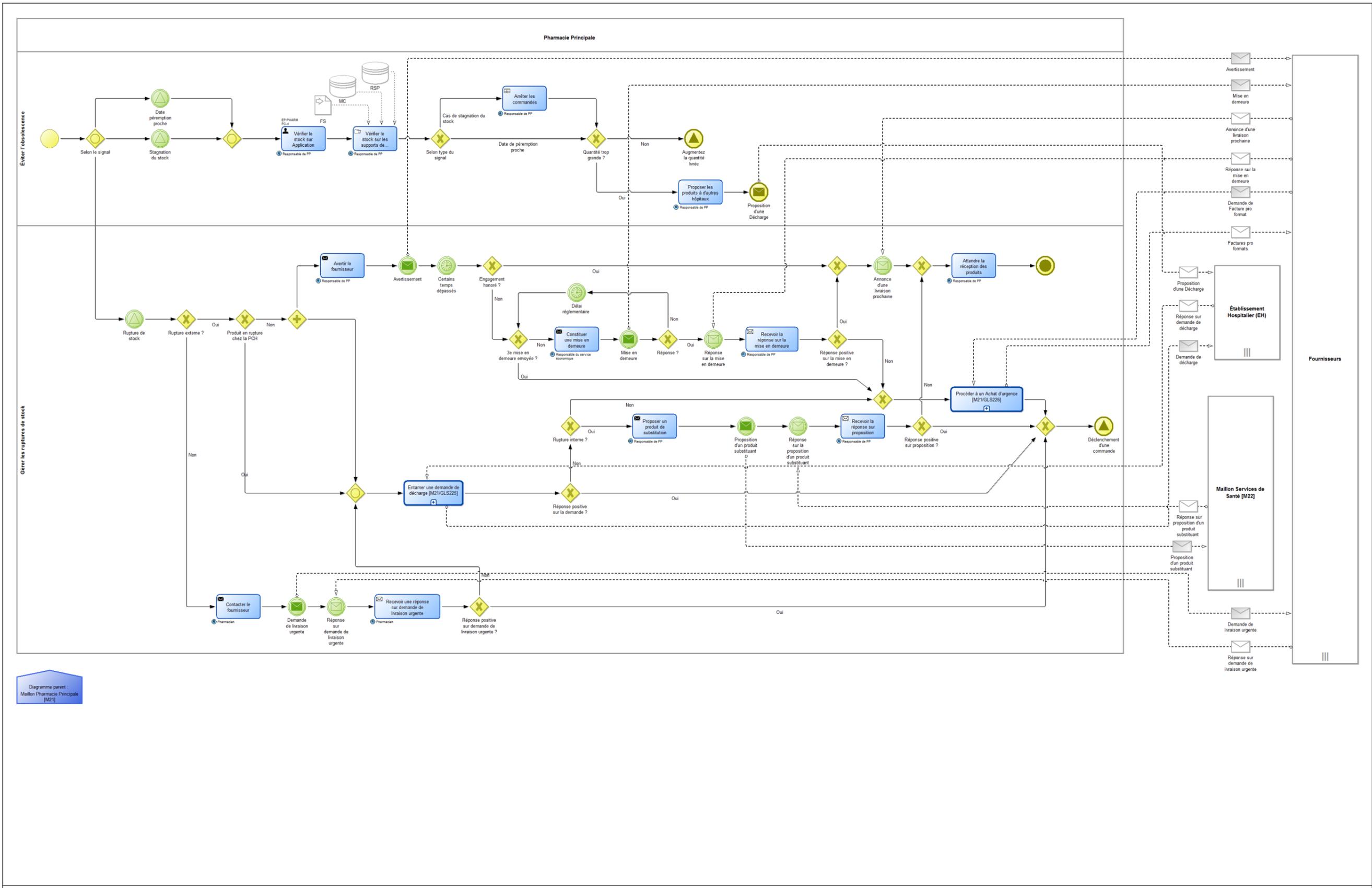


Diagramme 13 : M21/GLS200-Gérer les exceptions

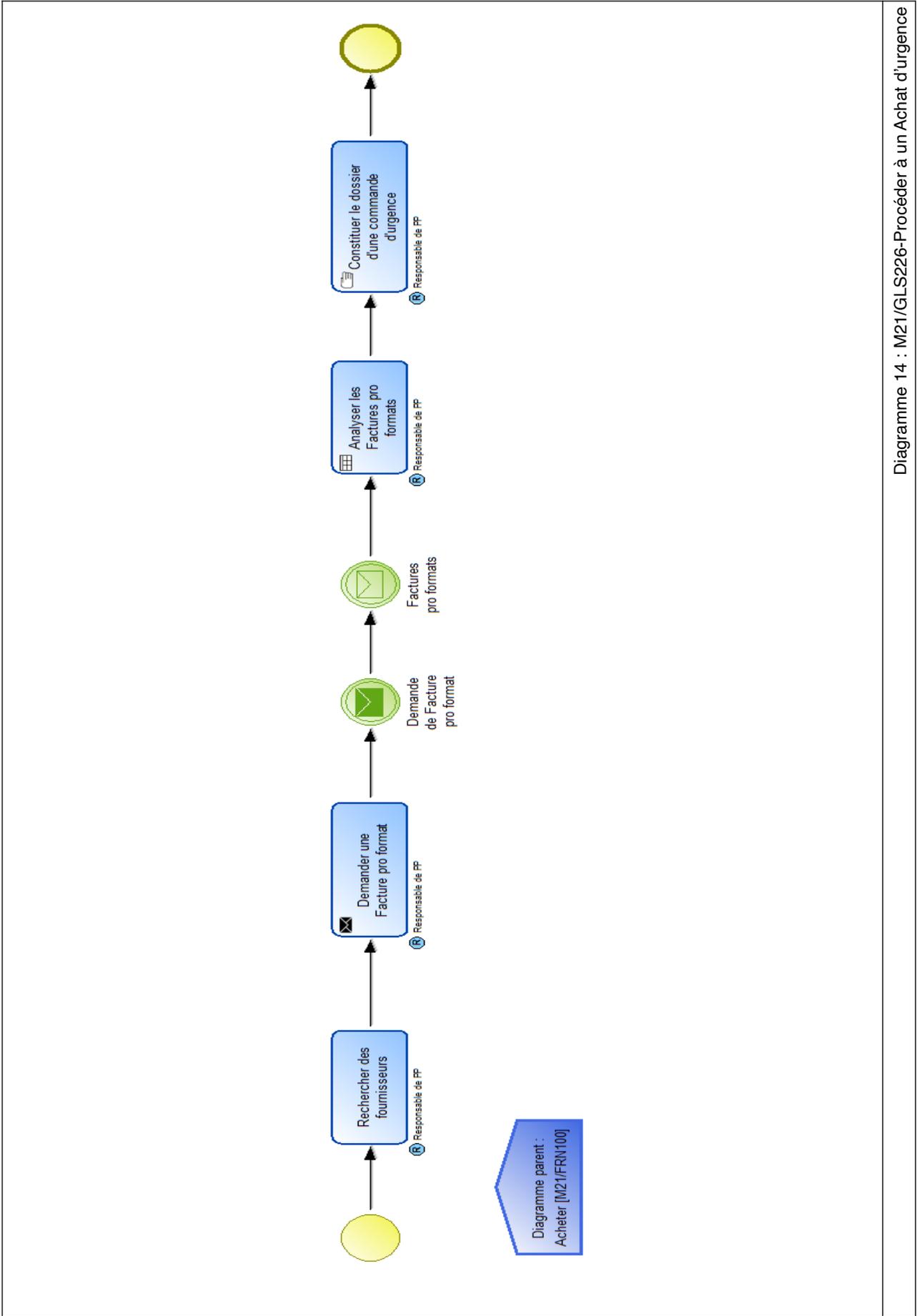


Diagramme 14 : M21/GLS226-Procéder à un Achat d'urgence

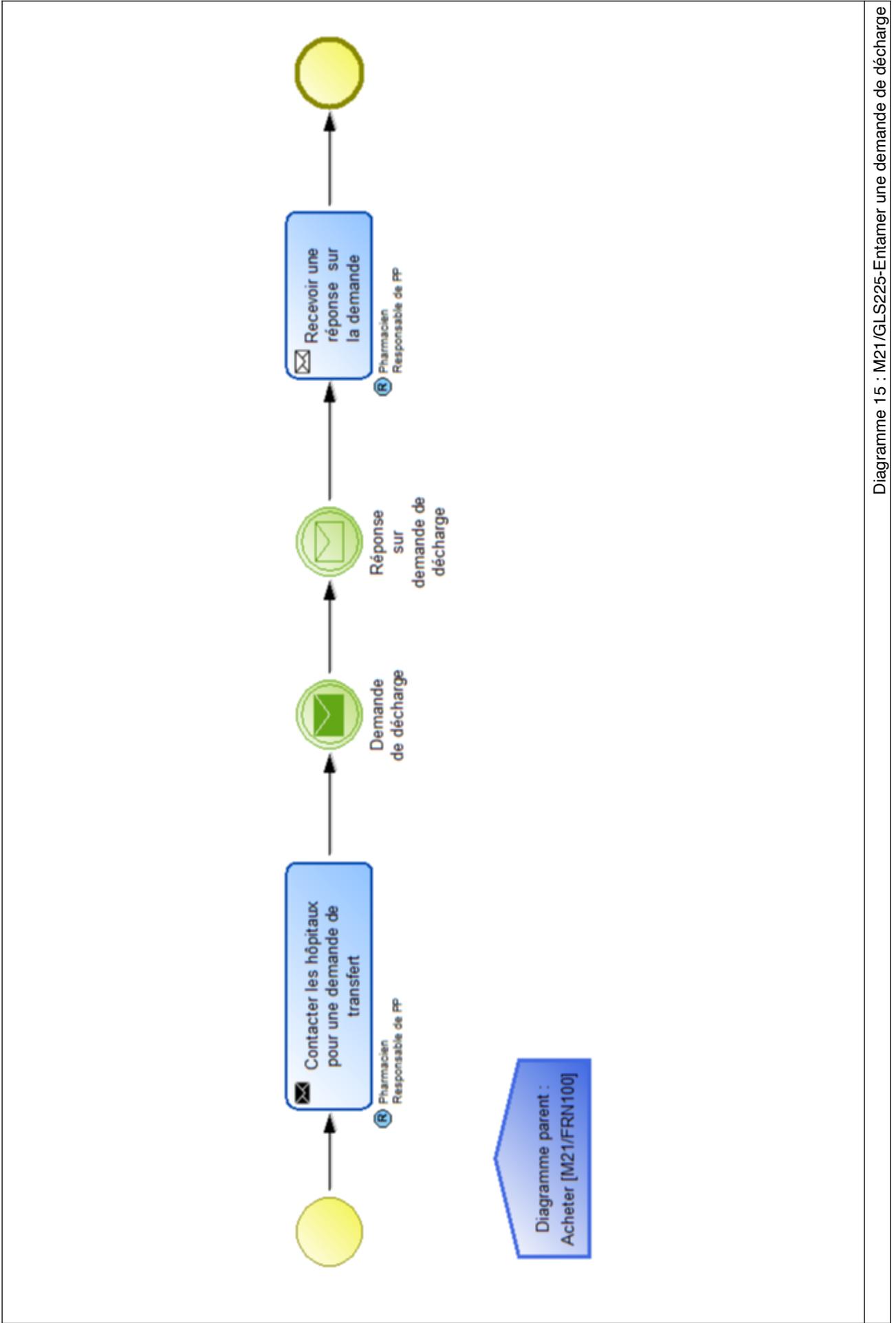


Diagramme 15 : M21/GLS225-Entamer une demande de décharge

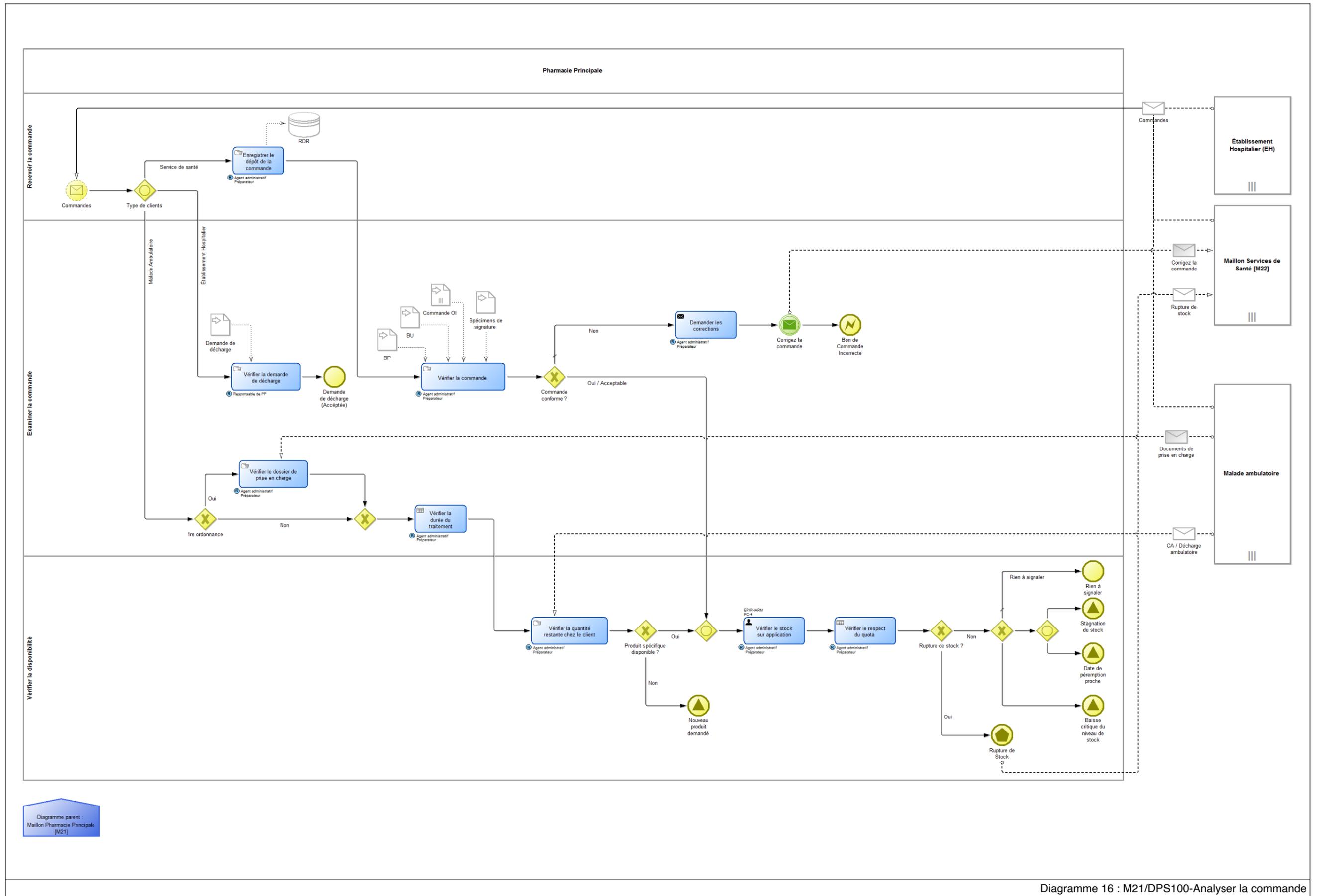


Diagramme 16 : M21/DPS100-Analyser la commande

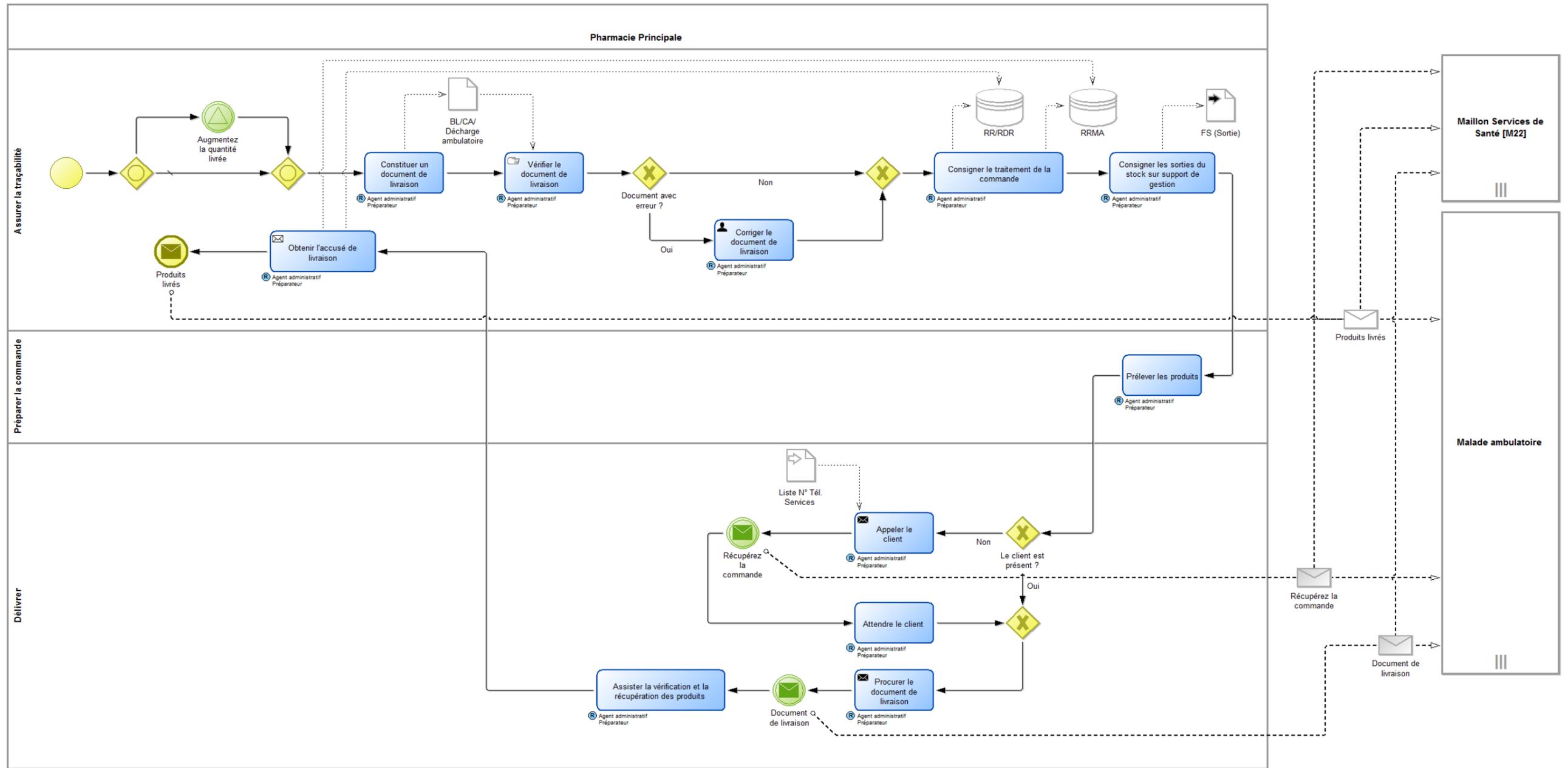


Diagramme parent :
Maillon Pharmacie Principale
[M21]

Diagramme 17 : M21/DPS200-Livrer

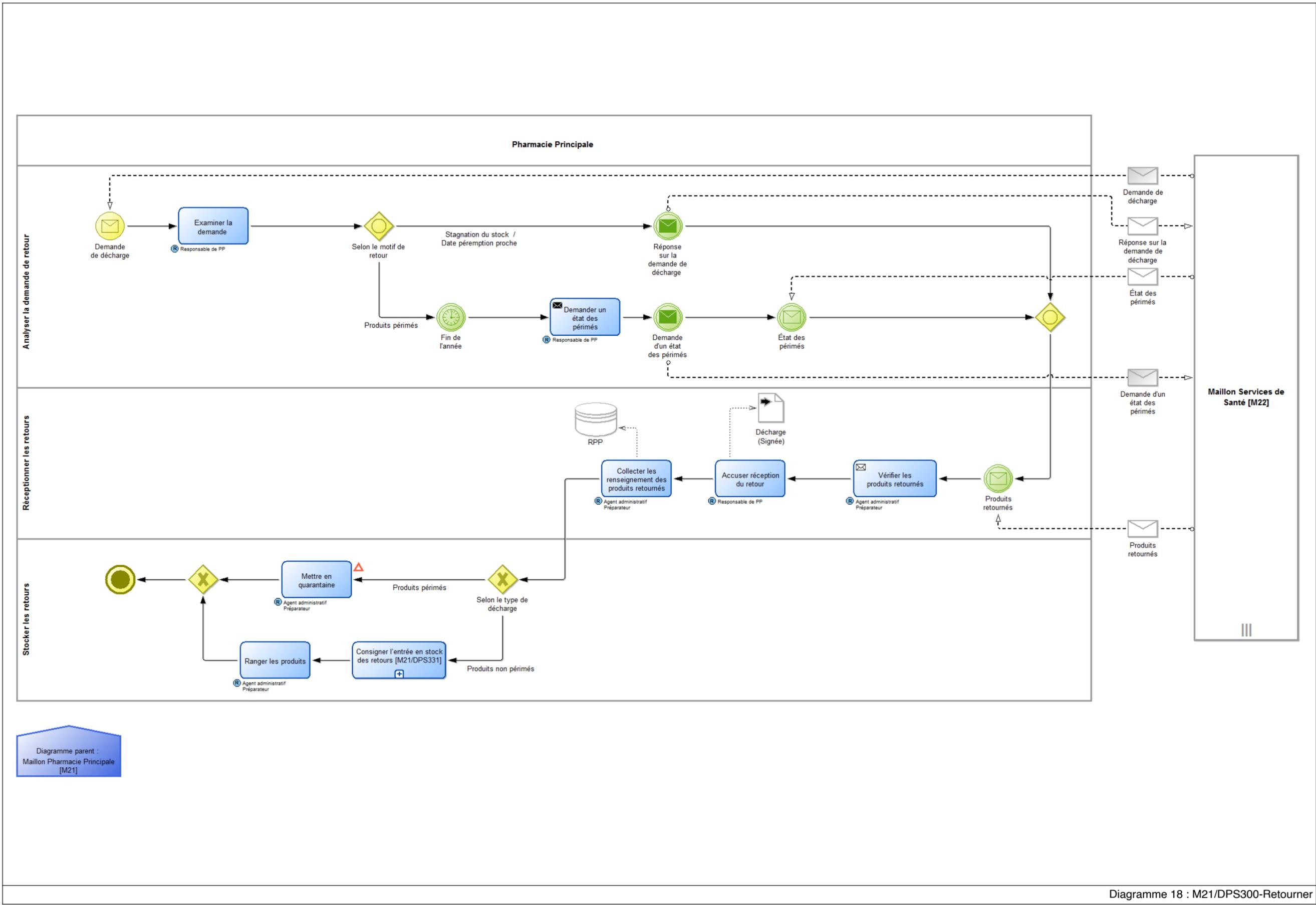


Diagramme parent :
Maillon Pharmacie Principale
[M21]

Diagramme 18 : M21/DPS300-Retourner

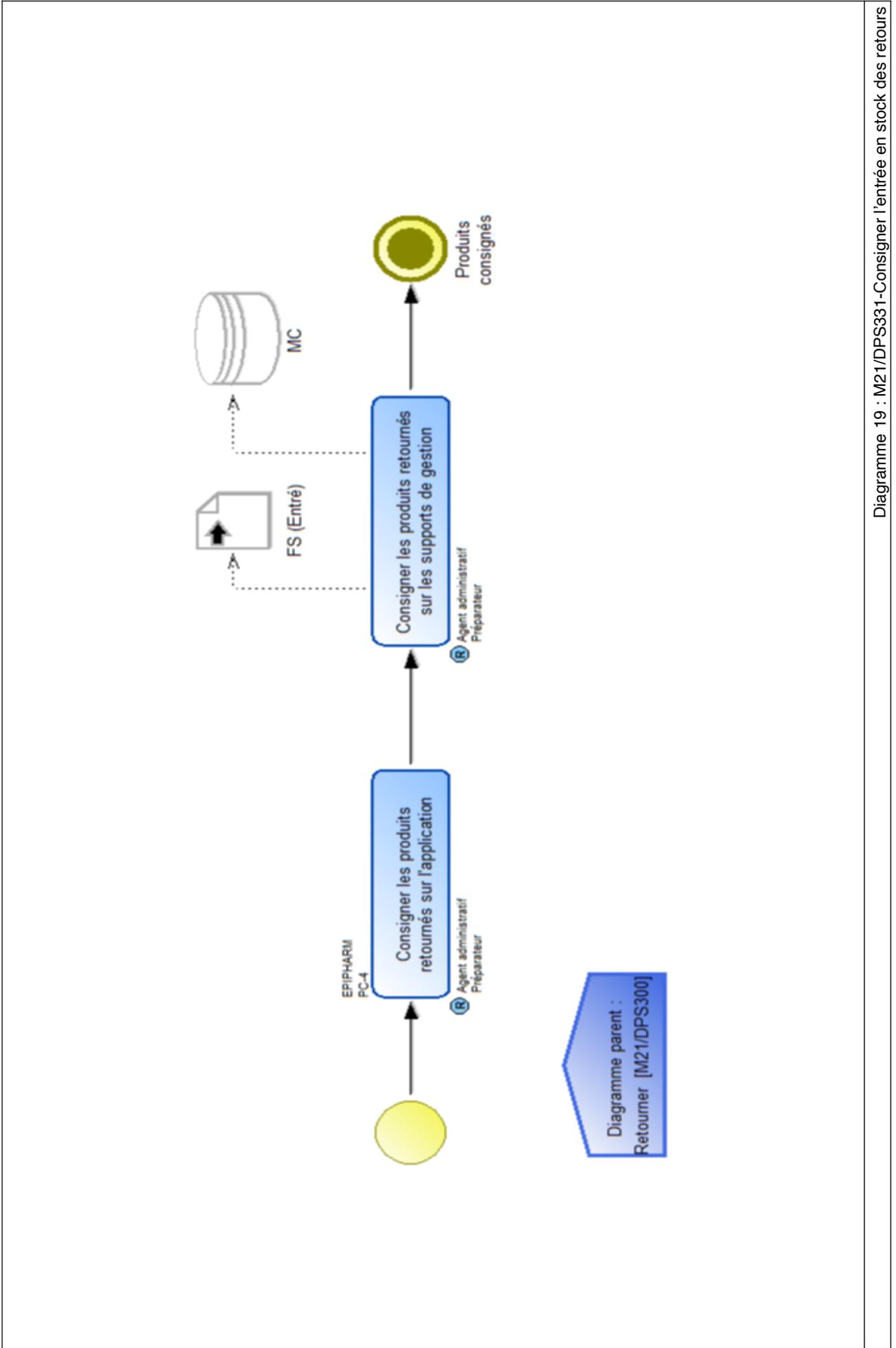


Diagramme 19 : M21/DPS331-Consigner l'entrée en stock des retours

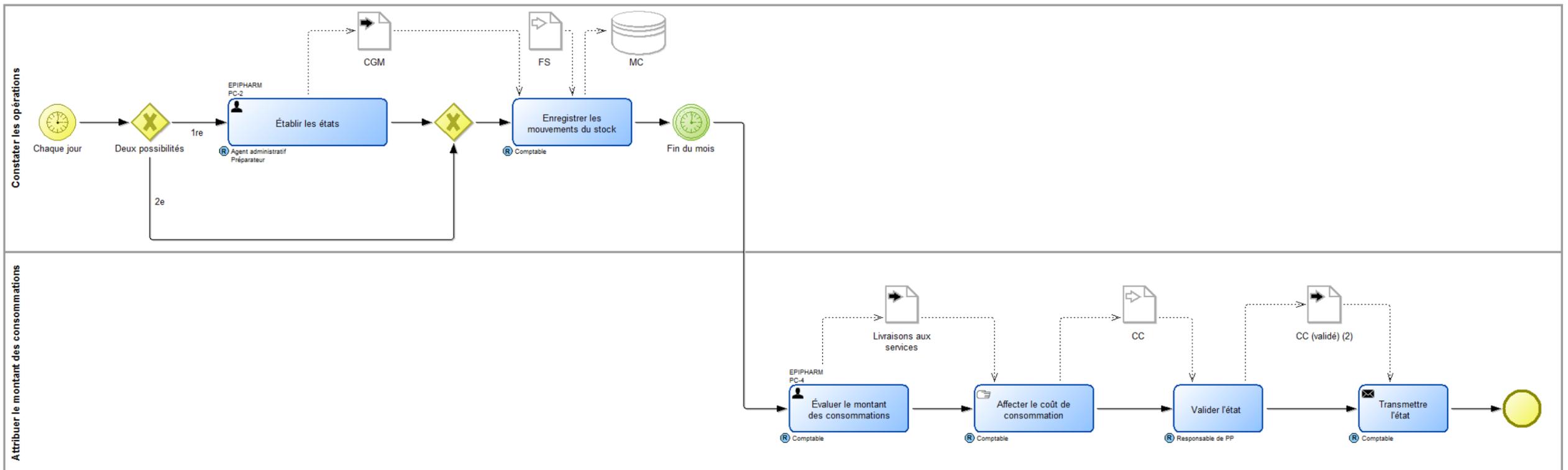
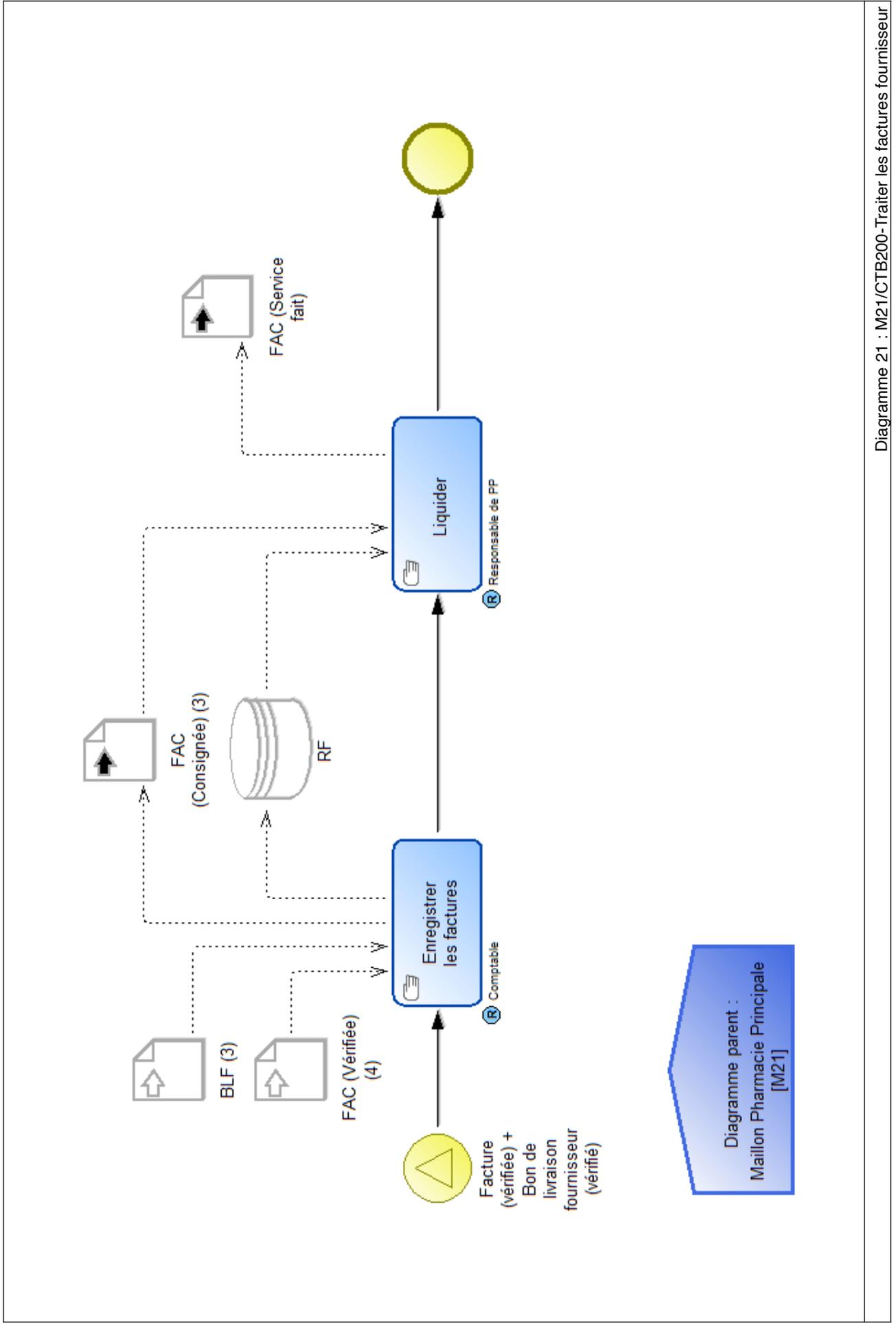
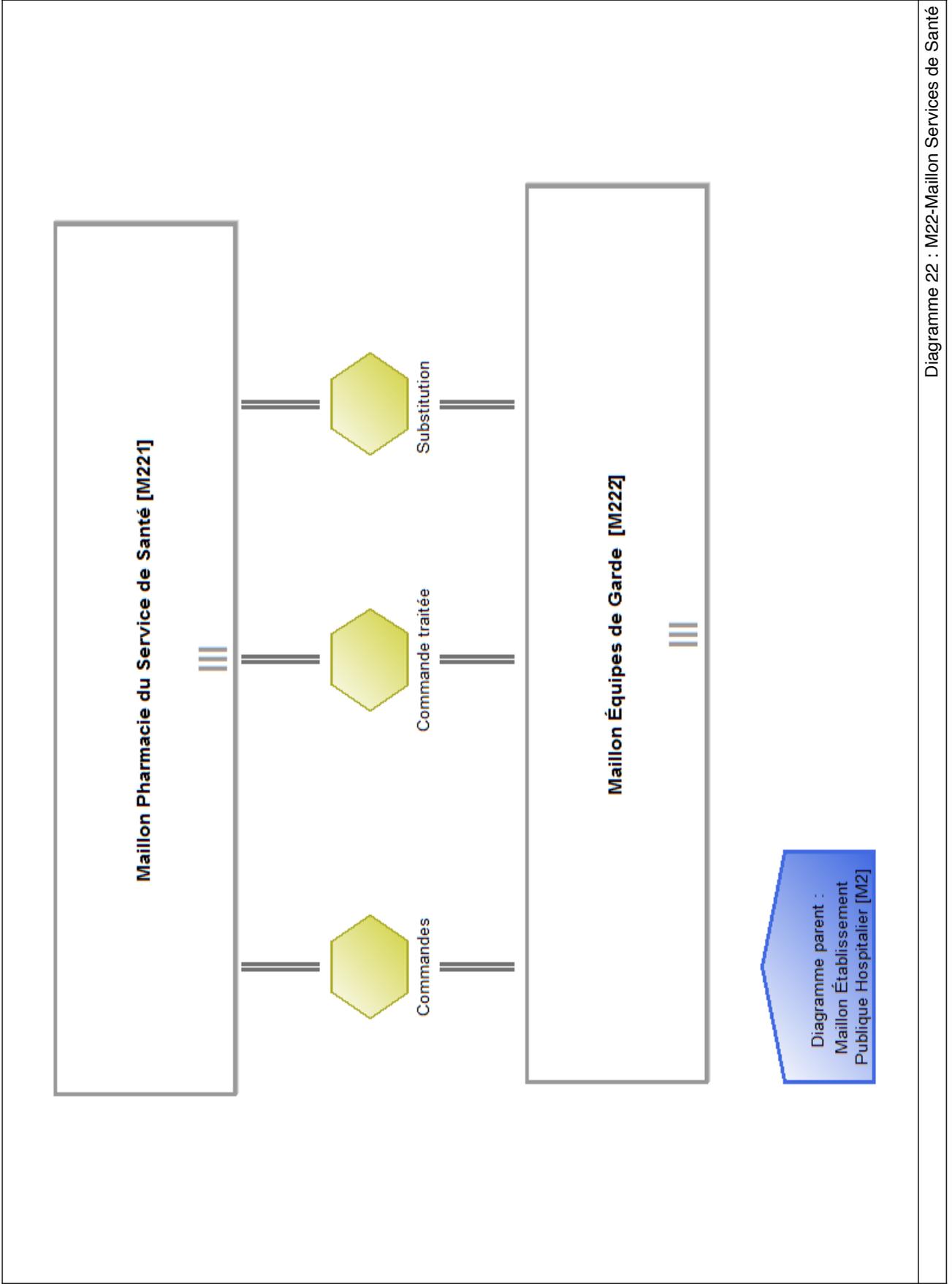


Diagramme parent :
Maillon Pharmacie Principale
[M21]





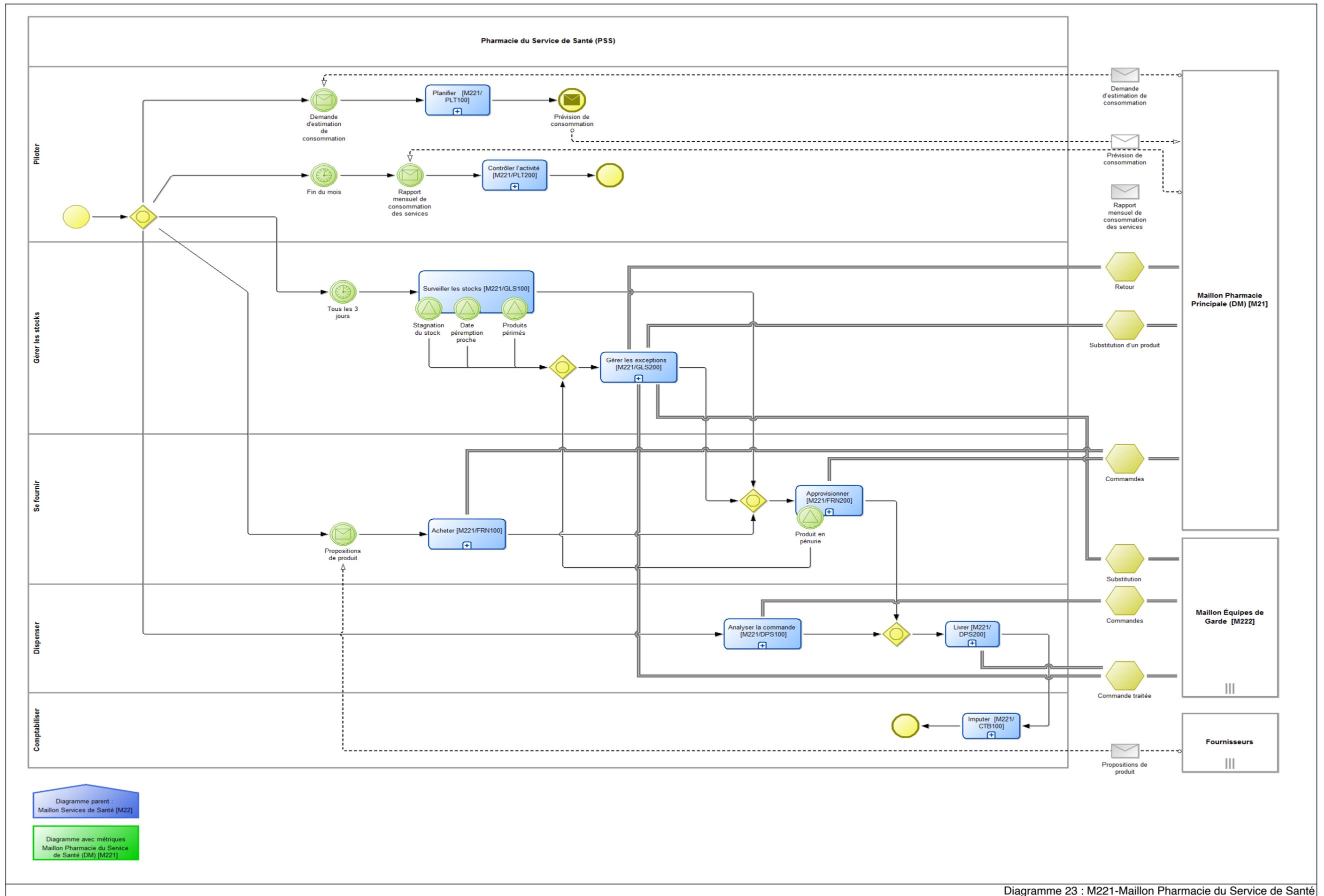
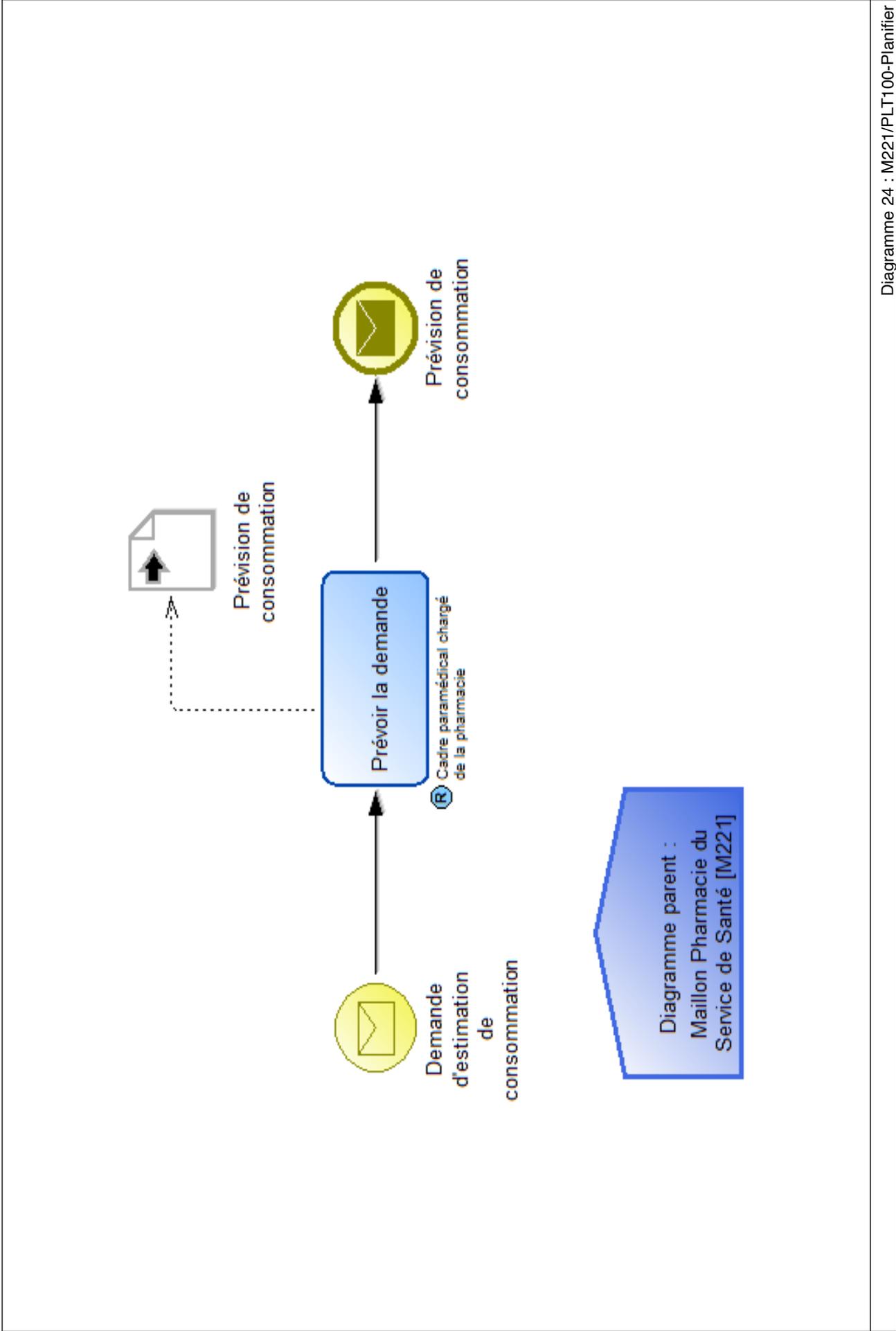


Diagramme 23 : M221-Maillon Pharmacie du Service de Santé



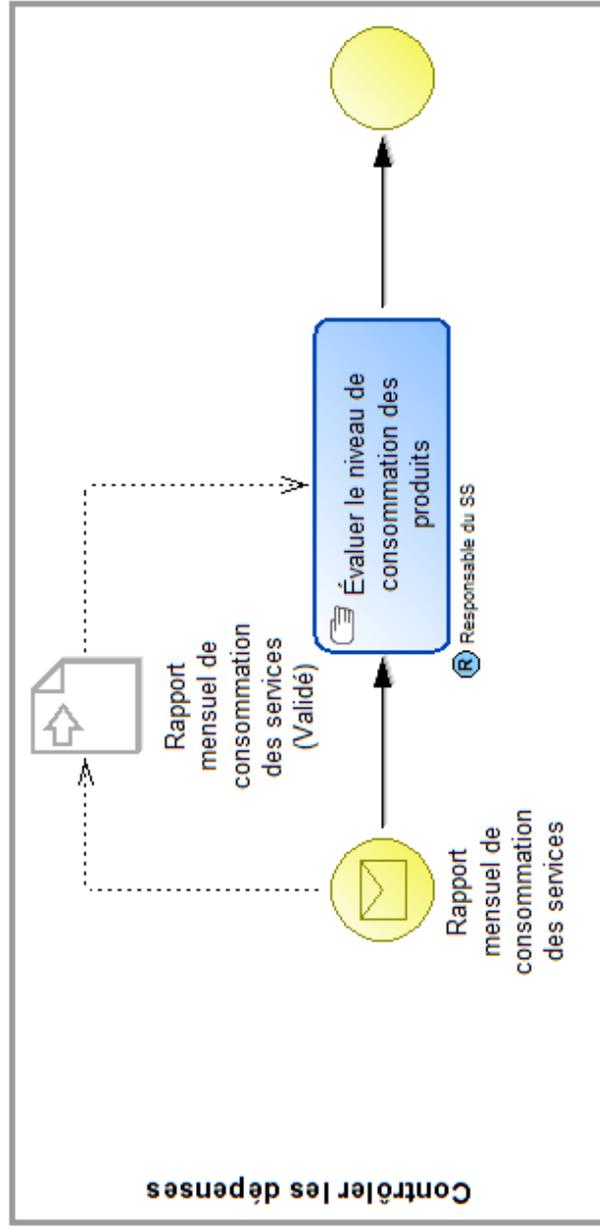


Diagramme parent :
Maillon Pharmacie du
Service de Santé [M221]

Contrôler les stocks

Inventorier les stocks

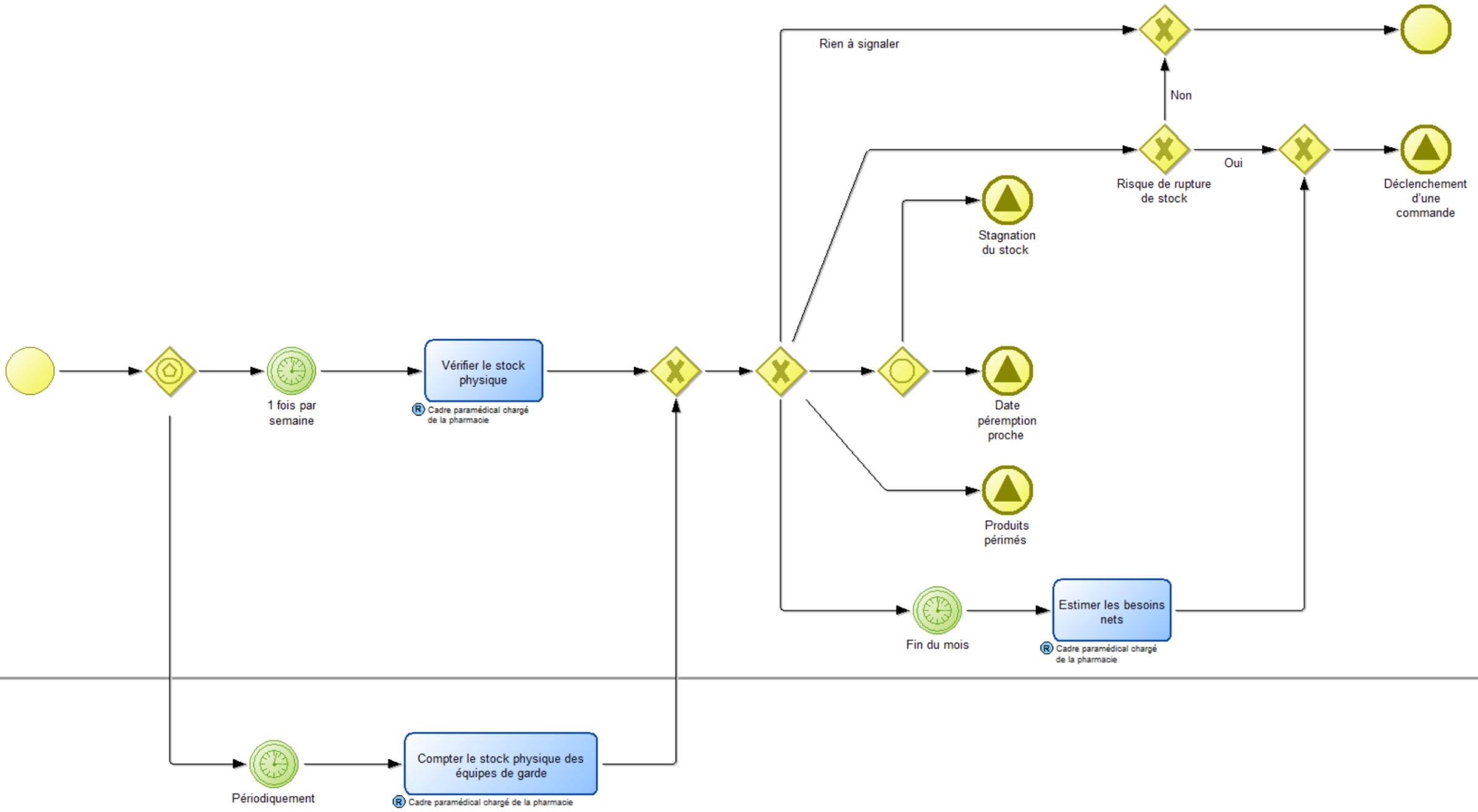


Diagramme parent :
Maillon Pharmacie du
Service de Santé [M221]

Diagramme 26 : M221/GLS100-Surveiller les stocks

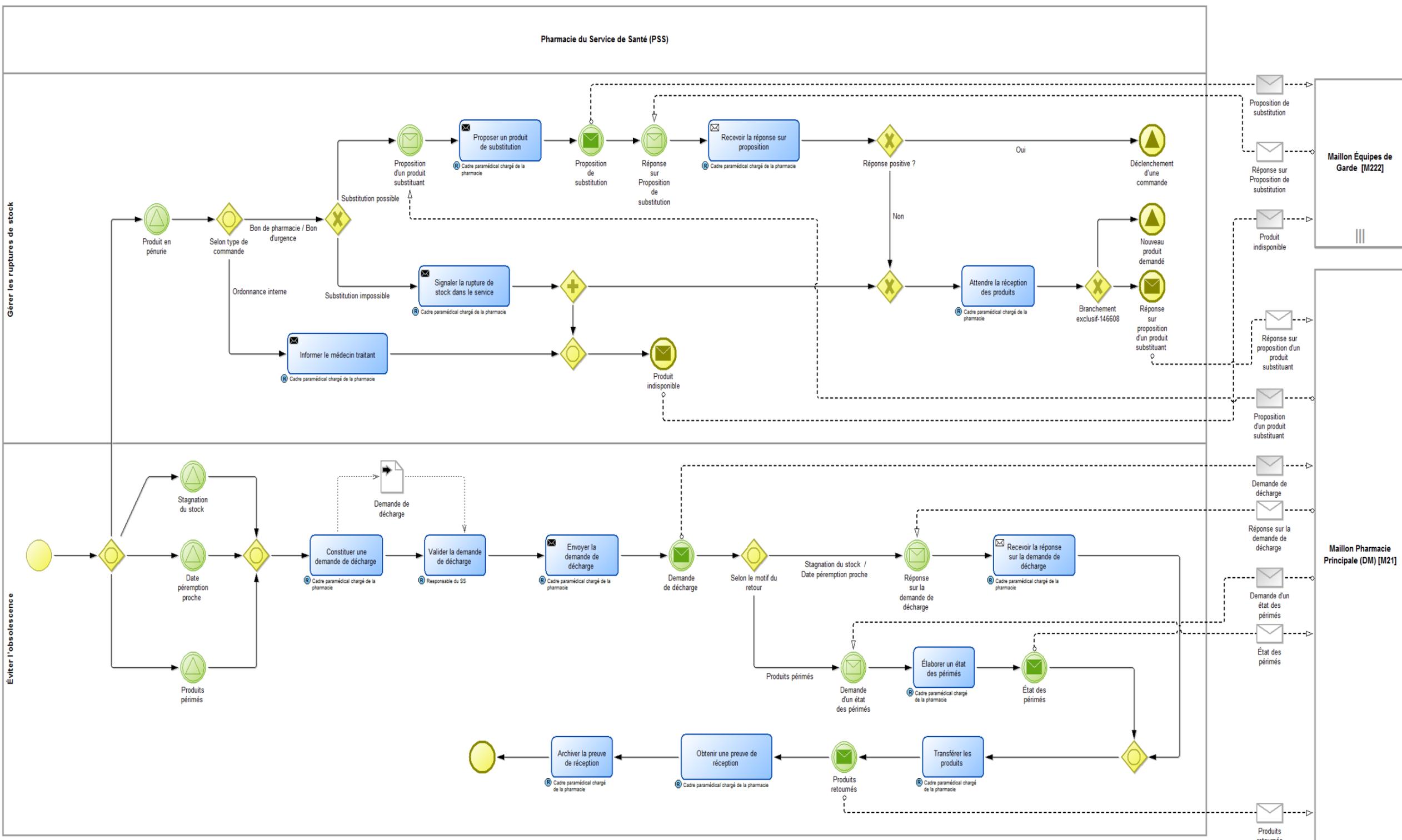


Diagramme parent :
Maillon Pharmacie du
Service de Santé [M221]

Diagramme 27 : M221/GLS200-Gérer les exceptions

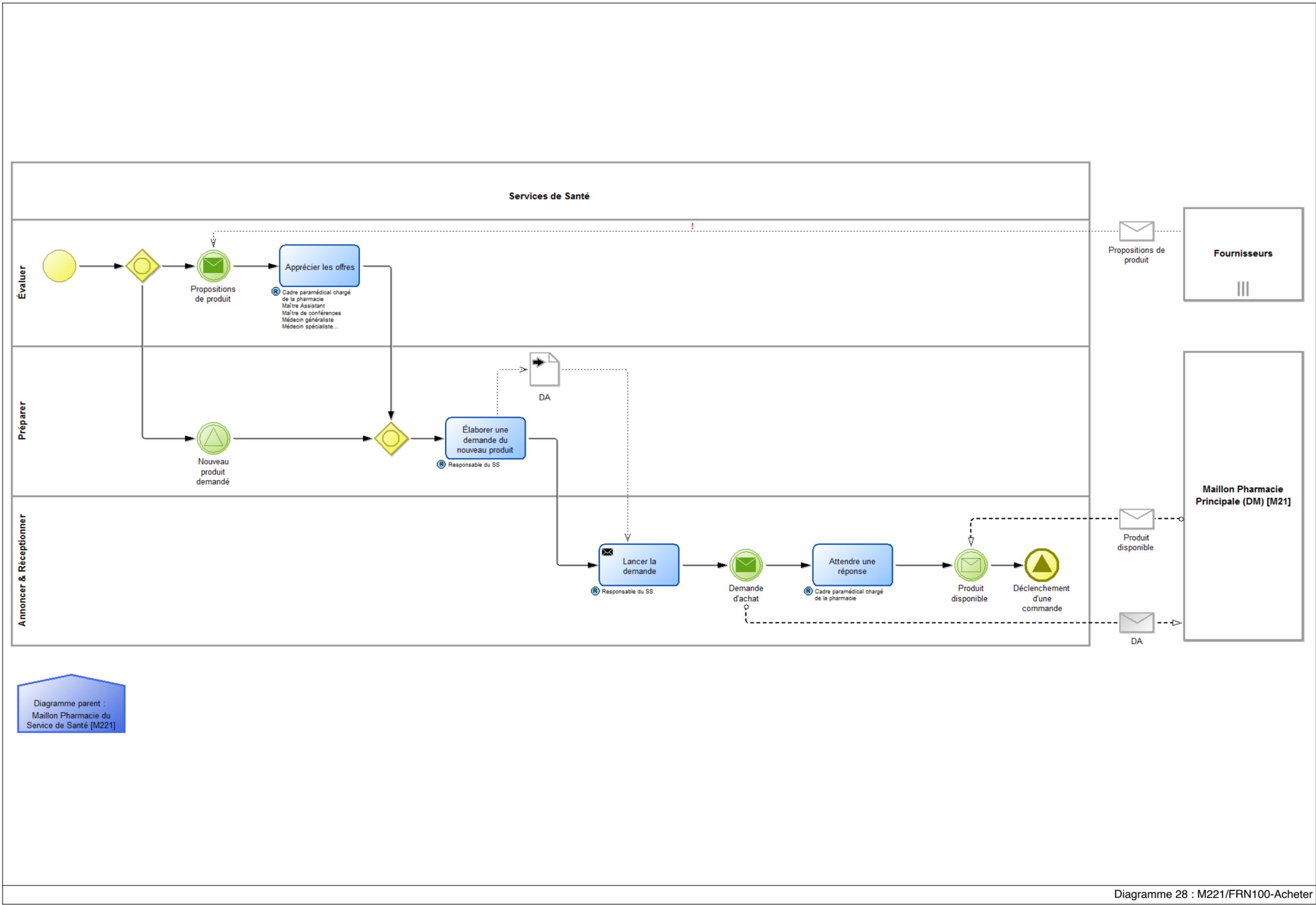


Diagramme 28 : M221/FRN100-Acheter

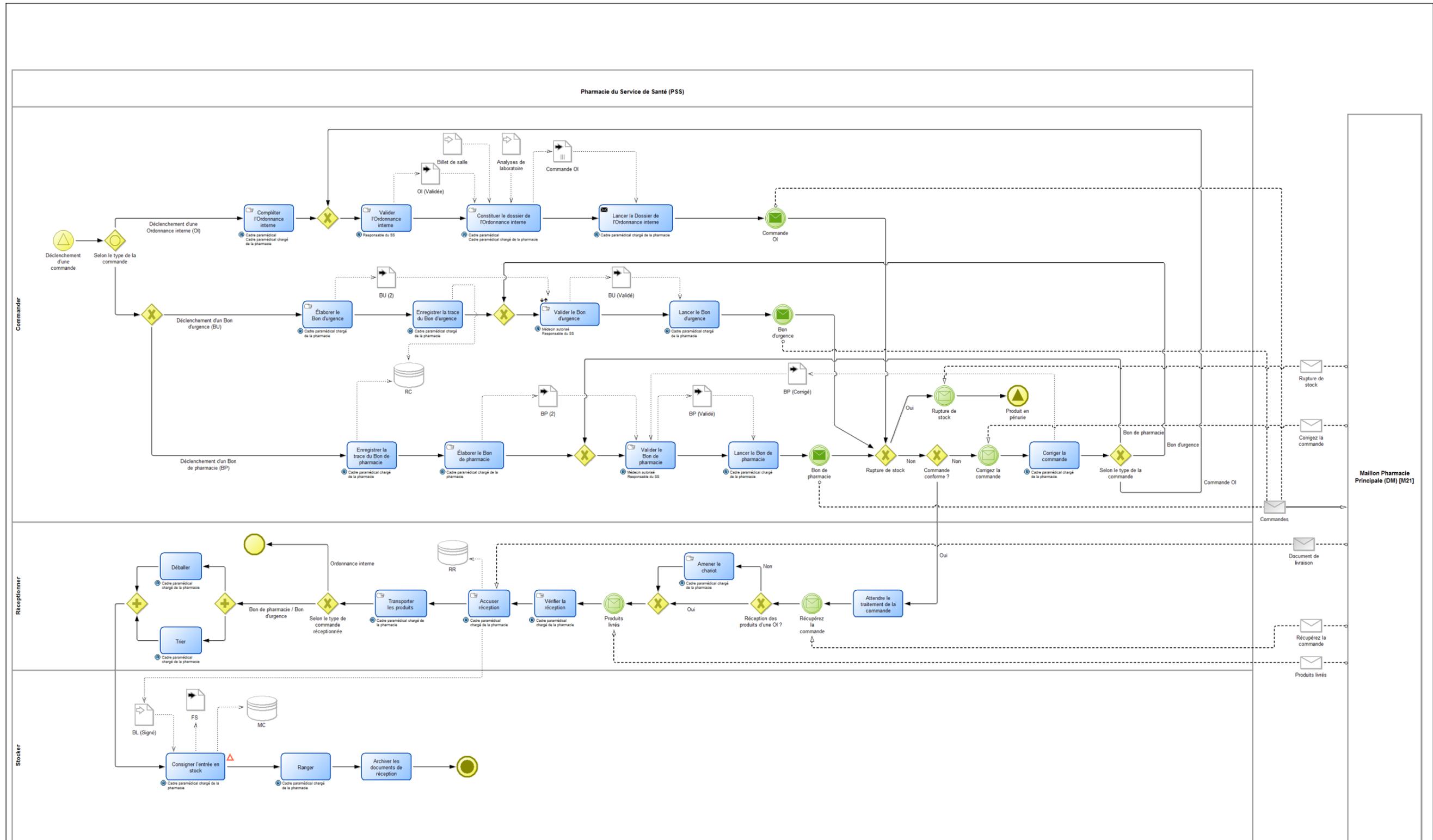
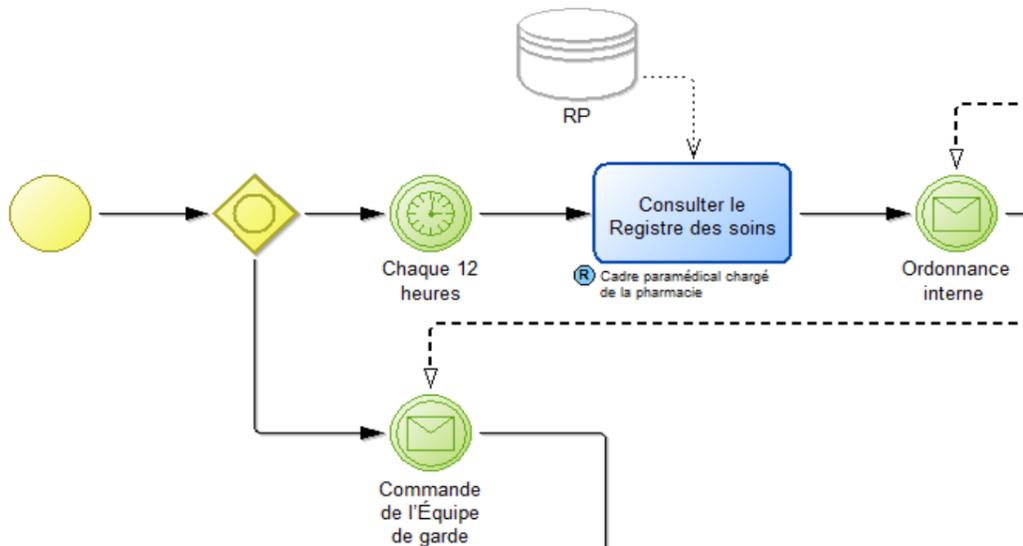


Diagramme parent : Mallion Pharmacie du Service de Santé (M21)

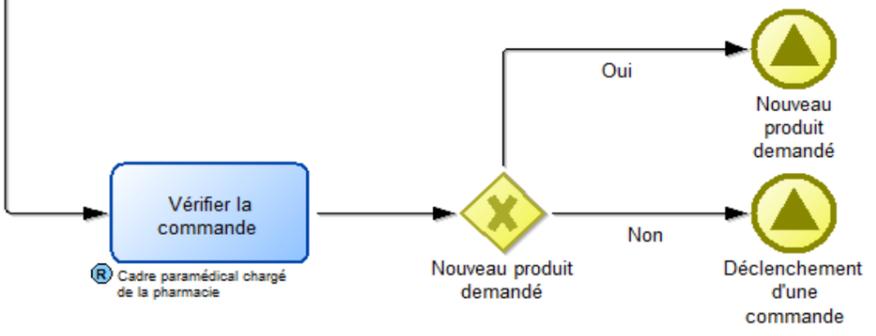
Diagramme 29 : M221/FRN200-Approvisionner

Pharmacie du Service de Santé (PSS)

Recevoir la commande



Examiner la commande



Vérifier la disponibilité

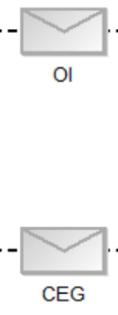
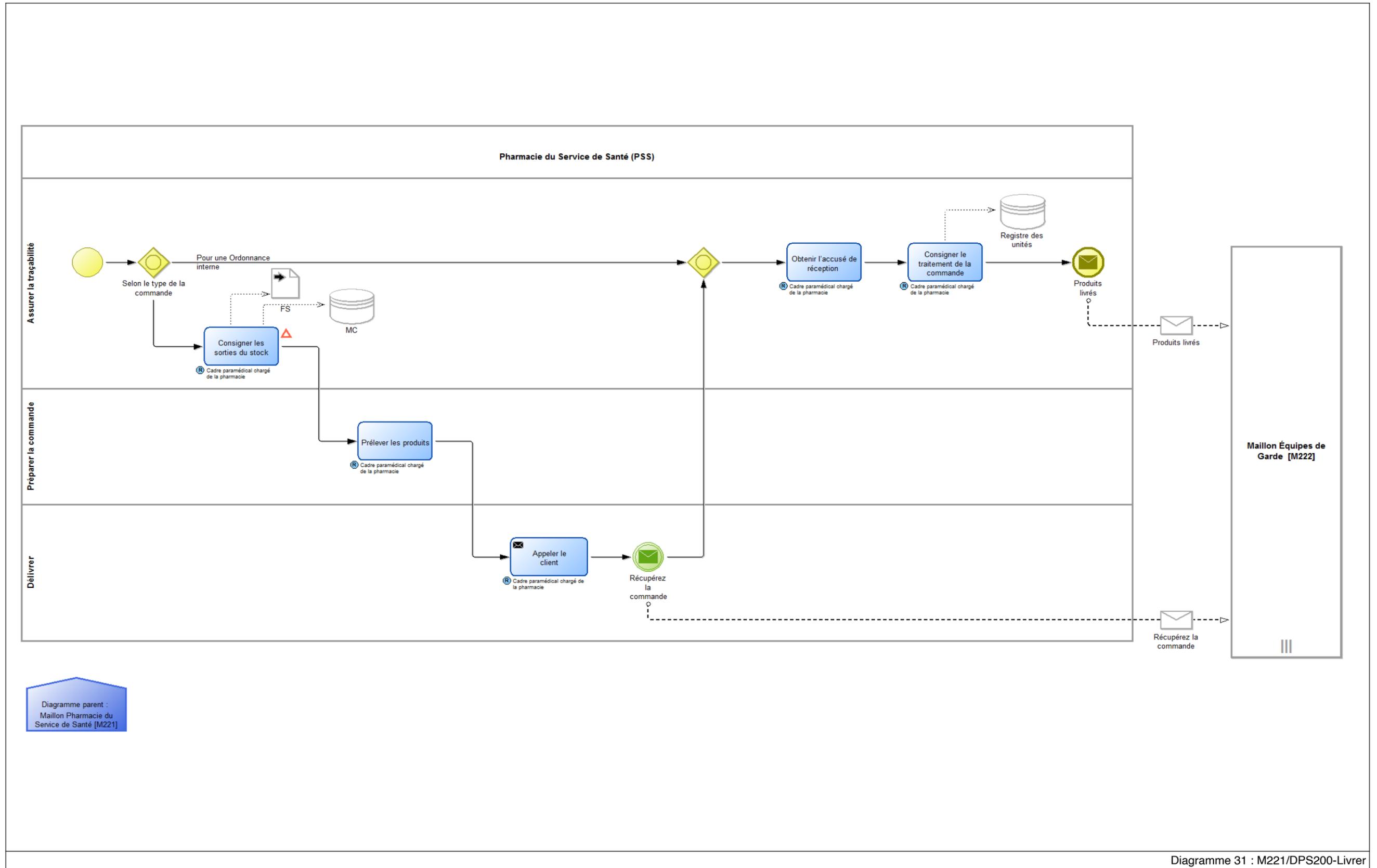


Diagramme parent :
Maillon Pharmacie du
Service de Santé [M221]



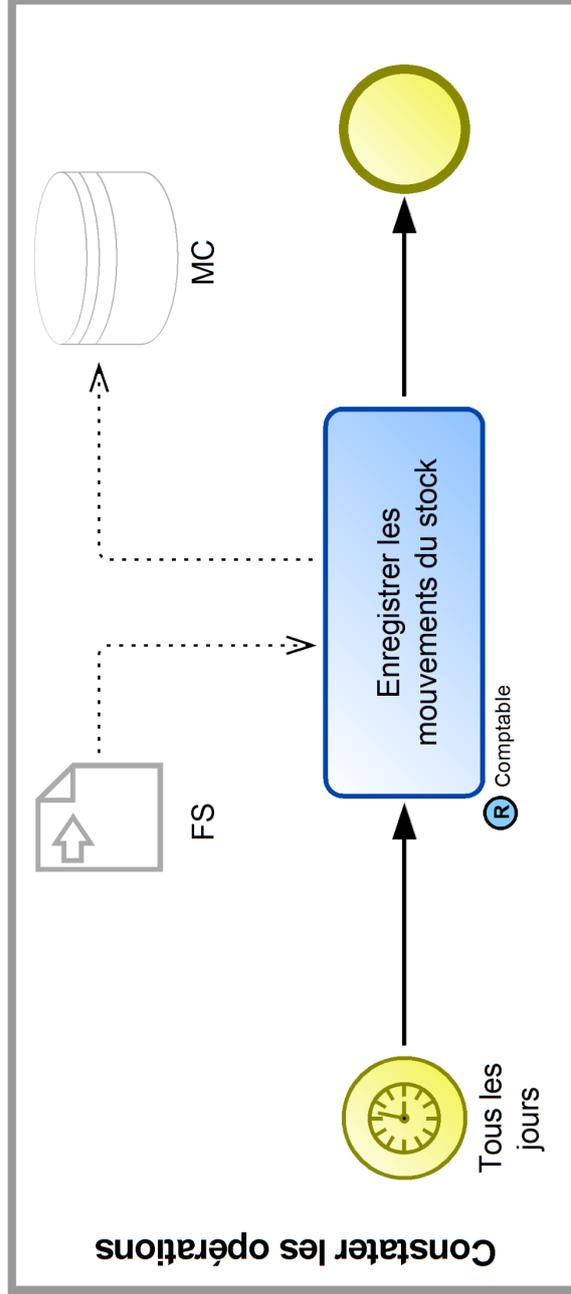
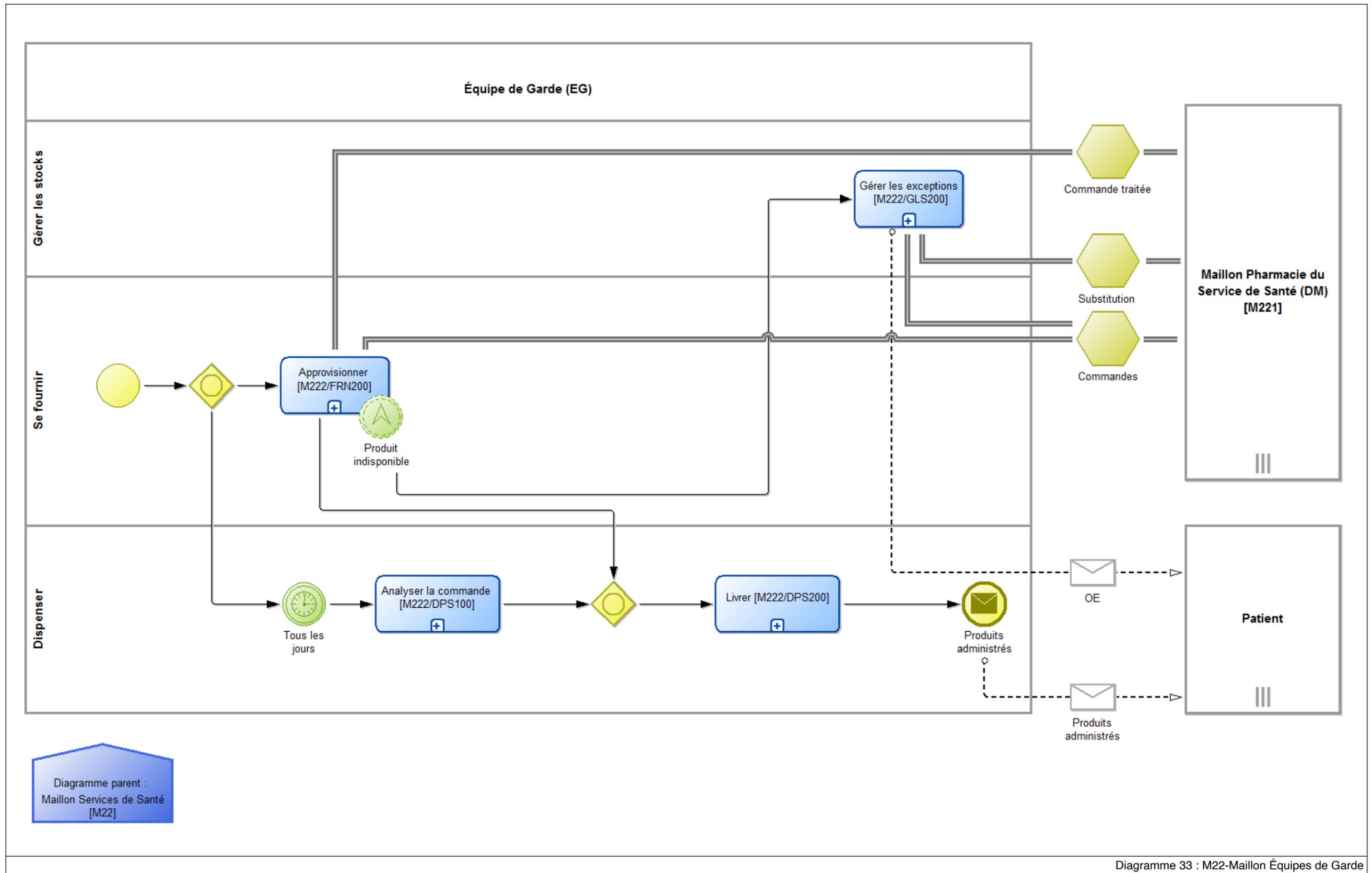


Diagramme parent : M221
Maillon Pharmacie du Service de Santé



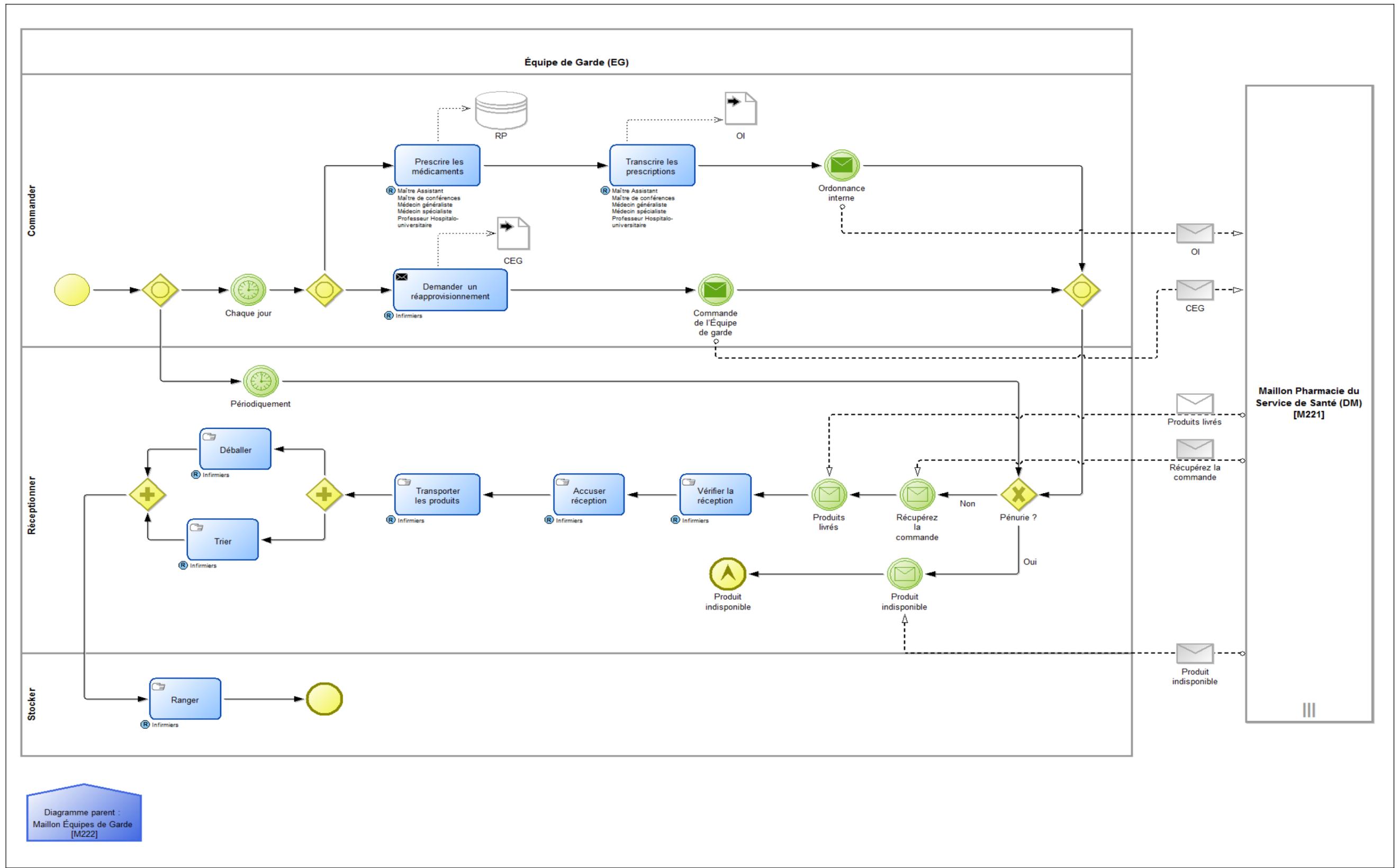
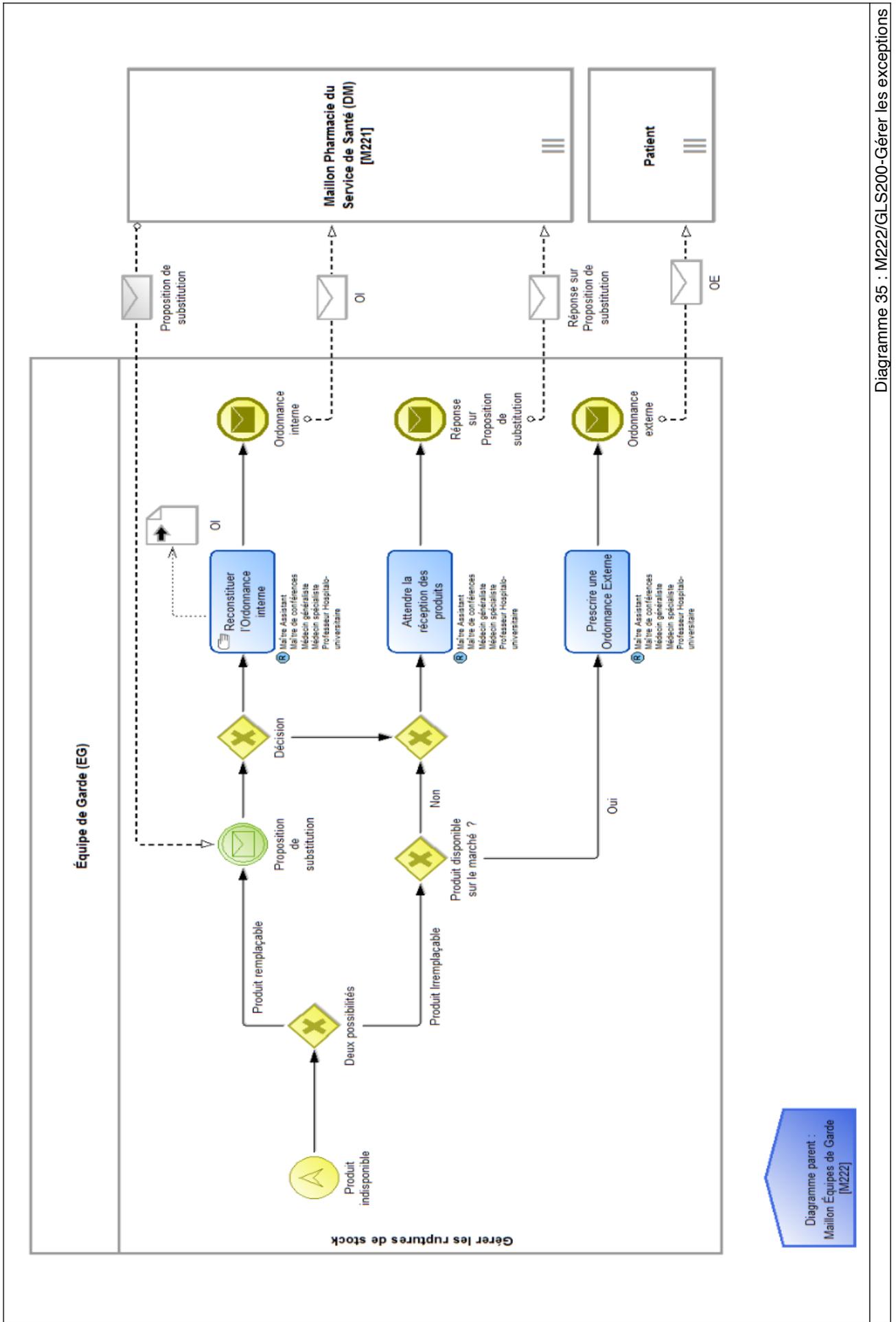


Diagramme 34 : M222/FRN200-Approvisionner



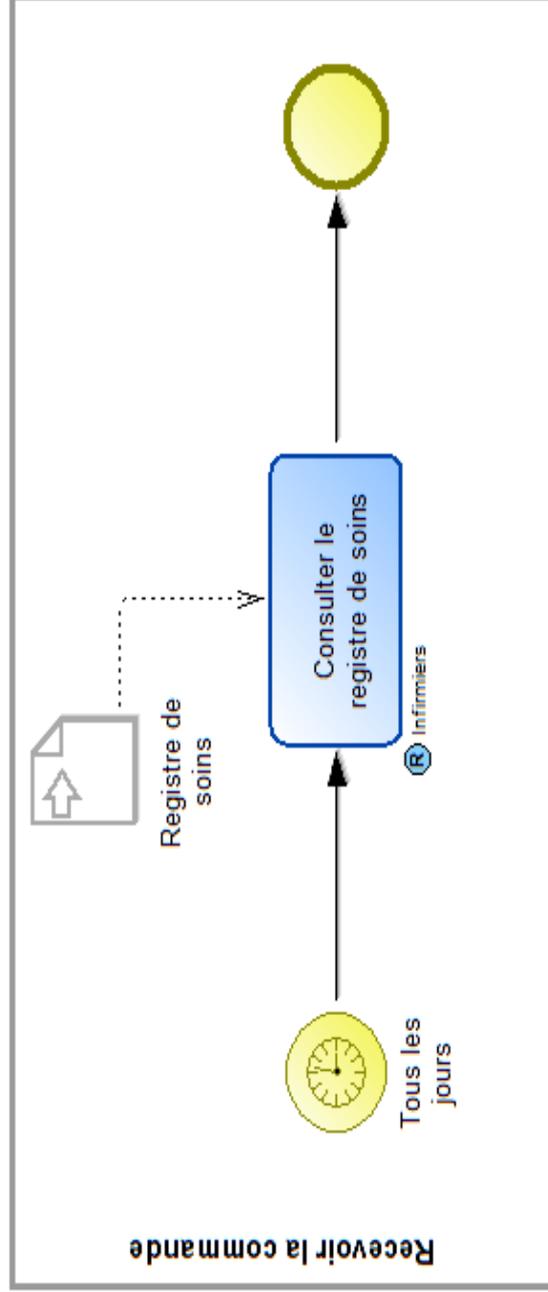


Diagramme parent :
Maillon Équipes de Garde
[M222]

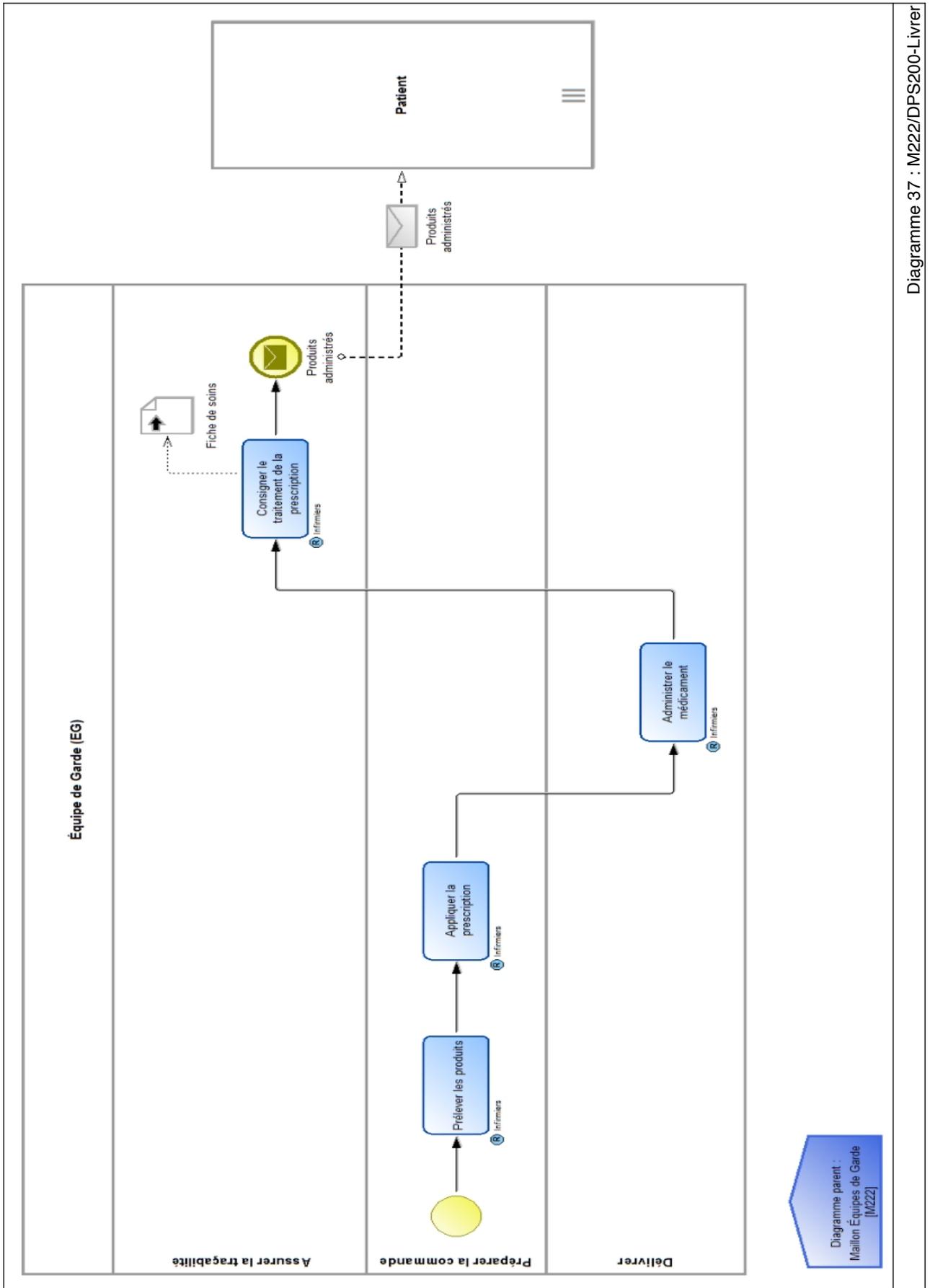


Diagramme 37 : M222/DPS200-Livrer

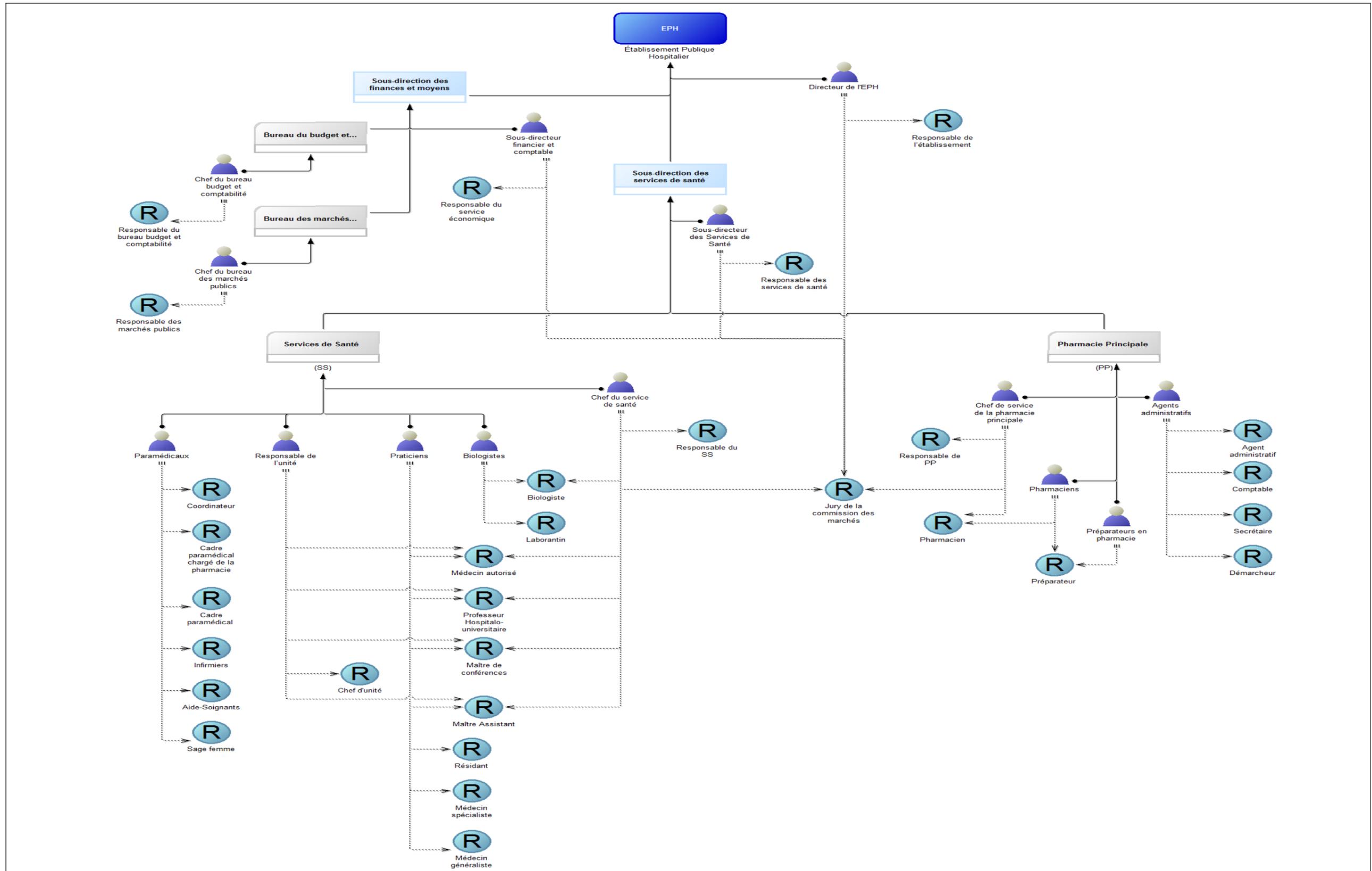


Diagramme 38 : Structure organisationnelle

Note : Voir Annexe E.1 pour la description du diagramme.

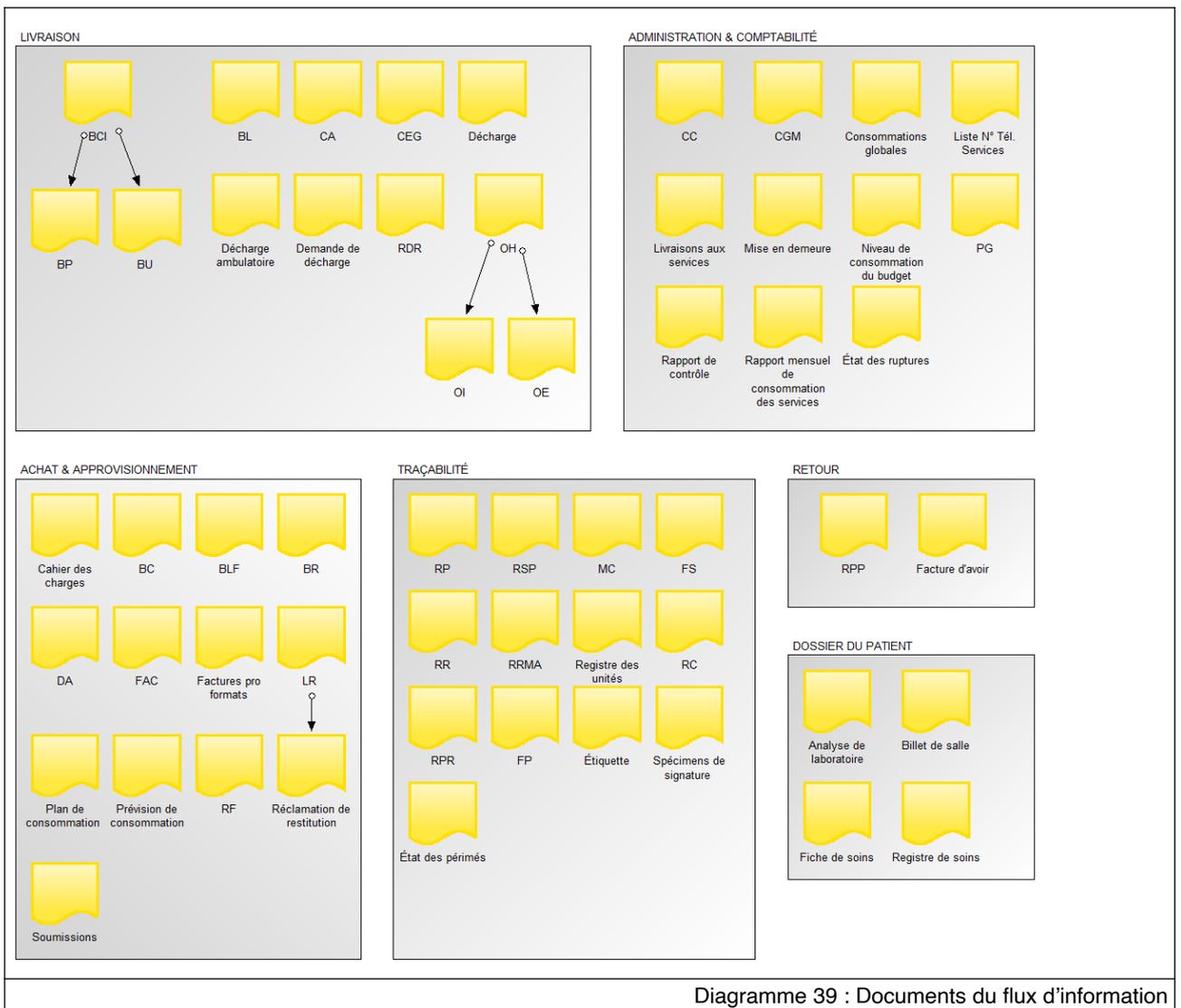


Diagramme 39 : Documents du flux d'information

Note : Voir Annexe E.2 pour la description du diagramme.

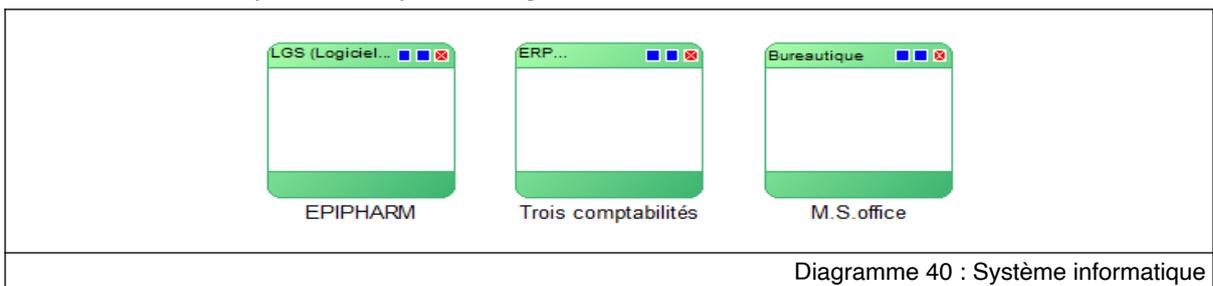


Diagramme 40 : Système informatique

Note : Voir Annexe E.3 pour la description du diagramme.

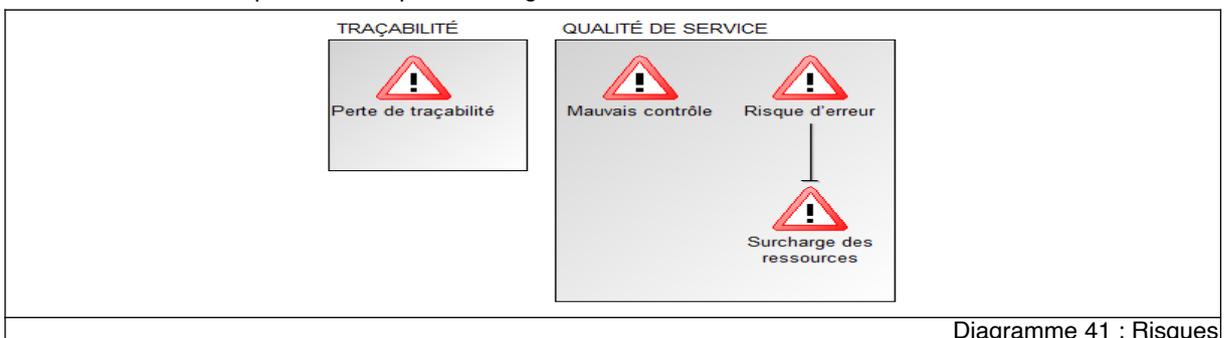


Diagramme 41 : Risques

Note : Voir Annexe E.4 pour la description du diagramme.

3.3. Analyse du système logistique

Même si le diagnostic de la chaîne logistique hospitalière sort de notre cadre de recherche, il nous a paru important de mentionner certaines observations qui évoquent les points faibles gestionnels. Nous avons pour cela réservé quelques lignes qui présentent certains résultats subsidiaires émanant de la méthodologie appliquée.

3.3.1. Immaturité du système de gestion

En premier lieu, la circulaire ministérielle et les pratiques sur le terrain ne révèlent malheureusement pas l'utilisation de méthodes évoluées pour la gestion des stocks. En ce sens, nous avons observé :

- ◆ L'absence de l'usage des méthodes scientifiques pour les prévisions de consommations ;
- ◆ L'absence de définition formelle du stock de sécurité ;
- ◆ Le non-usage d'une quantité économique de réapprovisionnement ;
- ◆ La définition d'un point de commande de façon arbitraire, basée sur l'expérience des agents ;
- ◆ L'absence d'une politique de réapprovisionnement claire ;
- ◆ Le non-recours à la gestion des produits par des codes-barres, ce qui fait échec à :
 - ▶ une meilleure traçabilité du flux pharmaceutique,
 - ▶ un gain de temps dans le traitement des commandes.

La circulaire ministérielle évoque la nécessité de définir pour chaque service de santé une dotation mensuelle qui permettrait de rationaliser les consommations. Cependant, cette même circulaire ne décrit aucune manière ou mode de calcul de cette dotation, laissant une grande part de subjectivité, et induisant des approximations non pertinentes à la réalité de la consommation des produits. En effet, nous avons remarqué que les dotations mensuelles sont définies par les services de santé sur la base d'une moyenne mensuelle, calculée à partir des consommations annuelles. Cette méthode ne prend pas en considération la dynamique de la consommation. Elle propose une dotation annuelle subjective (sans utilisation de méthodes statistiques ou économétriques) et une dotation mensuelle rigide, pas tout à fait adaptée aux besoins des services de santé.

En deuxième lieu, le mode de réapprovisionnement des services de santé est de type « Réquisition ». Selon les études faites dans la logistique hospitalière, ce mode s'est révélé le moins efficace et le moins efficient parmi les quatre modes connus dans les pratiques de réapprovisionnement (cf. sect. 1.2.2.1.1). À vrai dire, ce type de gestion couplé à une méthode de prévision arbitraire engendrent des commandes d'urgence et la constitution d'un surstockage tout au long de la chaîne logistique. Comme l'avaient dûment remarqué Rossi-Turck et al. (2004), ce mode consomme beaucoup de temps, en particulier lorsqu'une multitude d'articles est à gérer. Ceci pousse les infirmiers chargés de la pharmacie au niveau des services de santé à quantifier les besoins sur la base d'un visuel rapide plutôt que de faire un calcul plus précis. En conséquence, les commandes ne reflètent pas les besoins réels des unités de soins, même si elles ont l'air.

L'état du système d'information qui est en place aggrave cette situation. En effet, la plateforme technologique est constituée dans certains cas par des applications séparées non mises en réseau. Nous avons observé dans un EPH une application gérant uniquement les dispositifs pharmaceutiques et les pansements, alors qu'une autre (EPIPHARM) était consacrée aux médicaments. Cette séparation était due à des raisons historiques. Elle remonte à l'époque où les dispositifs pharmaceutiques étaient gérés au même titre que les fournitures par le service économique. L'EPIPHARM est une application déployée par le ministère de la Santé sur les établissements publics de santé (y compris les CHU et les EHS). Elle n'a jamais été remise à niveau depuis la date de sa diffusion en 1995 (version actuelle 98.1).

Cette application est par conséquent une technologie obsolète, qui ne fonctionne que sur un système d'exploitation DOS¹. Elle présente des risques de sécurité informatique importants. Concernant l'utilisation des TIC au niveau des services de santé, nous avons observé un cas où une application était employée pour suivre les pathologies et la consommation des médicaments. Toutefois, en dépit du fait qu'elle procurait des données intéressantes pour faire des prévisions, elle restait isolée et non intégrée aux autres systèmes des services de l'établissement.

3.3.2. Anomalies et comportements incongrus

La chaîne logistique des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé souffre d'une fragmentation interne et externe. Elle subit également une propagation de l'incertitude qui engendre des comportements inefficients, et dans certains cas des activités sans valeur ajoutée. Nous citerons à titre d'exemple ce que nous avons observé dans un EPH précis (considéré parmi les meilleurs établissements publics de santé), dans lequel on obligeait un service de santé particulier à récupérer son quota périodique d'un produit pharmaceutique (pour que la pharmacie principale se désengage de sa gestion). Or, ce produit sensible à la température, et n'étant pas mis dans des conditions favorables, se détériorait rapidement par la chaleur, et ce, par faute de moyens pouvant réguler la température ambiante et le taux d'humidité des réserves dans les services de santé. Les conditions et la surface de stockage constituent un gros problème pour les gestionnaires, à un tel point où les produits étaient mis dans des emplacements inadaptés. Ces conditions sont parfois provoquées par des décisions ayant des répercussions déplorables. Nous citerons à ce propos le cas d'un EPH où la décision d'extension d'un laboratoire d'analyse s'est effectuée au détriment de la surface réservée à la pharmacie de l'hôpital. Cette dernière, par manque d'espace, était acculée à stocker certains produits dans un conteneur en dehors de l'hôpital et exposé au soleil. Pourtant la construction de cet EPH a bien consacré dans ses plans cette surface arrachée à la pharmacie de l'hôpital. En ce qui concerne les indicateurs de température et d'humidité pour surveiller les conditions de stockage, ceux-là sont complètement inexistantes.

En analysant le fonctionnement de la chaîne logistique, nous avons remarqué parmi les activités sans valeur ajoutée la transcription des sorties de stock, qui était redondante dans un même maillon. Par ailleurs, la relation entre la PCH et les établissements hospitaliers n'est pas tout à fait claire : les informations entre ces deux maillons ne circulent pas au niveau requis ; la visibilité sur la circulation des flux n'est pas évidente. Nous avons aussi remarqué un certain comportement récursif tout au long de la chaîne qui témoigne de l'existence du cloisonnement et de la diffusion de l'incertitude. Il s'agit de forcer le maillon client à recevoir certains produits munis d'une date d'expiration assez proche, sans lui offrir la possibilité de les retourner, et ce, en espérant que ces produits soient consommés avant cette date. Un autre comportement s'est révélé comme une conséquence de la fréquence des ruptures de stock revient à la constitution, par les équipes de garde et des services, d'un stock de sécurité informel. Ces petites réserves, aussi anodines qu'elles y apparaissent, participent au phénomène du *Bullwhip effect*.

Le cloisonnement est d'autant plus visible lorsque plusieurs applications sont utilisées sans qu'il n'y soit possible de partager les données entre les maillons internes d'un établissement de santé, ou entre les maillons de la chaîne logistique. Nous ne manquerons pas de citer, sans entrer dans les détails, l'échec de l'implémentation d'un logiciel de type ERP désigné par « 3 comptabilités ». Cette application informatique qui relie principalement la pharmacie principale au service économique n'a pas pu s'implanter définitivement dans la plupart des EPH visités. Ce phénomène mérite d'être étudié amplement, car la petite enquête que nous avons menée n'a pas permis d'élucider la question.

¹ Plus précisément sur Windows 98. Cette technologie est abandonnée par son concepteur Microsoft.

En plus de ce qui a été évoqué, certaines carences se sont révélées au cours de la cartographie des processus. La modélisation nous a permis de déceler à certains points du système quelques risques opérationnels (cf. diagr. 18, 29, 31). Ces points sont signalés par des pictogrammes spécifiques (⚠ [cf. diagr. 41]) dans le modèle conceptuel qui a été élaboré.

4. Conception du tableau de bord logistique

Les établissements hospitaliers publics en Algérie font appel à certains indicateurs qui ne se rapportent malheureusement pas à la performance de gestion. La plupart des mesures employées concernent plutôt la santé, comme le nombre de malades traités ou reçus, le nombre de patients guéris, et le nombre de décès. Pour ce qui est de la gestion du flux pharmaceutique, les indicateurs de gestion ne sont ni peu ni prou définis, hormis quelques exceptions. Effectivement, un seul EPH avait développé un indicateur désigné par « Disponibilité des produits ». Celui-ci était relié à deux autres mesures : Taux de satisfaction et Taux de rupture¹. En examinant de plus près cet indicateur on verrait qu'il repose sur des mesures contradictoires : le taux de rupture n'est que l'opposé du taux de satisfaction, ce qui fausse sa signification. Par ailleurs, nous considérons que l'évaluation du niveau de disponibilité des produits de cette manière n'est pas pertinente. D'autres indicateurs plus adaptés ont fait leurs preuves.

Par ailleurs l'un des indicateurs les plus importants dans la gestion pharmaceutique, et qui s'impose naturellement et universellement, concerne la date de péremption des produits. Il est utilisé par tous les EPH afin d'éviter les pertes et réduire le gaspillage. En dépit du fait que cet indicateur est calculé automatiquement par l'application EPIPHARM, il subsiste des risques de péremption, du fait que l'application ne présente aucun tableau de bord qui permet de déclencher des alertes lorsqu'un produit est proche de sa date de péremption. Ce risque est d'autant plus élevé étant donné que cet avertissement n'est pas visualisé que lorsqu'un agent est amené à enregistrer la livraison d'un produit. En d'autres termes, si certains produits sont rarement consommés, il est difficile de les détecter, à moins de faire un contrôle régulier de la date d'expiration de tous les produits de la pharmacie de l'hôpital (ce qui est à l'évidence une tâche fastidieuse).

Afin de construire le tableau de bord conformément à la méthodologie qui a été développée conceptuellement, nous avons été amenés à analyser les informations rassemblées par notre collecte des données, et qui se rapportait aux buts et aux objectifs des activités. Nous étions tenus de les expliciter. Cependant, un amalgame existait entre la définition de la tâche et la définition de l'objectif. L'analyse demandait beaucoup de réflexions et de discernements. Finalement, la distinction entre les deux restait équivoque, du fait qu'elles sont étroitement liées. Il y avait couramment tendance à citer l'une pour exprimer l'autre. Tout bien considéré, on s'est aperçu que le terrain de recherche n'avait pratiquement pas d'objectifs clairs, ce qui a entraîné la réadaptation de la méthodologie.

Cette section traite de façon empirique la deuxième phase de la proposition méthodologique (cf. sect. 2.2.2). Elle expose les réponses pragmatiques apportées aux problématiques liées à la conception du tableau de bord, et ce, en se référant sur ce qui a été exploré théoriquement à leur propos dans le premier chapitre.

4.1. Anthologie des indicateurs

La première problématique à laquelle est confrontée la conception du tableau de bord revient au choix des mesures. La plupart des méthodes d'élaboration de tableau de bord exigent que les indicateurs soient entièrement appropriés aux objectifs clairement prédéfinis. Il faut déjà avoir la possibilité de bien formuler ces indicateurs. Selon nous, toute personne qui s'amène à

¹Le taux de rupture est calculé par l'expression : $100\% - \text{Taux de satisfaction}$.

la réaliser s'engage dans une entreprise risquée, qui n'est pas exempte d'erreurs, car cette formulation demanderait non pas un seul point de vue, mais plusieurs.

En ce sens, nous proposons pour la sélection des indicateurs une approche qui consiste à chercher et à trouver un accord sur les indicateurs les plus adaptés. Cependant, avant de déployer les étapes de cette approche il fallait que les participants puissent porter un choix sur différentes propositions, et considérer les indicateurs les plus pertinents. Partant de là, nous devons rassembler toutes les possibilités qui s'offraient pour faire ce choix. Cela a provoqué le recensement des indicateurs, et leur retraitement.

Toutefois, devant le grand nombre d'indicateurs qui a été récolté, nous avons ressenti le besoin de construire un agencement qui nous permettrait de développer un tableau de bord structuré, et effectuer un calcul de la performance cohérent et compatible avec le procédé adopté¹. Cette question a nécessité le développement d'une classification selon plusieurs dimensions, autrement dit l'élaboration d'une typologie des indicateurs.

Les titres subséquents de cette section ont pour objet de déterminer les métriques du tableau de bord. L'appellation métrique évoque pour nous le changement de statut de l'indicateur : il devient une mesure pertinente dès l'instant où sa sélection a été définitive.

4.1.1. Recensement des indicateurs

À travers une revue de littérature, nous avons collecté un grand ensemble d'indicateurs provenant essentiellement du domaine de la logistique et issus d'autres domaines tels que le contrôle de gestion, le management des processus, la gestion de la production, et la gestion de la qualité. Vu le nombre énorme d'indicateurs qui a été réuni (491 en tous² [cf. Annexe B]), nous avons constitué une base de données qui rassemble toutes les informations concernant un indicateur. Les champs de cette base de données ont été formés de façon à ce qu'une traçabilité complète de l'indicateur soit préservée, et à ce que le retraitement et la classification soient facilement effectués par la suite. En ce sens, des attributs ont été définis et affectés aux indicateurs.

4.1.1.1. Assignation des attributs

L'assignation des attributs consistait à élargir les champs de la base de données en plus du nom, de la définition, et de la source, avec des propriétés déduites du chapitre théorique (cf. chap. 1). En somme, les propriétés principales qui ont été imparties sont :

- ◆ La base de l'indicateur : qui peut être qualitative (*soft*) ou quantitative (hard) ;
- ◆ Le prédicat : qui renvoie à la nature de l'information couverte par l'indicateur. Les prédicats possibles sont : le volume, la qualité, le coût, le temps, et l'espace ;
- ◆ La perspective : elle constitue le point de vue avec lequel est perçue la performance d'un système. Dans ce cadre, il existe plusieurs perspectives qui ont été retenues dans la littérature. Conformément à ce qui a été dégagé dans le chapitre 1, il s'agit de la flexibilité, la fiabilité, la finance/coût, la qualité, la réactivité, l'apprentissage & innovation, le client, et le temps ;
- ◆ La hiérarchisation temporelle : selon ce critère, un indicateur peut être stratégique (long terme), tactique (moyen terme), et opérationnel (court terme) ;
- ◆ Le type d'indicateur : au sein du chapitre 1, nous avons pu répertorier le type : activité, contexte, intrant, risque, et résultat ;
- ◆ Le processus : selon la vue processus, l'indicateur peut être lié à un des processus suivants : piloter, dispenser, gérer les stocks, se fournir, et comptabiliser.

L'ensemble de ces attributs a été organisé schématiquement selon la structure de la base de données illustrée dans la figure 3.6.

¹ Le procédé de calcul est dévoilé dans la section 4.2.2.

² Ce nombre représente ce qui a été gardé, le reste a été écarté, car considéré comme non adapté.

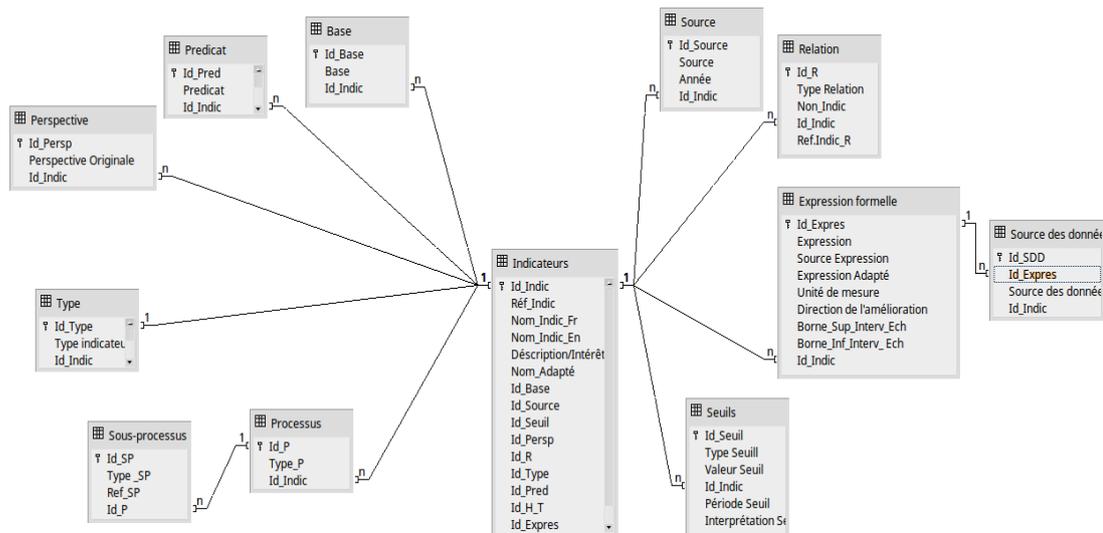


Figure 3.6. Structure de la base de données des indicateurs.

Les attributs (perspective, type, processus, et hiérarchisation temporelle) ont constitué pour notre étude les dimensions sur lesquelles la suite de notre étude s'est reposée. Les autres attributs étaient à titre indicatif, et s'avéraient moins déterminants pour la classification, car ce qui a constitué pour nous une dimension de classification c'est celle qui pouvait établir un axe de comparaison pour la performance.

4.1.1.2. Retraitements de la base de données des indicateurs

Le recensement des indicateurs, qui a été réalisé et mentionné dans la section précédente, s'est soldé par une base de données quasiment brute. Il s'agit de présenter dans cette partie les retraitements qui ont été effectués sur cette base de données dans l'esprit de l'adapter aux besoins de notre cadre de recherche. Le traitement pratiqué a consisté en l'exécution d'un ensemble d'opérations selon l'ordre suivant :

- 1) Définition explicite des indicateurs : la plupart des indicateurs récoltés à travers la littérature n'ont pas été accompagnés d'une définition formelle ou suffisamment claire sur la façon de les calculer, ou sur la manière de faire la mesure. Cela a été particulièrement le cas pour les indicateurs de nature qualitative. Devant cette situation, nous avons proposé une définition, à la suite d'une recherche plus poussée dans la littérature et par déduction. Cette définition s'est présentée sous forme de description soutenue par un mode de calcul explicite¹ ;
- 2) Identification des redondances et jonction : certains indicateurs présentaient une définition semblable, des noms proches, ou au contraire le même sens sous des noms différents. Afin d'éliminer toutes confusions et d'établir une distinction claire, nous avons éliminé les indicateurs qui ont constitué — en quelque sorte — des doublons, tout en maintenant le nom d'un d'entre eux. Dans certains cas, nous avons fusionné les indicateurs qui se portaient sur la même mesure, et ce, dans le but d'éliminer les redondances et d'alléger le nombre d'indicateurs qui allait être utilisé. Un indicateur unifiant plusieurs autres se présente, dans la majorité des cas, sous un nouveau nom proposé et adapté au sens des indicateurs fusionnés. Cette opération dénote, par ailleurs, l'existence d'un manque de consensus terminologique. Elle entraîne à notre avis d'autres difficultés en plus de celle présentée dans cette recherche ;
- 3) Relier les indicateurs aux processus : certains indicateurs sont beaucoup plus pertinents pour un maillon de la chaîne logistique, et pour certains types de processus. Dans cet esprit, nous avons assigné pour chaque indicateur une appartenance à un processus, et à plusieurs maillons ;

¹Utilisation d'une expression mathématique dans la mesure du possible.

- 4) Adaptation du nom et des définitions au contexte de la recherche : les indicateurs collectés de la revue de littérature proviennent soit de cadres généraux ou de recherches empiriques effectuées dans un secteur ou un domaine particulier. Dans le souci de rendre les indicateurs praticables et facilement compréhensibles par les acteurs, nous avons modifié la désignation et la définition de certains indicateurs, selon les concepts et objets manipulés dans le terrain ;
- 5) L'établissement des relations entre les indicateurs : conformément à ce qui a été reporté dans le chapitre 1, les indicateurs pouvaient entretenir des liens logiques entre eux. Nous avons défini pour cela plusieurs relations entre les indicateurs, du moment où ils pouvaient avoir des interdépendances ou certaines interactions. Une table en conséquence a été ajoutée à la base de données. Celle-ci détermine le type de lien qu'un indicateur peut revêtir avec un autre¹. Ainsi, les types de liens possibles que nous avons admis sont :
- ◆ Influençant pos. (+) : pour désigner un effet sur un autre indicateur, le conduisant à varier dans le même sens ;
 - ◆ Influençant nég. (-) : pour désigner un effet sur un autre indicateur, le conduisant à varier dans le sens inverse ;
 - ◆ Composant de (°) : pour indiquer que l'indicateur fait partie du mode de calcul d'un autre indicateur. Cette relation nous a permis, d'ailleurs, de déceler les sous-indicateurs, et postérieurement bâtir la structure du système de mesure de la performance² ;
 - ◆ Équivalent à (~) : pour marquer les indicateurs qui se portent sur la même mesure ;
 - ◆ Complément de (©) : pour discerner les indicateurs concomitants, ou ceux qui pouvaient accompagner d'autres indicateurs pour mesurer un autre aspect de l'objet évalué ;
 - ◆ En opposition à (#) : pour repérer les indicateurs qui pouvaient être en contradiction avec d'autres, ou ceux qui ne pouvaient absolument pas accompagner d'autres ;
 - ◆ Réciproque de (^-1) : pour caractériser les indicateurs qui pouvaient être mathématiquement symétrique.

Le travail de retraitement, tout compte fait, a permis de générer une autre base de données plus raffinée, contenant des indicateurs adaptés aux caractéristiques de notre terrain de recherche.

4.1.2. Classification des indicateurs

Plusieurs typologies dans la littérature ont été proposées pour les indicateurs qui se rapportent à la chaîne logistique. La plus reconnue d'entre elles est celle de Gunasekaran et al. (2004). Nous proposons dans cette étude de faire notre propre typologie conceptuelle qui a permis de faciliter la construction de la structure du tableau de bord. Afin de réaliser cette classification nous avons dû définir et arranger les propriétés des indicateurs (objet du titre précédent), et poser quelques hypothèses pour la sous-tendre.

4.1.2.1. Hypothèses de classification

Les hypothèses sous-entendues dans cette partie de l'étude ne sont pas prétendues comme des suppositions à affirmer ou à réfuter, mais plutôt comme une sorte de postulats, ou d'axiomes qui guident et ouvrent la voie pour la suite des opérations de notre démarche.

Un processus de classification est basé globalement sur deux principes : l'exhaustivité et l'exclusivité mutuelle (Bailey 1994). Dans ce cadre, nous allons déterminer les dimensions qui s'apparentent au premier et celles qui appartiennent au deuxième.

¹Essentiellement d'un point de vue mathématique, c'est-à-dire, en comparant le mode de calcul des indicateurs.

²Par la suite, nous avons désigné un indicateur possédant cette relation dans l'architecture du système de mesure de la performance comme un indicateur esclave (cf. sect. 4.2).

Pour commencer, nous considérons que certains indicateurs ne sont pas réservés à un maillon de la chaîne logistique ou globalement à un niveau particulier de son système¹, sauf au niveau des processus. Par contre, nous admettons qu'un indicateur est exclusif à une seule catégorie de la dimension « type d'indicateur », et ce, même si parfois il y a un lien entre ses catégories, et que leur distinction peut prêter à confusion².

L'horizon temporel d'un indicateur dépend techniquement de la périodicité des données générées par le système d'information. Il peut être donc opérationnel si les données sont générées sur le court terme, tactique si les données produites sont sur le moyen terme, ou stratégique pour les données du long terme. De même, il est possible que l'indicateur soit agrégé selon une série de périodes. Ainsi on peut voir un indicateur opérationnel se transformer en un indicateur tactique, ou en indicateur stratégique par cette agrégation.

D'autre part, certains indicateurs ont semblé avoir la possibilité de faire la mesure sur plusieurs aspects de la performance (perspectives de la performance). Ce constat s'est établi lorsque nous avons récolté de la littérature des indicateurs similaires qui se présentaient sous des dimensions qui variaient d'un auteur à un autre. Cette constatation s'est d'autant plus accentuée lorsque nous avons observé, à partir de la base de données constituée, des indicateurs portant plusieurs noms distincts, mais qui se révélaient sémantiquement identiques ou très proches. Partant de là, nous avons considéré que certains indicateurs pouvaient s'inscrire dans deux perspectives de la performance.

En définitive, nous avons résumé et exprimé explicitement ce qui a précédé par les hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : Un indicateur n'appartient qu'à une seule catégorie de certaines dimensions. Précisément :

Hypothèse 1.1 : un indicateur ne peut pas se retrouver dans plusieurs processus,

Hypothèse 1.2 : un indicateur ne peut pas être classé sur deux catégories à la fois de la dimension type d'indicateur ;

Hypothèse 2 : Un indicateur n'est pas exclusif à une catégorie de certaines autres dimensions. En ce sens :

Hypothèse 2.1 : un indicateur peut être constaté sur plusieurs horizons temporels,

Hypothèse 2.2 : un indicateur peut s'inscrire en même temps dans plusieurs perspectives de la performance.

4.1.2.2. La typologie

Les hypothèses précédemment mentionnées ont établi deux groupes de dimensions pour la classification : les dimensions permettant un tri exclusif, et les dimensions permettant un tri non exclusif. Cette distinction a favorisé la construction d'une table typologique croisée (cf. table 3.11, p.suiv) dans laquelle les lignes contiennent le premier groupe de dimensions, et les colonnes le deuxième groupe. Cette configuration révèle une classification multidimensionnelle produisant un nombre considérable de classes : 720 en tout (6 processus × 5 types × 3 horizons × 8 perspectives).

Toutefois, par manque d'espace la table 3.11 présente la typologie non pas avec toutes les combinaisons possibles, mais avec seulement les classes qui ont reçu, au minimum, un indicateur. En outre, pour la même raison précédente, les cellules de la typologie contiennent une coche pour symboliser un indicateur catalogué dans une classe. Autrement dit, cette

¹ Voir éventuellement la section 4.2 pour des précisions sur les niveaux du système.

² Particulièrement entre le type activité et le type résultat. Nous rappelons deux différences majeures entre ces deux types, le type résultat évalue l'effet et la production d'un processus, généralement selon le point de vue de son destinataire. L'activité mesure le degré d'avancement vers le résultat, selon le point de vue du propriétaire du processus. Il y a donc une différence temporelle (avant versus après), et une différence qui dépend du point de vue (fournisseur versus client).

			Horizon Temporel																					
			Opérationnelle (court terme)					Tactique (moyen terme)					Stratégique (long terme)											
			Apprentissage & Innovation					Apprentissage & Innovation					Apprentissage & Innovation											
Processus	Type indicateur	Indicateur	Client	Fiabilité	Finance/Coût	Flexibilité	Qualité	Réactivité	Temps	Client	Fiabilité	Finance/Coût	Flexibilité	Qualité	Réactivité	Temps	Client	Fiabilité	Finance/Coût	Flexibilité	Qualité	Réactivité	Temps	
		Cas d'annulation																						
		Cas de cardiologie																						
		Cas de cardiologie par mois																						
		Commandes livrées en délai inférieur au délai contractuel																						
		Commandes livrées en deux fois																						
		Condition parfaite pour le client																						
		Coût de gestion de la commande																						
		Coût de retour du client																						
		Coût total du processus de distribution																						
		Coût total du transport aval																						
		Coût unitaire de traitement de la commande																						
		Coût unitaire de transport au chariot																						
		Croissance du volume par service de santé																						
		Dose unitaire																						
		Efficacité du programme de distribution																						
		Erreurs d'étiquetage des produits livrés																						
		Erreurs de transport																						
		Fiabilité du processus interne																						
		Gamme de services																						
		Incidents graves																						
		Pourcentage d'écart par rapport à l'engagement de la commande																						
		Pourcentage des commandes livrées complètement pour le client																						
		Précision de l'article livré au client																						
		Précision de la quantité livrée au client																						
		Précision des documents																						
		Qualité de la marchandise livrée																						
		Relation avec les clients																						
		Respect délais de livraison																						
		Retard de livraison																						
		Satisfaction des équipes de gardes																						
		Satisfaction des services de soins																						
		Satisfaction sur la pharmacie clinique																						
		Satisfaction sur le service																						
		Service au client																						
		Taux de litiges avec les clients																						
		Taux de retour client																						
		Taux du coût de livraison																						
		Taux qualité de service																						
		Temps moyen d'attente du client																						
		Traçabilité de la dispensation																						
		Variété des services																						
	Risque	Probabilité d'un bon de livraison avec erreur																						
		Probabilité d'un bon de pharmacie avec une erreur																						
		Probabilité d'une ordonnance avec une erreur																						
Fabriquer	Activité	Coût par heure opérationnelle de préparation																						
		Débit des produits																						
		Défauts d'unités produites par million d'opportunités																						
		Défauts par unités produites																						
		Délai de fabrication																						
		Efficience de la production																						
		Partie par million des défauts d'unités produites																						
		Produits préparés en avance																						
		Ratio de fluidité de la production																						
		Rendement de premier passage dans la préparation																						
		Reprises																						
		Tact time de production																						
		Taux d'utilisation de l'espace de production																						
		Temps de cycle de la production																						
		Temps de réglage de l'équipement de production																						
	Intrant	Consommation d'eau																						
		Flexibilité du volume de production																						
		Taux de rendement du matériel																						
	Résultat	Coût total du processus de production																						
		Économies d'envergure																						
		Taux de rebuts des produits préparés																						
		Taux des défauts Vs Qualité des produits préparés																						
		Variabilité du temps de cycle																						
	Risque	Probabilité d'une unité produite avec un défaut																						
Gérer les stocks	Activité	Commandes en attente																						
		Conditions de transport et de conservation																						
		Couverture de stock																						
		Débit des produits du stock																						
		Densité du stock																						

			Horizon Temporel																				
			Opérationnelle (court terme)					Tactique (moyen terme)					Stratégique (long terme)										
			Perspective					Perspective					Perspective										
Processus	Type indicateur	Indicateur	Apprentissage & Innovation					Apprentissage & Innovation					Apprentissage & Innovation										
			Client	Fiabilité	Finance/Cout	Flexibilité	Qualité	Reactivité	Temps	Client	Fiabilité	Finance/Cout	Flexibilité	Qualité	Reactivité	Temps	Client	Fiabilité	Finance/Cout	Flexibilité	Qualité	Reactivité	Temps
		Pourcentage d'écart par rapport à l'engagement de la commande		✓																			
		Pourcentage de perturbation du programme		✓																			
		Publications																					
		Qualité de l'information fournie au client	✓																				
		Résultat comptable			✓																		
		Rétention du personnel																					
		Retour sur investissement																					
		Rotation du personnel																					
		Satisfaction de la communauté																					
		Satisfaction des organismes de santé																					
		Satisfaction des salariés																					
		Satisfaction du client externe	✓																				
		Stock mort																					
		Taux de maladie																					
		Taux de ruptures de stock		✓																			
		Taux de ruptures de stock		✓																			
		Taux de service		✓																			
		Taux de service en références		✓																			
		Taux qualité de service		✓																			
		Temps de réponse de la chaîne logistique pour les commandes spécifiques																				✓	
		Temps de réponse de la chaîne logistique pour les ordonnances internes																				✓	
		Traçabilité		✓																			
		Valeur perçue par le client	✓																				
	<i>Risque</i>	Risque managérial effectif																					
<i>Se fournir</i>	<i>Activité</i>	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur		✓																			
		Adhérence au programme																					
		Approvisionnement sur dotation				✓																	
		Capacité d'éviter les litiges		✓																			
		Charge des bons de pharmacie				✓																	
		Colis reçus par heure de travail				✓																	
		Colis reçus				✓																	
		Colis reçus par surface				✓																	
		Condition parfaite par le fournisseur		✓																			
		Coût par heure opérationnelle d'approvisionnement			✓																		
		Débit des bons de pharmacie																					
		Défauts d'ordonnance par million opportunités																					
		Défauts de bon de commande par million opportunités																					
		Défauts des bons de pharmacie par million opportunités																					
		Défauts par unités d'ordonnance																					
		Défauts par unités de bon de commande																					
		Défauts par unités de bon de pharmacie																					
		Délai d'approvisionnement																					
		Délai d'introduction du produit dans le système																					
		Délai du fournisseur face à la norme du secteur																					
		Flexibilité du fournisseur																					
		Fréquence de réapprovisionnement par mois																					
		Jours d'approvisionnement des stocks		✓																			
		Niveau d'assistance pour la résolution des problèmes																					
		Nombre de réceptions																					
		Nombre moyen de bons de pharmacie traités par personne				✓																	
		Nombre moyen de commandes traitées par personne				✓																	
		Partie par million des défauts d'ordonnance																					
		Partie par million des défauts des bons de commande																					
		Partie par million des défauts des bons de pharmacie																					
		Pertes de produits				✓																	
		Poids moyen																					
		Pourcentage des commandes livrées complètement par le fournisseur		✓																			
		Pourcentage du budget restant				✓																	
		Précision de l'article livré du fournisseur		✓																			
		Ratio de fluidité de l'approvisionnement																					
		Rendement de premier passage pour le processus d'approvisionnement																					
		Représentation technique du fournisseur		✓																			
		Respect des horaires de livraison des fournisseurs		✓																			
		Révision des points de commande																					
		Taux de consommation du budget principal				✓																	
		Taux de défaillance dans les bons de commande		✓																			
		Taux de défaillance dans les bons de pharmacie		✓																			
		Utilisation de la quantité économique de la commande																					

			Horizon Temporel																				
			Opérationnelle (court terme)					Tactique (moyen terme)					Stratégique (long terme)										
			Apprentissage & Innovation					Apprentissage & Innovation					Apprentissage & Innovation										
Processus	Type indicateur	Indicateur	Client	Fiabilité	Finance/Cout	Flexibilité	Qualité	Réactivité	Temps	Client	Fiabilité	Finance/Cout	Flexibilité	Qualité	Réactivité	Temps	Client	Fiabilité	Finance/Cout	Flexibilité	Qualité	Réactivité	Temps
	Contexte	Méthodologie de l'assurance qualité Prix du fournisseur face à celui du marché	✓							✓				✓									
	Intrant	Conformité des bordereaux de réception Convenance des informations de l'emballage Coût d'acquisition du matériel Coût d'investissement en infrastructure Coût de l'information Coût des intrants Coût pour les produits en achat direct Coût pour les produits sous contrat Effectif de la réception Erreurs d'étiquetage des produits achetés État des produits livrés par le fournisseur Niveau de qualité des produits achetés Nombre de types de produits réapprovisionnés Performances produits pharmaceutiques Précision de la quantité livrée du fournisseur Qualité des emballages		✓							✓												✓
	Résultat	Commandes achat parfaites Coût de transaction Coût de transport amont Coût du fournisseur Coût total du processus d'achat Coût total du processus d'approvisionnement Coût total du processus d'achat Économies dégagées sur les contrats signés Fiabilité du fournisseur Fiabilité du produit Formule spéciale Taux de convenance en type d'articles Taux de rebuts des bons de commande Taux de rebuts des bons de pharmacies Taux de rebuts des ordonnances Taux des défauts Vs Qualité des bons de commande Taux des défauts Vs qualité des ordonnances		✓		✓					✓												
	Risque	Niveau de service des fournisseurs Probabilité d'un bon de commande avec une erreur Probabilité d'un bon de pharmacie avec une erreur Probabilité d'une ordonnance avec une erreur Sûreté des produits		✓							✓												

4.1.3. Sélection des métriques

Vu le nombre des indicateurs qui ont été catégorisés (289 indicateurs), et devant cette abondance, l'autre question qui s'est posée concerne le choix des indicateurs les plus pertinents à la gestion du flux pharmaceutique pour chaque maillon de la chaîne logistique. Ce faisant, deux possibilités s'offraient à nous : la première consistait à sélectionner arbitrairement les indicateurs, qui nous semblaient du point de vue théorique les plus adaptés au secteur de la santé, plus particulièrement aux EPH ; la deuxième possibilité suggérait à nous d'établir un questionnaire dans lequel nous solliciterions l'avis des intervenants directs sur le flux pharmaceutique. Nous avons porté notre choix sur la deuxième possibilité, pour la simple raison que nous avons considéré qu'il était plus judicieux de consulter les personnes les plus proches du terrain, c'est-à-dire celles connaissant mieux sa réalité et qui étaient les plus conscientes de ses exigences.

4.1.3.1. Présentation du questionnaire

Le questionnaire qui avait pour objet d'invoquer l'opinion des acteurs sur les indicateurs a été distribué en deux versions, en fonction du maillon étudié : une version pour le personnel de la pharmacie principale de l'EPH (cf. Annexe F.1), et une version pour l'effectif des services de santé (cf. Annexe F.2). Chaque version contenait dans sa page de garde une explication sur la manière de remplir le questionnaire. La page de garde contenait également un glossaire qui

présentait les concepts utilisés dans la description des indicateurs et la classification. Le questionnaire reprenait, en réalité, la typologie conceptuelle qui a été élaborée auparavant. Il suggérait les indicateurs avec plusieurs champs qui contenaient respectivement :

- ◆ Une référence utilisée comme un identifiant afin de faciliter la recherche et le renvoi ;
- ◆ Un nom pour désigner l'indicateur ;
- ◆ Une description afin de présenter l'intérêt et la finalité de l'indicateur ;
- ◆ Un mode de calcul détaillant le fonctionnement de l'indicateur et l'objet de la mesure, de la façon la plus précise possible ;
- ◆ Cinq cases à cocher dont chacune représente un niveau de pertinence de l'indicateur selon une échelle à cinq points. Ce champ représentait la partie ou chaque participant devait fournir son jugement en considérant que :
 - ▶ le premier degré, codé par le numéro « (1) » et qualifiant l'indicateur par « non pertinent », pouvait être interprété par le rejet total de l'indicateur,
 - ▶ le deuxième degré, codé par le numéro « (2) » et qualifiant l'indicateur par « peu pertinent », pouvait être interprété par le fait que l'indicateur présentait beaucoup de carences,
 - ▶ le troisième degré, codé par le numéro « (3) » et qualifiant l'indicateur par « pertinent », pouvait être interprété par le fait que l'indicateur était exploitable malgré les carences qu'il présentait,
 - ▶ le quatrième degré, codé par le numéro « (4) » et qualifiant l'indicateur comme « très pertinent », pouvait être interprété par une bonne acceptation de l'indicateur, mais avec une infime subsistance des carences,
 - ▶ le cinquième degré, codé par le numéro « (5) » et qualifiant l'indicateur par « complètement pertinent », pouvait être interprété par le fait que l'indicateur était parfaitement approprié.

Rappelons que le choix d'une échelle linguistique est souvent confronté à un dilemme : d'une part plus l'échelle contient de niveaux, plus la précision de la valeur obtenue augmente, d'autre part comme le déclare Dubois (2011) plus l'échelle est petite, plus elle est facile à comprendre par les participants. Nous avons choisi par rapport à cette question d'effectuer un compromis. Par la revue de littérature, nous avons constaté qu'une échelle pouvait atteindre aux maximums 11 points, et qu'elle pouvait contenir 3 points au minimum. Entre les deux échelles, certains auteurs utilisent celle de 7 points, et plus couramment ils utilisent l'échelle de Likert à 5 points. Pour ces raisons, nous avons opté pour la dernière.

La présentation des indicateurs par les champs « Nom », « Description/Intérêt » et « Mode de calcul » était délibérément choisi au départ afin d'éliminer les ambiguïtés qui pouvaient apparaître en rapport au rôle et fonctionnement de chaque indicateur. Ceci après avoir remarqué que le nom d'un indicateur ne suffisait pas pour décrire son emploi, particulièrement pour une personne qui n'est pas habituée à utiliser des indicateurs de gestion. De façon générale, ces trois champs ont été disposés de façon à présenter chaque indicateur avec le niveau de détails allant du plus général au plus précis.

Pour augmenter les chances d'avoir des réponses justes, la distribution du questionnaire aux personnes ne s'est pas effectuée par un simple dépôt classique, elle s'est accompagnée au lieu de cela par un briefing avant que le participant ne puisse remplir le questionnaire. Le briefing avait pour objets :

- ◆ d'appuyer les explications rédigées dans la première page du questionnaire,
- ◆ d'expliquer certains concepts de bases qui organisaient la compréhension du questionnaire,
- ◆ de clarifier l'agencement du questionnaire, notamment la structure de la typologie qui a composé le questionnaire,
- ◆ de répondre à certaines questions qui ont émergé au premier abord (dès le premier

survol du questionnaire).

Ces séances d'informations nous paraissaient indispensables, en dépit du fait qu'elles consommaient du temps, car nous avons constaté que la plupart de nos interlocuteurs avaient très peu de connaissances en gestion, encore moins des techniques de gestion des stocks. D'ailleurs, eux-mêmes avaient conscience de cela.

Vu le nombre important des indicateurs suggérés, le questionnaire a été laissé sur une longue période pour le remplir. Régulièrement, nous avons effectué des visites afin de suivre la progression des réponses, et éventuellement pour apporter des éclaircissements aux questions suspendues par les participants. Sur les questionnaires distribués nous avons récolté 31 en trois mois, dont certains étaient inachevés.

4.1.3.2. Analyse des données

Pour l'analyse des données nous avons favorisé l'utilisation de deux paramètres statistiques : la médiane et l'écart interquartile, au lieu des autres statistiques telles que la moyenne arithmétique pour mesurer la tendance centrale, et l'écart type pour évaluer la dispersion. Ce choix se justifie d'une part, par la nature des variables recouru, qui est de type ordinal, d'autre part par le fait que ces deux statistiques sont largement utilisées dans le cadre de la méthode Delphi (Dalkey, Brown, et Cochran 1970; Rowe, Wright, et Bolger 1991).

Ajouté à ces deux paramètres, nous avons utilisé ce qui est classiquement recouru dans les statistiques, assavoir le pourcentage des fréquences. Plus précisément, nous avons calculé le pourcentage cumulé des fréquences afin d'étayer et de raffiner les résultats obtenus par les deux premières statistiques. Cependant, l'interprétation qui a été assignée à chacun de ces paramètres est la suivante :

- ◆ L'écart interquartile : les quartiles servent à évaluer l'étendue des réponses et leur dispersion, plus précisément, l'interquartile permet de constater le consensus entre les membres d'un panel (Helmer 1964). En ce sens, l'interquartile reflète le degré de désaccord entre les participants du questionnaire. Plus sa valeur est grande, plus il révèle l'éloignement des opinions. De ce fait, l'indicateur enregistrant un interquartile très faible sera considéré comme celui qui a obtenu un accord sur son jugement (représenté par la médiane) ;
- ◆ La médiane : en plus du fait que ce paramètre offre l'avantage d'être indépendant de l'échelle de mesure, il sert à représenter l'opinion collective du groupe sur une proposition (Helmer 1964). La médiane est interprétée dans notre étude comme une note commune (quantification du jugement collectif) attribuée à un indicateur par au moins la moitié des participants.
- ◆ Le pourcentage cumulé des fréquences : tout d'abord, notons que le pourcentage des fréquences est appliqué à chaque catégorie de jugement (les cinq niveaux de l'échelle de mesure utilisée). Il révèle le taux de réponse pour chaque catégorie de jugement et pour chaque item. Par la suite, le pourcentage cumulé des fréquences est calculé suivant une agrégation des proportions de fréquences de deux catégories de jugement : « Très pertinent (4) » et « Complètement pertinent (5) ». Le taux obtenu nous informe sur la proportion des participants qui ont considéré que l'indicateur est hautement pertinent. Par la même, l'indicateur recevant un taux important est vu comme un indicateur accepté, à contrario il sera considéré comme rejeté.

L'annexe G.1 présente l'ensemble des résultats obtenus par le traitement des réponses du questionnaire distribué à la pharmacie principale. Concernant les services de santé, ces résultats sont exposés dans l'Annexe G.2.

Pour aboutir à la sélection des indicateurs, des valeurs discriminantes ont été appliquées à chacun des paramètres évoqués (cf. table 3.12 et table 3.13). Cela a permis d'écarter les indicateurs les moins adaptés en appliquant les règles suivantes :

- 1) Garder les indicateurs qui ont présenté une médiane supérieure ou égale à 3,5 : cette valeur correspond à un jugement plus élevé que celui de « Pertinent ». De cette manière, les indicateurs appréciés comme proches de « Très pertinent » et « Complètement pertinent » ont été les seuls à être maintenus ;
- 2) Retenir les indicateurs ayant un écart interquartile qui présente une valeur :
 - i) strictement inférieure à 1, concernant les indicateurs du maillon « Pharmacie Principale ». Cette valeur a été choisie par rapport à la distance présumée qui sépare les niveaux de l'échelle de mesure. Autrement dit, nous estimons qu'il y a un accord dans le groupe lorsque leur divergence ne dépasse pas cette distance granulaire.
 - ii) inférieure ou égale à 1, concernant les indicateurs du maillon « Services de Santé ». Cette limite est légèrement plus tolérante que la précédente, puisque très peu d'indicateurs avaient enregistré un écart interquartile en dessous de 1. Si nous avions gardé exactement le même terme précédent, nous aurions obtenu un nombre d'indicateurs non significatif ;
- 3) Choisir uniquement les indicateurs ayant enregistré une proportion cumulée des fréquences des catégories « Très pertinent » et « Complètement pertinent » ayant une valeur :
 - i) strictement supérieure à 65 %, concernant le maillon « Pharmacie Principale ». Ce taux a été choisi pour s'assurer que c'est la majorité écrasante des membres du groupe qui a contribué au bon jugement (la médiane) ;
 - ii) supérieure ou égale à 50 %, concernant le maillon « Services de Santé ». En dépit du fait que ce taux est plus faible, il reflète néanmoins une majorité relative des personnes qui ont fourni le bon jugement. Ce taux a été abaissé en raison de la particularité des résultats : une quantité minimale d'indicateurs pouvait être obtenue en dessus de ce seuil.

En outre, l'articulation des trois paramètres de sélection a permis de :

- ◆ localiser les accords, à l'aide de l'écart interquartile,
- ◆ quantifier le jugement correspondant à ces accords, par la médiane,
- ◆ s'assurer que le jugement collectif a été réalisé avec une bonne représentativité, en recourant au pourcentage cumulé des fréquences.

Table 3.12. Résultat de la sélection des indicateurs dans la pharmacie principale

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	Écart interquartile	Médiane	% cumulé CP et TP
Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash	0,75	4	70,00 %
Dispenser	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison	0,5	4	72,73 %
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Consommations par employé	0,5	4	75,00 %
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par bon de pharmacie	0,25	4	75,00 %
Dispenser	Activité		Nombre de commandes par ordonnance	0,25	4	75,00 %
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision des documents	0,25	4	75,00 %
Dispenser	Résultat	Flexibilité	Croissance du volume par service de santé	0,25	4	83,33 %
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par catégorie	0,5	4	75,00 %
Gérer les stocks	Activité		Stock en valeur par famille	0,5	4	75,00 %
Gérer les stocks	Activité	Qualité	Encours	0,25	4	91,67 %
Gérer les stocks	Activité	Temps	Débit des produits du stock	0,25	4	83,33 %
Gérer les stocks	Activité		Rotation des stocks	0,25	4	75,00 %
Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Exactitude des inventaires	0,25	4	91,67 %
Piloter	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines	0,5	4	72,73 %
Piloter	Activité	Qualité	Respect de la règle FIFO	0,5	4	81,82 %
Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de service en références	0,25	4	75,00 %
Se fournir	Activité	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	0,5	4	75,00 %
Se fournir	Activité		Capacité d'éviter les litiges	0,5	4	75,00 %
Se fournir	Risque	Fiabilité	Niveau de service des fournisseurs	0,5	4	75,00 %

Table 3.13. Résultat de la sélection des indicateurs dans les services de santé

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	Écart interquartile	Médiane	% cumulé CP et TP
Comptabiliser	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de comptabilisation	1	3,5	50,00 %
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes	1	4	52,63 %
Dispenser	Contexte	Flexibilité	Pourcentage de lits occupés	1	4	63,16 %
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock	1	4	52,63 %
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Stock total	1	4	68,42 %
Gérer les stocks	Intrant	Qualité	Date de péremption	1	4	66,67 %
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par patient	1	4	63,16 %
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût des produits dispensés	1	4	55,56 %
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Stock mort	1	4	55,56 %

Idéalement, un tableau de bord devait contenir les métriques les mieux notées dans chaque type d'indicateur et pour chaque processus. Cependant, les statistiques appliquées ont indiqué que suivre cet idéal serait au détriment de la précision. En effet, l'application de cette logique montrerait certains indicateurs en dessous des valeurs discriminantes utilisés avec les critères de sélection des indicateurs. Nous avons donc suivi le raisonnement selon lequel il est inutile d'utiliser des mesures non précises (non pertinentes aux yeux du groupe) même si elles faisaient partie d'une configuration idéale. Les tableaux 3.12 et 3.13 ci-dessus montrent donc les résultats de ce raisonnement.

4.1.3.3. Interprétation des résultats

De manière générale, le traitement des données a fourni des statistiques mitigées. Elles ont montré que les pharmaciens partageaient des avis rapprochés, alors que dans les services de santé les jugements étaient un peu plus aléatoires. C'est d'ailleurs pour cette raison que les valeurs discriminantes appliquées avec les critères de sélection ont été quelque peu diminuées. Nous pourrions expliquer la grande variation des jugements dans les services de santé par la diversité des spécialités dans lesquelles interviennent ces services. Chaque service de santé avait ses propres besoins et ses propres contraintes qui dépendaient des pathologies traitées et des types de soins à fournir.

Les résultats de l'analyse du questionnaire ont déterminé les indicateurs les plus pertinents pour constituer des tableaux de bord dédiés à chaque maillon du système logistique. L'analyse des données a fait apparaître quatre types de résultats principaux, dont les trois derniers ont été indirectement déduits. Ces résultats se portent sur :

- 1) les indicateurs retenus que nous appellerons par « métriques » en raison de leur niveau de pertinence,
- 2) les perspectives privilégiées,
- 3) les types d'indicateur qui ont émergé,
- 4) les processus sur lesquels l'attention du pilotage est focalisée.

4.1.3.3.1. Les indicateurs les plus pertinents

Le nombre de métriques qui a résulté de la procédure de sélection des indicateurs dans la pharmacie principale a atteint 19, dans les services de santé 9. La différence du chiffre témoigne de l'existence d'une certaine divergence des opinions dans les services de santé, pour les raisons évoquées auparavant. Cela peut aussi s'expliquer par le fait que le métier principal des services de santé n'est pas la gestion des produits pharmaceutiques comme l'est pour la pharmacie principale. C'est une fonction secondaire réalisée par des infirmiers. Donc par un personnel non formé pour cela.

Les métriques de la pharmacie principale ont la particularité d'avoir un horizon temporel commun, celui de l'opérationnel¹, alors que pour les services de santé certaines métriques telles que « Coût total du processus de comptabilisation » et « Stock mort » font partie de l'horizon tactique ou stratégique seulement. De là, il est possible de prétendre qu'il y a une

¹ Ceci n'apparaît pas directement dans la table des résultats, mais plutôt en inspectant l'horizon temporel de chaque indicateur dans la typologie présentée dans la table 3.11.

tendance sur la gestion à court terme du flux pharmaceutique dans les services de santé, et que leurs préoccupations sont focalisées plutôt sur cet horizon. Pour la pharmacie principale, nous pourrions conclure, en raison de la portée temporelle de la plupart des indicateurs sélectionnés, que le tableau de bord est opérationnel. Dans le souci d'établir une certaine comparabilité des métriques et une homogénéisation du tableau de bord des services de santé, les deux métriques précédemment mentionnées sont écartées dans la suite des étapes de la méthodologie. Ainsi, un tableau de bord également opérationnel sera constitué pour ce maillon.

Concernant l'objet des indicateurs retenus, ceux de la pharmacie principale semblent être plus raffinés et traditionnellement utilisés dans la logistique, tels que la rotation du stock, les encours, le stock en valeur, et le temps de cycle du cash au cash. Globalement, ces métriques sont orientées sur :

- ◆ La charge de travail : comme pour les métriques :
 - ▶ Nombre de commandes par bon de pharmacie,
 - ▶ Nombre de commandes par ordonnance,
 - ▶ Consommations par employé,
 - ▶ Taux d'utilisation des ressources humaines ;
- ◆ La qualité de service : comme pour les métriques :
 - ▶ Précision des documents,
 - ▶ Erreurs d'apprêtage de la livraison,
 - ▶ Exactitude des inventaires,
 - ▶ Respect de la règle FIFO,
 - ▶ Taux de service en références,
 - ▶ Niveau de service des fournisseurs,
 - ▶ Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur,
 - ▶ Capacité d'éviter les litiges ;
- ◆ La situation des stocks : avec les métriques :
 - ▶ Stock en valeur par catégorie,
 - ▶ Stock en valeur par famille,
 - ▶ Encours,
 - ▶ Rotation des stocks.

Concernant les services de santé, on pourrait présumer que leurs métriques se penchent de façon un peu plus prononcée que la pharmacie principale vers l'efficacité. La constatation qui a été faite témoigne qu'en réalité ils étaient sensibles aux coûts.

4.1.3.3.2. Les préférences sur les perspectives de la performance

La procédure de sélection des indicateurs renvoie indirectement aux choix des perspectives de la performance. En effet, lorsqu'un participant fournit un jugement favorable à l'égard d'un indicateur, il adopte simultanément la perspective dans laquelle la mesure intervient, car cette perspective est clairement visible dans le questionnaire. Ce choix est supposé plus explicite lorsque le même indicateur est proposé sous deux perspectives différentes. Par conséquent, selon les métriques qui ont été sélectionnées on s'aperçoit que la pharmacie principale a adopté 5 perspectives sur 8 possibles. En fonction de leur récurrence, on retrouve par ordre la perspective fiabilité, finance/coût, flexibilité, qualité, et temps. Les services de santé pour leur part ont adopté indirectement 3 perspectives : finance/coût, flexibilité, et qualité ;

4.1.3.3.3. L'émergence des types d'indicateurs

Tout comme pour les perspectives, les types d'indicateur se sont manifestés avec la sélection des indicateurs. Sur les 5 types d'indicateurs possibles, la pharmacie principale a fait apparaître seulement les types : activité, résultat, risque ; alors que les services de santé ont montré les types : activité, contexte, intrant, résultat. Ceci montre que la pharmacie principale,

qui se situe un peu plus en amont, se préoccupe plus des risques logistiques, car elle est directement confrontée aux aléas du flux pharmaceutique. À l'inverse, du fait que les services de santé se situent en aval, ils ont tendance à être plus sensibles au contexte de leur activité. Cette activité dépend essentiellement du flux des patients. Les services de soins portent également une attention sur les intrants, car ils ont l'entière responsabilité des produits fournis aux patients. Les deux types « activité » et « résultat » pour leur part ont émergé dans les deux maillons, car ils constituent des types de base pour l'évaluation de la performance.

4.2. Architecture du système de mesure de la performance

Nous désignons par l'architecture du système de mesure de la performance un ensemble de métriques reliées dans un modèle contenant plusieurs niveaux de découpage (cf. fig. 3.7). Le premier niveau à partir du bas contient les sous-indicateurs qu'on a désignés par les métriques *esclaves*. Ils servent à alimenter les métriques principales désignées par les métriques *maîtres*. Le deuxième niveau du système est donc constitué d'indicateurs centraux qui composent le tableau de bord de chaque maillon de la chaîne logistique de l'établissement hospitalier. Le troisième niveau reflète la chaîne logistique du secteur de la santé. Il contient essentiellement le tableau de bord de l'établissement hospitalier qui agrège ceux de ses maillons, et le tableau de bord de la PCH. Le niveau du sommet devrait porter le tableau de bord du flux pharmaceutique dans le secteur de la santé.

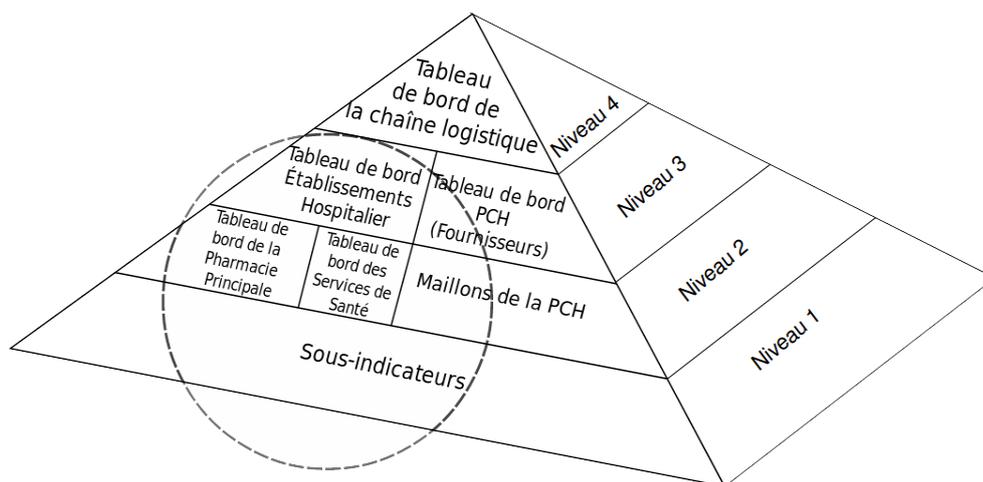


Figure 3.7. Architecture du système de mesure de la performance.

L'architecture proposée est essentiellement orientée par la vue processus. Elle suggère la réapparition, sur les niveaux supérieurs de l'architecture, d'une métrique maître se situant à un niveau particulier. Cependant, du fait que nous n'avons pas pu pénétrer la PCH notre étude s'est réduite sur l'établissement hospitalier, et sur ses maillons internes (les éléments encadrés dans la fig. 3.7).

La représentation du système de mesure de la performance est exposée avec cette illustration sous une forme globaliste, elle n'en dit rien sur l'organisation de chaque niveau. En réalité, chaque tableau de bord se présentant dans un niveau de l'architecture possède sa propre structure.

4.2.1. Structure des tableaux de bord

La finalisation du contenu des tableaux de bord a consisté à définir leur ossature finale. La structure qui a été retenue est le résultat de l'assemblage de deux autres types de structures qui seront détaillées dans les sous-titres suivants. Les tableaux de bord résultants reflètent en somme l'alignement de deux perspectives : la vue processus en prépondérance, et la vue performance.

4.2.1.1. Structure selon la vue processus

La configuration d'un tableau de bord selon la vue processus reflète l'architecture de la cartographie élaborée (le modèle conceptuel), qui à son tour s'est imprégnée du cadre applicatif portant sur les processus logistiques (cf. sect. 1.4.2). Pour cette raison, nous avons préféré de révéler la structure des indicateurs selon la vue processus en exposant les métriques directement sur le modèle de processus¹. Le standard BPMN 2.0 (OMG 2011) autorise de toute manière l'ajout d'artefacts directement sur les diagrammes de collaboration afin d'enrichir les modèles avec des détails souhaitables dans certains contextes. Par conséquent, les métriques du tableau de bord logistique ont été ajoutées systématiquement sur les diagrammes qui leur correspondaient². Ces diagrammes (diagr. 42, 43, et 44) sont exposés dans les pages suivantes³ (pp. 428 – 430).

4.2.1.2. Structure selon la vue performance

La structure des indicateurs selon la vue performance montre un agencement complexe qui implique deux volets. Le premier volet concerne les liens des objectifs aux axes de la performance (les dimensions de la performance). Le deuxième volet se rapporte aux liens des indicateurs aux objectifs, si ces derniers ont été en toute évidence fixés. Cependant, vu les spécificités de notre terrain de recherche, il n'a pas été possible d'établir ces relations. Et pour cause, les objectifs n'étaient pas définis ou n'étaient pas clairs. Toutefois, nous avons considéré que les perspectives des métriques étaient des fins en soi, et que les objectifs n'étaient que des intermédiaires qui facilitaient la progression dans ces intentions. En effet, « Il ne faut pas penser à l'objectif à atteindre, il faut seulement penser à avancer. C'est ainsi à force d'avancer qu'on atteint ou qu'on double ses objectifs sans même s'en apercevoir. » (Werber 1996, 480). Cette célèbre citation traduit notre opinion sur ce sujet⁴. Néanmoins, nous admettons que c'est une solution issue du statu quo, faute d'une meilleure alternative. En ce sens, la quête d'une bonne performance consisterait à maximiser les résultats à l'intérieur d'un axe particulier. Autrement dit, le but serait d'avoir le meilleur score dans toutes les perspectives retenues.

Dans notre cas d'étude, on s'est contenté pour fonder la structure selon la vue performance du lien qui existe entre la métrique et la perspective. Ce lien apparaît directement dans les résultats de sélection des indicateurs. Il en découle une structure présentée dans la table 3.14, concernant le maillon « Services de Santé », et la table 3.15 pour le maillon « Pharmacie Principale ».

Table 3.14. Structure du TBL des services de santé selon la vue performance

Perspective	Nom Métrique
Finance/Coût	Coût total du processus de comptabilisation
	Productivité du stock
	Coût par patient
	Coût des produits dispensés
	Stock mort
Flexibilité	Nombre de commandes
	Pourcentage de lits occupés
	Stock total
Qualité	Date de péremption

¹ Nous aurions pu aussi représenter la structure avec un tableau disposant en colonnes les processus, les sous-processus, et les métriques.

² En sachant que cela a été possible par le biais du logiciel Adonis-CE v2.0[®] qui permet d'ajouter les indicateurs comme artefacts, directement sur les diagrammes. Dans les diagrammes de processus, les métriques prennent la forme d'un bouton radio (●).

³ Dans la version électronique de la cartographe, ces diagrammes se trouvent sur le panneau de navigation, dans le dossier nommé « Représentation avec les métriques ».

⁴ D'autres arguments viennent appuyer et compléter ce raisonnement dans un autre titre traitant le sujet de l'objectif (cf. sect. 4.2.3.2.1).

Table 3.15. Structure du TBL de la pharmacie principale selon la vue performance

Perspective	Nom Métrique
Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison
	Précision des documents
	Taux de service en références
	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur
	Capacité d'éviter les litiges
Finance/Coût	Niveau de service des fournisseurs
	Temps de cycle du cash au cash
	Consommations par employé
	Stock en valeur par catégorie
	Stock en valeur par famille
Flexibilité	Exactitude des inventaires
	Nombre de commandes par bon de pharmacie
	Nombre de commandes par ordonnance
	Croissance du volume par service de santé
Qualité	Taux d'utilisation des ressources humaines
	Encours
Temps	Respect de la règle FIFO
	Débit des produits du stock
	Rotation des stocks

4.2.1.3. Alignement des structures

La procédure d'alignement que nous avons suivi consistait à définir un point central sur lequel pouvait s'imbriquer chaque structure prédéfinie selon une vue précise. Un champ partagé entre les structures constituait le meilleur pivot qu'il était possible de repérer. Sans ambiguïté, les métriques constituaient ce pivot qui permettait de chaîner la structure selon la vue processus avec la structure selon la vue performance. Par ailleurs, dans la mesure où le type d'indicateur (activité, intrant, résultat, contexte, risque) — comme nous l'avons démontré dans le chapitre 1 — était étroitement lié à la notion de processus, cette dimension pouvait s'ajouter sans encombre à l'assemblage des structures. À vrai dire, elle complétait cet assemblage en constituant un axe supplémentaire à l'évaluation de la performance. Tout compte fait, les résultats de la sélection des indicateurs tels qu'ils ont été exposés produisaient simultanément l'alignement et l'édification de la structure finale du tableau de bord de chaque maillon étudié (cf. table 3.16 et table 3.17). Cette structure est organisée en définitive par le triplet : Processus-Type-Perspective.

Table 3.16. Structure du TBL de la pharmacie principale

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique
Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash
			Dispenser	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Consommations par employé
		Flexibilité	Nombre de commandes par bon de pharmacie
			Nombre de commandes par ordonnance
	Résultat	Fiabilité	Précision des documents
		Flexibilité	Croissance du volume par service de santé
	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par catégorie
		Qualité	Stock en valeur par famille
Encours			
Temps			Débit des produits du stock
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Rotation des stocks
			Exactitude des inventaires
	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines
		Qualité	Respect de la règle FIFO
		Fiabilité	Taux de service en références
Se fournir	Résultat	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur
	Activité	Fiabilité	Capacité d'éviter les litiges
			Niveau de service des fournisseurs

Table 3.17. Structure du TBL des services de santé

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique
Comptabiliser	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de comptabilisation
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes
			Contexte	Pourcentage de lits occupés
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock
		Flexibilité	Stock total
			Qualité	Date de péremption
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par patient
			Coût des produits dispensés
			Stock mort

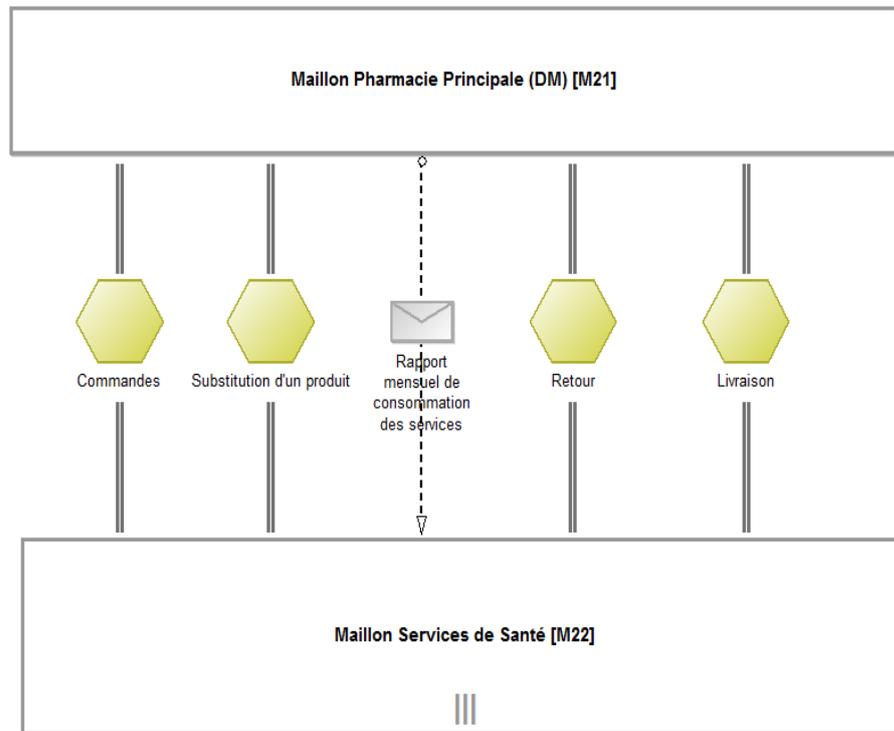


Diagramme parent :
CHAÎNE LOGISTIQUE DU PRODUIT
PHARMACEUTIQUE DANS LE
SECTEUR DE LA SANTÉ

- Performance du Maillon : Pharmacie Principale (PP)**
- ▶ Accomplissement parfait de la commande p... ● -
 - ▶ Capacité d'éviter les litiges ● -
 - ▶ Niveau de service des fournisseurs ● -
 - ▶ Consommations par employé ● -
 - ▶ Croissance du volume par service de soin... ● -
 - ▶ Erreurs d'apprêtage de la livraison ● -
 - ▶ Nombre de commandes par bon de pharmacie... ● -
 - ▶ Nombre de commandes par ordonnance ● -
 - ▶ Précision des documents ● -
 - ▶ Stock en valeur par catégorie ● -
 - ▶ Stock en valeur par famille ● -
 - ▶ Encours ● -
 - ▶ Exactitude des inventaires ● -
 - ▶ Débit des produits du stock ● -
 - ▶ Respect de la règle FIFO ● -
 - ▶ Taux de service en références ● -
 - ▶ Taux d'utilisation des ressources humain... ● -
 - ▶ Temps de cycle du cash au cash ● -

- Performance du Maillon : Services de Santé (SS)**
- ▶ Coût des produits dispensés ● -
 - ▶ Coût par patient ● -
 - ▶ Date de péremption ● -
 - ▶ Nombre de commandes EG ● -
 - ▶ Pourcentage de lits occupés ● -
 - ▶ Productivité du stock ● -
 - ▶ Stock total ● -

Diagramme 42 : M2-Maillon établissement public Hospitalier (représentation des métriques)

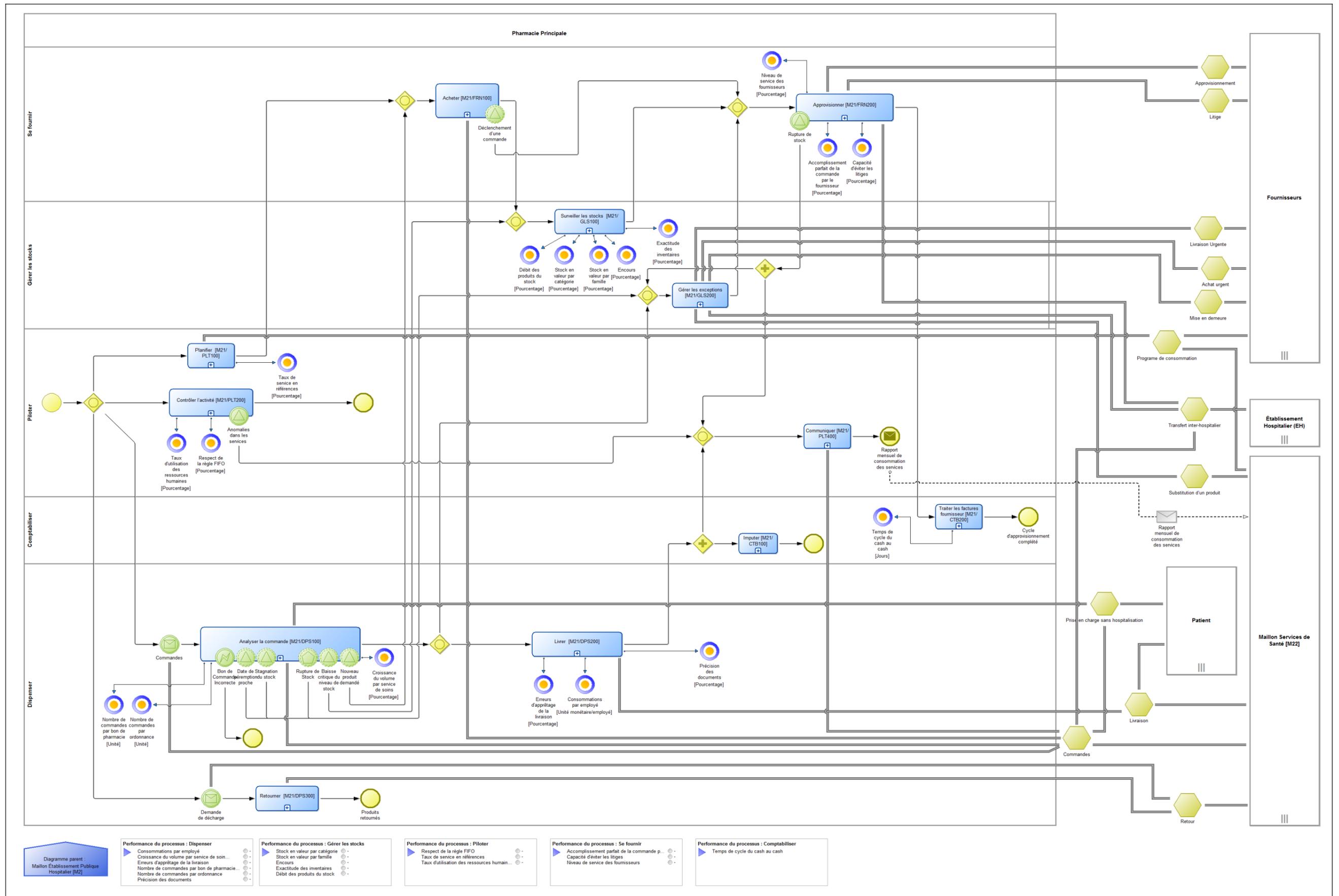


Diagramme 43 : M21-Maillon Pharmacie Principale (représentation des métriques)

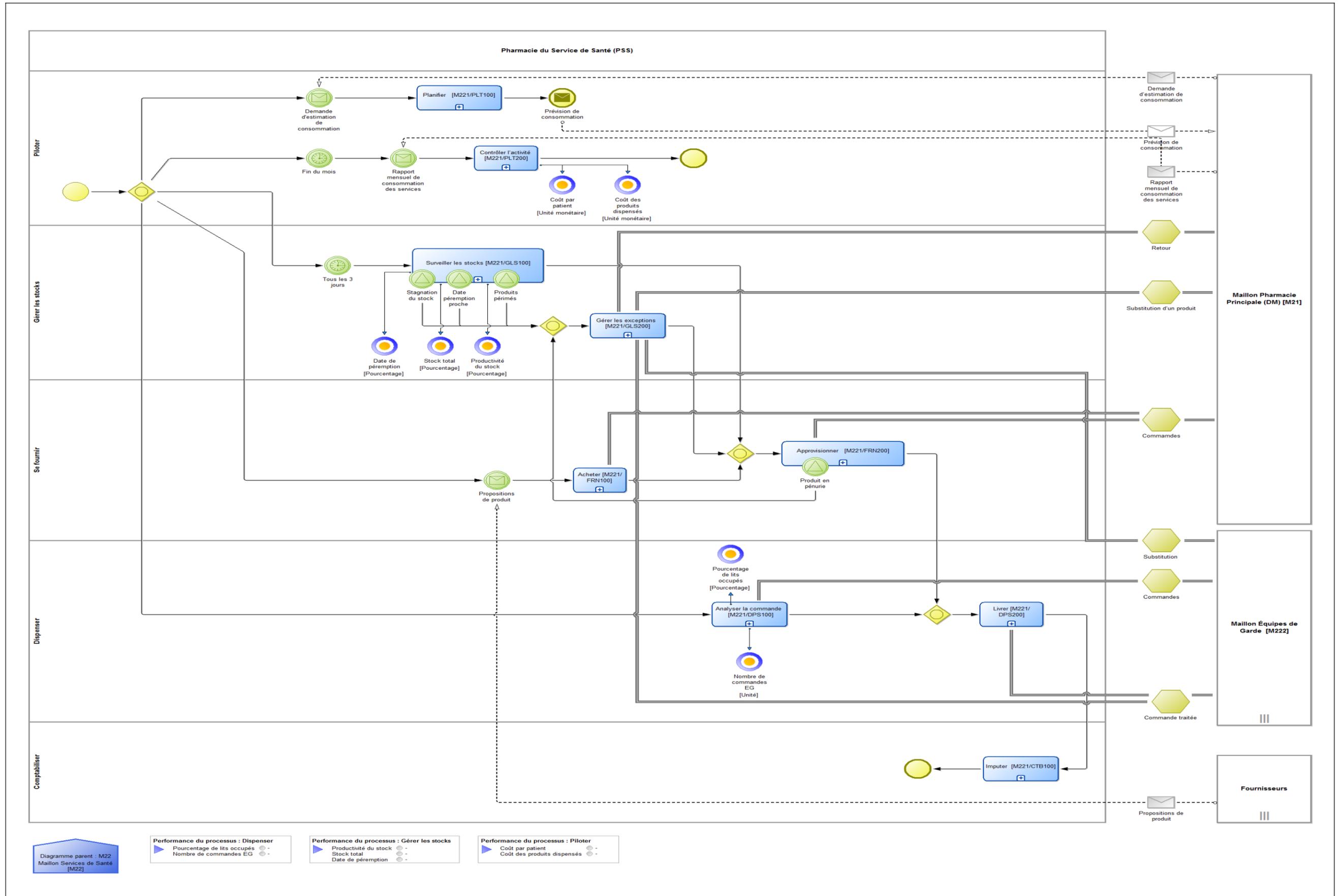


Diagramme 44 : M221-Maillon Pharmacie du Service de Santé (représentation des métriques)

4.2.2. Agrégation des métriques

Les indicateurs composites sont des indices d'appréciation synthétiques qui décrivent la performance d'un système selon un point de vue généraliste. Ils ont été largement utilisés dans le secteur de la santé, et particulièrement dans le service public (Neely 2007). Dans cette partie, nous reprenons l'usage de cette approche pour l'appliquer dans la logistique hospitalière.

Selon la classification des indicateurs qui a été réalisée et la structure des indicateurs qui a émergé pour chaque maillon, nous avons conclu qu'un processus peut contenir plusieurs types d'indicateurs, et qu'un type d'indicateur peut contenir plusieurs perspectives, et enfin qu'une perspective peut intégrer plusieurs métriques (cf. fig. 3.8).

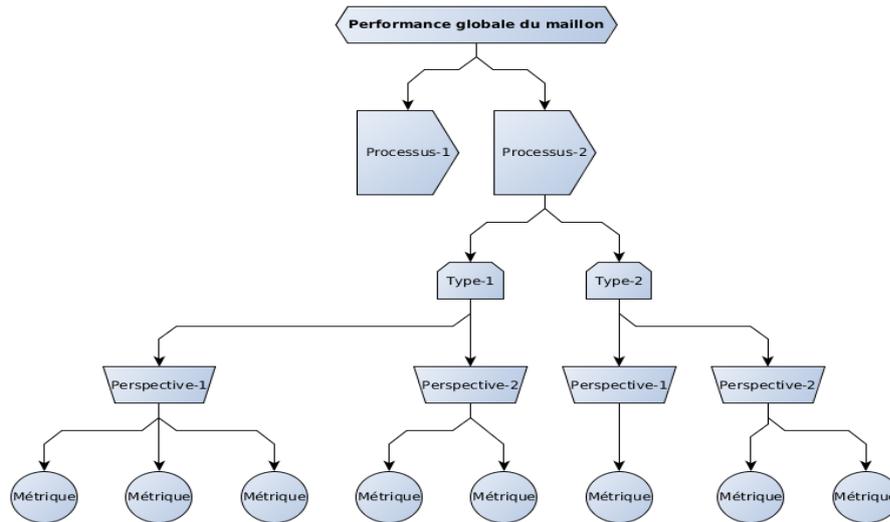


Figure 3.8. Structure des indicateurs dans un maillon.

Cette structure se présente finalement comme un groupement de critères (les métriques) qui sont à l'intérieur de critères plus globaux déployés sur plusieurs niveaux (les perspectives, les types d'indicateurs, et les processus). Dès lors, il est possible de calculer une performance agrégée sur ces niveaux, ce qui revient en d'autres termes à la déterminer selon les différentes dimensions des indicateurs (par processus, par type d'indicateur, par perspective).

Cependant, faire l'agrégation de la performance selon plusieurs dimensions requiert la connaissance de la priorité de tous les critères dans chaque niveau de la structure. La sous-problématique qui doit être traitée se rapporte donc à la pondération des métriques et de leurs attributs (les catégories des dimensions). La connaissance du poids des catégories de chaque dimension a été au fond indispensable pour deux raisons. Premièrement, les poids permettent de constituer la pondération des métriques par rapport à la structure globale du tableau de bord¹. La deuxième raison revient au fait qu'il est possible à partir d'eux de réaliser des agrégations de la performance selon plusieurs axes d'analyse².

Dans ce cadre, nous avons deux possibilités : soit présumer que toutes les métriques et les catégories des dimensions : processus, type, perspective, possèdent la même importance, soit de considérer qu'aux yeux des acteurs les métriques ont un poids différent, et que leurs attributs n'ont pas la même priorité dans une certaine dimension. Autrement dit, ceci revient à poser pour le deuxième cas l'hypothèse suivante :

Toutes les métriques ainsi que leurs attributs peuvent être hiérarchisés en fonction de leur degré de priorité dans une dimension.

¹ Ils permettent de constituer ce que nous avons appelé le poids global (cf. sect. 4.2.2.2 et sect. 4.2.3.1.2).

² Voir une explication détaillée avec la feuille d'analyse (cf. sect.4.3.3) et la feuille de la performance actuelle (cf. sect. 4.3.4).

Pour affirmer l'hypothèse, nous avons recouru à la méthode AHP. Cette dernière telle que présentée dans le chapitre 1 a été appliquée en considérant que la structure des indicateurs d'un maillon (cf. fig. 3.8) est semblable à celle d'un réseau AHP¹. Ceci étant, un réseau AHP a été modélisé pour chaque maillon à l'aide du logiciel SuperDecisions® v2.8. La structure du tableau de bord qui a émergé de l'étape de sélection des indicateurs a été le socle sur lequel s'est calqué le réseau AHP de la pharmacie principale (cf. fig. 3.9), et celui des services de santé (cf. fig. 3.10).

La constitution des comparaisons en paire, conformément à la méthode AHP, s'est déroulée par la diffusion de deux versions d'un autre questionnaire : une version pour le maillon « Pharmacie Principale » (cf. Annexe H.1), et l'autre pour le maillon « Services de santé » (cf. Annexe H.2). Le contenu de chaque version correspondait à la structure du tableau de bord qui a émergé dans la phase de sélection des indicateurs. De ce fait, les questionnaires ont été agencés en quatre parties : la première partie a concerné les métriques qui appartiennent à la même classe typologique, c'est-à-dire les métriques qui font partie du même processus, le même type, et la même perspective². La deuxième partie s'est portée sur la comparaison entre les perspectives du tableau de bord, la troisième partie sur les types des indicateurs, et la dernière partie sur les processus.

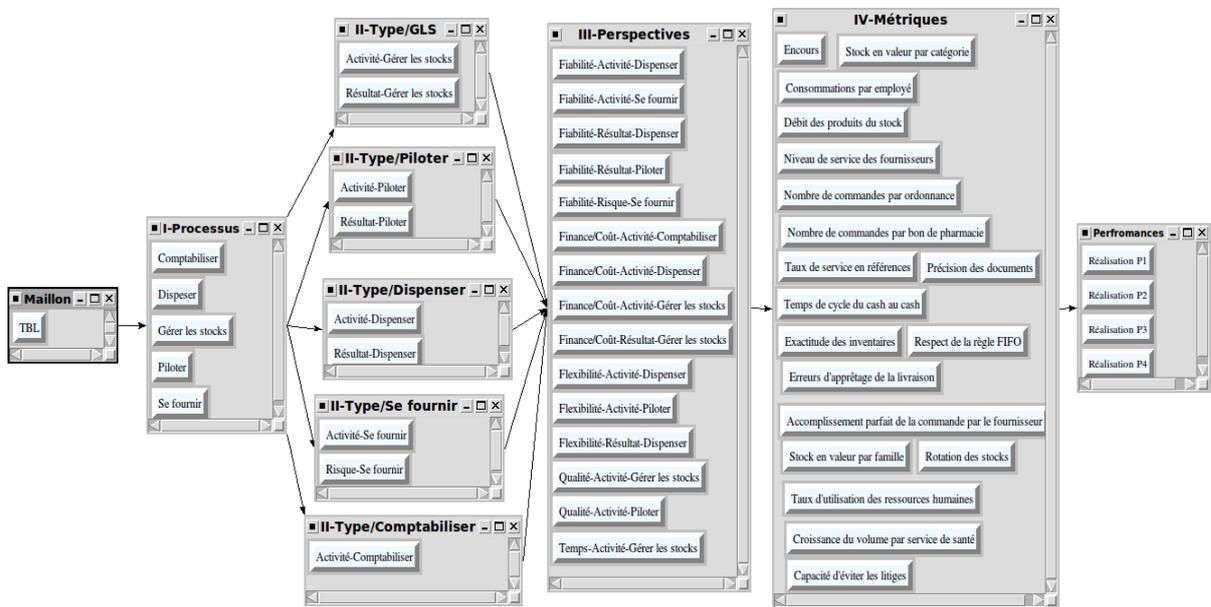


Figure 3.9. Réseau AHP du maillon pharmacie principale.

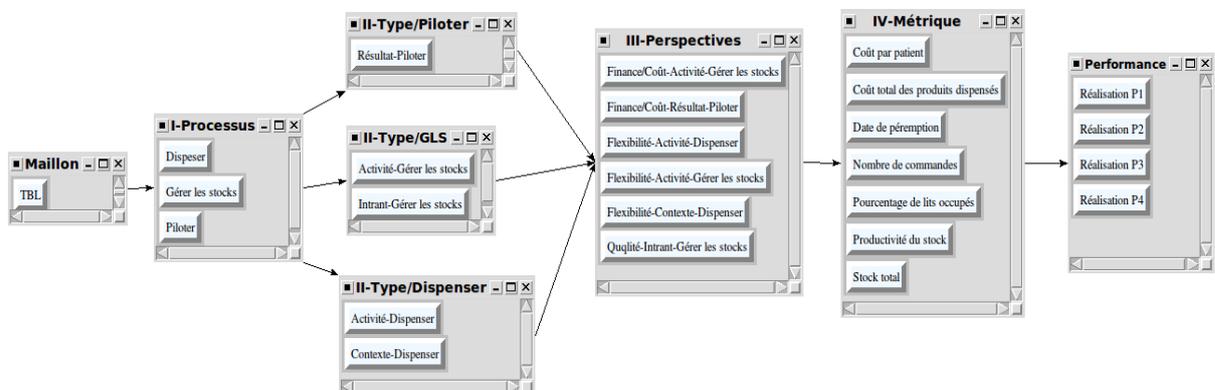


Figure 3.10. Réseau AHP du maillon services de santé.

¹ Rappelons qu'on obtient un réseau AHP en appliquant la méthode ANP (version générale de AHP).

² Cela veut dire aussi que nous avons présenté uniquement les métriques qui devaient être comparées, car il n'y avait pas d'intérêt de comparer les métriques qui se retrouvaient seules dans une classe typologique.

La présentation du questionnaire a été accompagnée d'une sorte de tutoriel (sur la page de garde) expliquant comment faire la comparaison et utiliser une échelle de mesure subdivisée en 9 points. Le questionnaire a aussi été accompagné des résultats du premier questionnaire (cf. sect. 4.1.3.2) sous forme de statistiques, pour exposer l'intérêt du deuxième (tout en expliquant verbalement son contexte).

Les questionnaires ont été distribués dans sept EPH : 16 exemplaires dans les pharmacies principales, et 29 dans les services de santé. Nous avons récolté après un certain temps 37 questionnaires en totalité. Le traitement des réponses et les résultats de l'analyse sont détaillés dans les sous-titres de cette section.

4.2.2.1. Priorités des dimensions et des métriques

Le traitement des données récoltées à partir du questionnaire consacré à la pondération des métriques a été conduit à l'aide du logiciel SuperDecisions®v3.0. Cependant, avant même d'introduire dans le logiciel les jugements obtenus sur chaque item à partir de plusieurs répondants, nous devons les agréger en un seul chiffre. Pour cela, comme l'avait dûment prévu la méthode AHP, nous avons appliqué la moyenne géométrique (cf. Annexes I).

La méthode AHP telle que décrite dans le chapitre 1 utilise les jugements de comparaison et constitue des matrices de comparaison, pour fournir par la suite des vecteurs de priorité contenant le poids de chaque élément étudié¹. Pour notre cas d'étude toutes les matrices de comparaison ont démontré une inconsistance insignifiante et parfois nulle. Par conséquent, les vecteurs de priorité obtenus ont été suffisamment cohérents et fiables pour poursuivre la suite des étapes de l'élaboration des tableaux de bord.

4.2.2.1.1. Les poids dans la pharmacie principale

La récolte des jugements de comparaison dans le maillon « Pharmacie Principale » et le traitement des données par la méthode AHP ont permis d'obtenir des vecteurs de priorité hiérarchisant les catégories des dimensions ainsi que les métriques. Ces vecteurs de priorité sont récapitulés dans la super-matrice du modèle AHP consacré à ce maillon (cf. table 3.18, p. suiv.).

Les résultats présentés sont issus du traitement réalisé sur les jugements de 12 participants (voir la moyenne des jugements en Annexe I.1). À partir de ceux-là, nous pouvons constater que la métrique « Nombre de commandes par bon de pharmacie » est presque aussi importante que la métrique « Nombre de commandes par ordonnance ». Il en est de même pour la métrique « Stock en valeur par catégorie » avec le « Stock en valeur par famille ». Par contre, la métrique « Débit du stock » est presque deux fois moins importante que la métrique « Rotation des stocks ». En dernier lieu, la métrique « Accomplissement parfait de la commande » est jugée deux fois plus importante que la métrique « Capacité d'éviter les litiges ».

Globalement, les priorités sur les perspectives montrent que la pharmacie principale donne plus d'importance au temps et à la qualité, puis au coût et aux aspects financiers. Par contre, elle porte moins d'importance à la fiabilité et à la flexibilité. Il apparaît aussi à partir des résultats que le type d'indicateur portant sur le risque est considéré comme le plus important. Les types « activité » et « résultat » se classent respectivement après.

Concernant les priorités qui se rapportent aux processus, celles-ci révèlent le pilotage comme le processus le plus important dans la pharmacie principale. Le maillon accorde aussi une attention particulière au processus de gestion des stocks, et au processus d'approvisionnement (processus « Se fournir »). Le processus de dispensation et le processus de comptabilisation restent les moins prioritaires par rapport aux autres.

¹ C'est le nœud en appliquant la méthode ANP.

4.2.2.1.2. Les poids dans les services de santé

Le traitement des jugements de comparaison dans le maillon « Services de Santé » a été effectué à partir de 25 questionnaires (voir la moyenne des jugements en Annexe I.2). Les résultats du traitement ont fourni des priorités rassemblées dans la super-matrice présentée par la table 3.19.

Les résultats portant sur les indicateurs montrent que la métrique « Coût par patient » est presque deux fois plus importante que la métrique « Coût total des produits dispensés ». Pour les perspectives, celle de « Finance/Coût » apparaît clairement moins importante que la perspective « Flexibilité ». Quant aux types d'indicateurs, celui d'intrant montre qu'il est approximativement deux fois plus important que celui d'activité. Ce dernier est très légèrement plus important que celui du contexte. Contrairement à la pharmacie principale, les services de santé prêtent une plus grande attention au processus de gestion des stocks, puis au processus de pilotage. Le processus de dispensation paraît d'après les résultats le moins important par rapport aux autres.

Table 3.19. Super-matrice des services de santé

	TBL	Dispenser	Gérer les stocks	Piloteur	Activité-Dispenser	Contexte-Dispenser	Activité-Gérer les stocks	Intrant-Gérer les stocks	Résultat-Piloteur	Finance/Coût-Activité-Gérer les stocks	Finance/Coût-Résultat-Piloteur	Flexibilité-Activité-Dispenser	Flexibilité-Activité-Gérer les stocks	Flexibilité-Contexte-Dispenser	Qualité-Intrant-Gérer les stocks	Pourcentage de lits occupés	Date de péremption	Nombre de commandes	Stock total	Productivité du stock	Coût par patient	Coût total des produits dispensés
TBL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dispenser	0.246134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gérer les stocks	0.457928	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piloteur	0.295939	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Activité-Dispenser	0	0.539805	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contexte-Dispenser	0	0.460195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Activité-Gérer les stocks	0	0	0.355272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intrant-Gérer les stocks	0	0	0.644728	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Résultat-Piloteur	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Finance/Coût-Activité-Gérer les stocks	0	0	0	0	0	0	0.393265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Finance/Coût-Résultat-Piloteur	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flexibilité-Activité-Dispenser	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flexibilité-Activité-Gérer les stocks	0	0	0	0	0	0	0.606735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flexibilité-Contexte-Dispenser	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Qualité-Intrant-Gérer les stocks	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pourcentage de lits occupés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Date de péremption	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nombre de commandes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Productivité du stock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coût par patient	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.643795	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coût total des produits dispensés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.356205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2.2.1.3. Poids agrégé des maillons

L'architecture du système de mesure de la performance (cf. fig. 3.7, p. 425) montre des métriques réparties sur plusieurs maillons. Ceci a posé de ce fait le problème du calcul de la performance du niveau supérieur consolidée à partir des maillons. La solution que nous avons adoptée, pour pallier ce problème, consiste à considérer que les métriques d'un niveau particulier de l'architecture se trouvent également dans le niveau supérieur. Par conséquent, chaque métrique n'aura pas un seul poids, mais plusieurs poids : un pour chaque niveau.

En ce sens, nous avons supposé que les deux maillons (Pharmacie Principale [PP] et Services de Santé [SS]) ont le même niveau d'importance. Ceci nous a permis de calculer horizontalement (sur le même niveau) le poids de chaque élément constituant le tableau de bord de l'établissement hospitalier. Donc, contrairement aux précédentes, la super-matrice de l'établissement hospitalier (cf. table 3.20, p. suiv.) n'a pas été produite à partir d'un réseau AHP, elle a été plutôt inférée des autres super-matrices. Elle a été obtenue à vrai dire en fusionnant d'abord les nœuds (éléments) des deux super-matrices (de PP et de SS), puis par l'estimation de leur priorité en utilisant la moyenne arithmétique. Plus précisément, nous avons appliqué l'algorithme illustré dans la figure 3.11 (cf. p. 437).

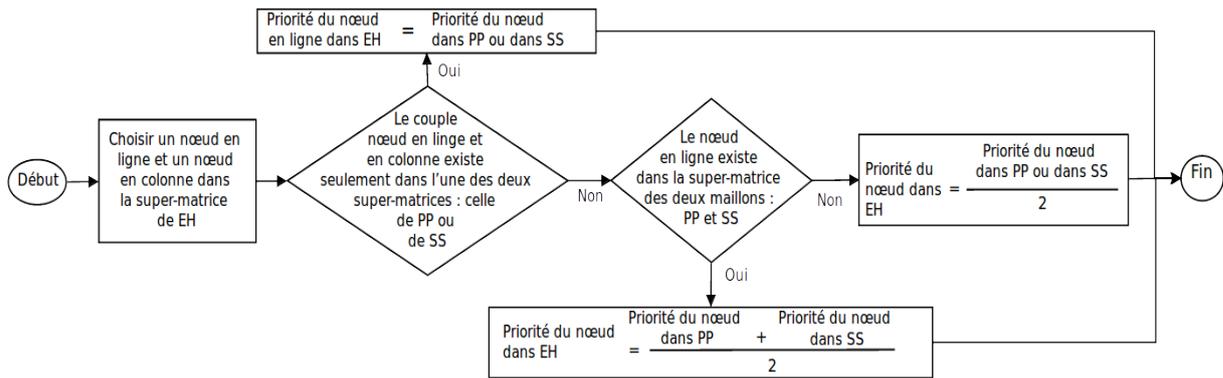


Figure 3.11. Algorithme de calcul de la super-matrice de l'établissement hospitalier.

4.2.2.2. Pondération des métriques

La méthode AHP nous a permis jusqu'ici d'avoir le poids de chaque composant du tableau de bord. Ce poids reflète uniquement l'importance relative d'un élément dans le niveau de sa position au sein de l'architecture du système de mesure de la performance. Il est ainsi considéré comme un poids local. Cependant, pour le calcul d'une performance composite d'un maillon nous avons eu besoin d'un poids global. Ce poids a été constitué par une procédure de pondération, qui consiste à multiplier de façon récurrente le poids d'un élément (nœud) par le poids de l'élément du niveau supérieur auquel il est relié, et ce, selon le réseau AHP qui reflète la structure du tableau de bord d'un maillon¹. Nous avons donc défini une fonction de pondération présentée par la formule (4.2.1). Le résultat de cette fonction est introduit dans la formule servant à calculer la performance globale du maillon (cf. formule (4.2.2), p. 439).

Soient :

W_i^M : le poids pondéré (global) de la métrique i ;

W_j^P : le poids du processus j ;

W_k^I : le poids du type d'indicateur k ;

W_q^V : le poids de la perspective q ;

W_i^I : le poids local de la métrique i .

(4.2.1)

$$W_i^M = w_j^P \cdot w_k^I \cdot w_q^V \cdot w_i^I$$

Pour la constitution du poids global des métriques composant le tableau de bord des Services de Santé, nous avons repris les priorités obtenues par la super-matrice du réseau AHP propre au maillon. La table 3.21 présente les résultats de la procédure de pondération sur la dernière colonne.

Table 3.21. Pondération des métriques du maillon services de santé

Processus	Poids des proc.	Type indicateur	Poids des Types ind.	Perspective	Poids des pers.	Métrique	Poids local des mét.	Pondération des mét.
Dispenser	0,24613	Activité	0,53981	Flexibilité	1,00000	Nombre de commandes	1,00000	0,13286
Dispenser	0,24613	Contexte	0,46020	Flexibilité	1,00000	Pourcentage de lits occupés	1,00000	0,11327
Gérer les stocks	0,45793	Activité	0,35527	Finance/Coût	0,39327	Productivité du stock	1,00000	0,06398
Gérer les stocks	0,45793	Activité	0,35527	Flexibilité	0,60674	Stock total	1,00000	0,09871
Gérer les stocks	0,45793	Intrant	0,64473	Qualité	1,00000	Date de péremption	1,00000	0,29524
Piloter	0,29594	Résultat	1,00000	Finance/Coût	1,00000	Coût par patient	0,64380	0,19052
Piloter	0,29594	Résultat	1,00000	Finance/Coût	1,00000	Coût total des produits dispensés	0,35621	0,10541
Total								1.00000

¹ Notons que la méthode ANP procède de la même manière pour obtenir une super-matrice pondérée.

De la même manière, le poids global des métriques composant le tableau de bord du maillon « Pharmacie Principale » est obtenu à partir de la super-matrice qui correspond à son réseau AHP (cf. les résultats dans la table 3.22).

Table 3.22. Pondération des métriques du maillon pharmacie principale

Processus	Poids des proc.	Type indicateur	Poids des Types ind.	Perspective	Poids des pers.	Métrique	Poids local des mét.	Pondération des mét.
Comptabiliser	0,11110	Activité	1,00000	Finance/Coût	1,00000	Temps de cycle du cash au cash	1,00000	0,11110
Dispenser	0,18419	Activité	0,55635	Fiabilité	0,32961	Erreurs d'apprêtage de la livraison	1,00000	0,03378
Dispenser	0,18419	Activité	0,55635	Finance/Coût	0,36167	Consommations par employé	1,00000	0,03706
Dispenser	0,18419	Activité	0,55635	Flexibilité	0,30872	Nombre de commandes par bon de pharmacie	0,57766	0,01827
Dispenser	0,18419	Activité	0,55635	Flexibilité	0,30872	Nombre de commandes par ordonnance	0,42235	0,01336
Dispenser	0,18419	Résultat	0,44365	Fiabilité	0,56525	Précision des documents	1,00000	0,04619
Dispenser	0,18419	Résultat	0,44365	Flexibilité	0,43475	Croissance du volume par service de soins	1,00000	0,03553
Gérer les stocks	0,23400	Activité	0,55635	Finance/Coût	0,29059	Stock en valeur par catégorie	0,57365	0,02170
Gérer les stocks	0,23400	Activité	0,55635	Finance/Coût	0,29059	Stock en valeur par famille	0,42635	0,01613
Gérer les stocks	0,23400	Activité	0,55635	Qualité	0,33390	Encours	1,00000	0,04347
Gérer les stocks	0,23400	Activité	0,55635	Temps	0,37551	Débit des produits du stock	0,36752	0,01797
Gérer les stocks	0,23400	Activité	0,55635	Temps	0,37551	Rotation des stocks	0,63249	0,03092
Gérer les stocks	0,23400	Résultat	0,44365	Finance/Coût	1,00000	Exactitude des inventaires	1,00000	0,10382
Piloter	0,25714	Activité	0,55635	Flexibilité	0,36846	Taux d'utilisation des ressources humaines	1,00000	0,05271
Piloter	0,25714	Activité	0,55635	Qualité	0,63154	Respect de la règle FIFO	1,00000	0,09035
Piloter	0,25714	Résultat	0,44365	Fiabilité	1,00000	Taux de service en références	1,00000	0,11408
Se fournir	0,21357	Activité	0,46115	Fiabilité	1,00000	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	0,67548	0,06653
Se fournir	0,21357	Activité	0,46115	Fiabilité	1,00000	Capacité d'éviter les litiges	0,32452	0,03196
Se fournir	0,21357	Risque	0,53885	Fiabilité	1,00000	Niveau de service des fournisseurs	1,00000	0,11508
Total								1,00000

Pour l'établissement hospitalier, la même procédure est répétée. Elle reprend les données de la super-matrice de l'établissement hospitalier et exécute la fonction de pondération. Les résultats de l'opération sont exposés par la table 3.23.

Table 3.23. Pondération des métriques au niveau de l'établissement hospitalier

Processus	Poids des Proc.	Type indicateur	Poids des Types ind.	Perspective	Poids des pers.	Métrique	Poids local des mét.	Pondération des mét.
Comptabiliser	0,05555	Activité	1,00000	Finance/Coût	1,00000	Temps de cycle du cash au cash	1,00000	0,05555
Dispenser	0,21516	Activité	0,54808	Fiabilité	0,16480	Erreurs d'apprêtage de la livraison	1,00000	0,01943
Dispenser	0,21516	Activité	0,54808	Finance/Coût	0,18084	Consommations par employé	1,00000	0,02132
Dispenser	0,21516	Activité	0,54808	Flexibilité	0,65436	Nombre de commandes par bon de pharmacie	0,28883	0,02229
Dispenser	0,21516	Activité	0,54808	Flexibilité	0,65436	Nombre de commandes par ordonnance	0,21117	0,01630
Dispenser	0,21516	Résultat	0,22183	Fiabilité	0,56525	Précision des documents	1,00000	0,02698
Dispenser	0,21516	Résultat	0,22183	Flexibilité	0,43475	Croissance du volume par service de soins	1,00000	0,02075
Dispenser	0,21516	Activité	0,54808	Flexibilité	0,65436	Nombre de commandes	0,50000	0,03858
Dispenser	0,21516	Contexte	0,23010	Flexibilité	1,00000	Pourcentage de lits occupés	1,00000	0,04951
Gérer les stocks	0,34597	Activité	0,45581	Finance/Coût	0,34193	Stock en valeur par catégorie	0,28682	0,01547
Gérer les stocks	0,34597	Activité	0,45581	Finance/Coût	0,34193	Stock en valeur par famille	0,21318	0,01149
Gérer les stocks	0,34597	Activité	0,45581	Qualité	0,16695	Encours	1,00000	0,02633
Gérer les stocks	0,34597	Activité	0,45581	Temps	0,18775	Débit des produits du stock	0,36752	0,01088
Gérer les stocks	0,34597	Activité	0,45581	Temps	0,18775	Rotation des stocks	0,63249	0,01873
Gérer les stocks	0,34597	Résultat	0,22183	Finance/Coût	1,00000	Exactitude des inventaires	1,00000	0,07674
Gérer les stocks	0,34597	Activité	0,45581	Finance/Coût	0,34193	Productivité du stock	0,50000	0,02696

Processus	Poids des Proc.	Type indicateur	Poids des Types ind.	Perspective	Poids des pers.	Métrique	Poids local des mét.	Pondération des mét.
Gérer les stocks	0,34597	Activité	0,45581	Flexibilité	0,30337	Stock total	1,00000	0,04784
Gérer les stocks	0,34597	Intrant	0,32236	Qualité	1,00000	Date de péremption	1,00000	0,11153
Piloter	0,27654	Activité	0,27817	Flexibilité	0,36846	Taux d'utilisation des ressources humaines	1,00000	0,02834
Piloter	0,27654	Activité	0,27817	Qualité	0,63154	Respect de la règle FIFO	1,00000	0,04858
Piloter	0,27654	Résultat	0,72183	Fiabilité	0,50000	Taux de service en références	1,00000	0,09981
Piloter	0,27654	Résultat	0,72183	Finance/Coût	0,50000	Coût par patient	0,64380	0,06426
Piloter	0,27654	Résultat	0,72183	Finance/Coût	0,50000	Coût total des produits dispensés	0,35621	0,03555
Se fournir	0,10679	Activité	0,46115	Fiabilité	1,00000	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	0,67548	0,03326
Se fournir	0,10679	Activité	0,46115	Fiabilité	1,00000	Capacité d'éviter les litiges	0,32452	0,01598
Se fournir	0,10679	Risque	0,53885	Fiabilité	1,00000	Niveau de service des fournisseurs	1,00000	0,05754
Total								1,00000

4.2.2.3. Synthèse des indicateurs

Le but de notre modèle de tableau de bord consiste à calculer la performance globale d'un maillon selon plusieurs axes d'analyses. Les axes d'analyses sont les dimensions des métriques qui ont été conclues par les sections précédentes : les processus, les types d'indicateurs, et les perspectives. Ceci nous a conduits vers l'obligation de chercher un procédé nous permettant d'effectuer une agrégation des métriques selon les axes retenus.

Nous pouvons déjà remarquer qu'à partir des réseaux AHP, constitués et présentés dans la figure 3.9 (cf. p. 432) et la figure 3.10, la dernière grappe sur la droite, celle où est ordinairement réservée aux alternatives, a été intitulée par performance. Ceci ne veut nullement dire que la performance est considérée dans ce réseau comme une alternative ; elle sert tout juste à calculer un score global à partir de métriques agencées sous des niveaux de critère différents (les dimensions). N'empêche que ce calcul est réalisé de la même manière recouru pour résoudre un problème de prise de décision. Ceci revient en d'autres termes à calculer la somme pondérée des scores, ou ce qui est connu par le SPS (cf. formule (4.2.2)).

Soient :

$i = 1 \dots n$: un indice désignant une métrique ;

M_i : la valeur de la métrique i ;

W_i^M : le poids de la métrique i ;

SPS : la somme pondérée des scores des métriques.

(4.2.2)

$$SPS = \sum_1^n W_i^M \cdot M_i$$

Avant même de pouvoir utiliser le SPS et faire une agrégation par axe d'analyse (par dimension), il faudrait que les valeurs des métriques obtenues soient homogènes en termes d'unité de mesure. Nous expliquerons, en premier lieu, comment l'unification des unités de mesure a été effectuée, puis nous passerons vers la description du procédé d'agrégation par axe d'analyse.

4.2.2.3.1. Uniformisation des unités de mesure

Suivant le chapitre 1 section 4.3.1, plusieurs possibilités étaient envisageables pour traiter le problème de l'unification des unités de mesure, de surcroît certaines d'entre elles prenaient en charge l'agrégation des métriques, telles que MAUT et AHP. Toutefois, parmi les techniques décrites la transformation linéaire s'avérait l'unique alternative pertinente pour notre utilisation, car celle-ci permettait de passer de manière directe, commode, et assez générale de n'importe quelle référence graduelle à une échelle de mesure standard. En effet, les autres étaient lourdes à employer et inadaptées vis-à-vis de notre intention, même si elles étaient plus ou moins valables. En réalité, ces procédures ont été écartées à la lumière de cinq raisons :

- 1) Certaines pouvaient produire des inconstances, comme celles de la cotation (*Rating-scale*) et du classement, ou engendrer des données pas assez précises, comme la méthode du rang ;
- 2) Elles nécessitaient à chaque fois le jugement des personnes impliquées et portaient donc en elles une part de subjectivité, telles que la méthode de cotation ;
- 3) Elles auraient empêché le tableau de bord d'avoir un caractère général pour la raison ci-dessus évoquée (n° 2) ;
- 4) Elles auraient été appliquées sous peine de consommer un temps et des ressources énormes¹, en particulier si l'on avait recouru à MAUT, AHP, MACBETH, ou à la logique floue.
- 5) Elles auraient retardé l'opérationnalisation du tableau bord, car quelques-unes étaient complexes et exigeaient des opérations délicates au préalable, comme les méthodes de la comparaison en paire et MAUT.

La normalisation des mesures selon la transformation linéaire est une solution mathématique qui permet de générer pour chaque indicateur une échelle de rapport commune. Pour obtenir une échelle de ratio dans l'intervalle $[0,1]$, et afin de la bien faire correspondre à la notion de direction de l'amélioration (cf. sect. 4.2.3.1.2), nous avons adapté les formules révélées dans le chapitre 1 section 4.3.1 en expressions ci-dessous (cf. formules (4.2.3)). Ces équations ont été implémentées dans le tableau de bord par le biais de l'algorithme réservé au calcul de la performance de chaque indicateur (cf. sect. 4.3.1).

Soient :

$M \in [0,1]$ la valeur d'une métrique dans l'échelle de rapport ;

x : la valeur de la métrique dans l'échelle d'origine avec l'unité de mesure qui lui est propre;

LI_x : la limite inférieure des valeurs de x dans l'échelle d'origine ;

LS_x : la limite supérieure des valeurs de x dans l'échelle d'origine.

Si la métrique est à Maximiser alors :

$$M = \frac{x - LI_x}{LS_x - LI_x} \quad (4.2.3)$$

Sinon si la métrique est à Minimiser alors :

$$M = \frac{x - LS_x}{LI_x - LS_x}$$

4.2.2.3.2. Agrégation par axe d'analyse

Tout d'abord, il est important d'explicitier les hypothèses sous lesquelles nous avons travaillé, du fait que nous avons utilisé la méthode AHP et non pas ANP. En réalité, le recours à AHP pour l'établissement des poids des métriques et des dimensions sous-entendait que ces éléments ne s'affectaient pas mutuellement. Ainsi, la performance d'un système selon une dimension donnée n'influence pas la performance de ce même système selon une autre dimension.

En dépit du fait que cette hypothèse soit quasiment fautive, elle demeure importante, car elle nous rappelle que la méthode de synthèse des métriques qui a été employée n'est pas parfaite, et que certains aspects n'ont pas été pris en compte. Par la même occasion, elle trace les limites perfectibles du travail de recherche qui a été effectué jusqu'ici, afin qu'il soit amélioré par d'autres travaux futurs.

Après avoir montré comment normaliser une métrique et calculer un score synthétique, il est possible d'illustrer dans ce stade comment calculer une performance selon une dimension quelconque choisie. En exploitant le résultat de la fonction de pondération des métriques (cf. formule 4.2.1, p. 437) il a été possible d'établir les expressions mathématiques, qui vont se révéler par ce qui suit, pour effectuer une agrégation par un axe particulier d'analyse.

¹ Par exemple, la mobilisation des agents pour définir une échelle de mesure pour chaque indicateur.

4.2.2.3.2.A. Agrégation par perspective

L'analyse par l'axe perspective fournit une vue d'ensemble sur l'efficacité d'un maillon par rapport aux dimensions de la performance. Elle répond à la question : Quels sont les effets de la performance à travers ses différents traits perçus ? La synthèse par cet axe s'effectue en consolidant uniquement les valeurs des métriques propres à une perspective sélectionnée. Il s'agit somme toute d'opérer l'équation ci-dessous.

Soient :

$i=1 \dots n$, un indice désignant une métrique ;

$q=1 \dots r$, un indice désignant une perspective ;

M_i^q : la valeur normalisée de la métrique i appartenant à la perspective q ;

W_i^q : le poids pondéré (global) de la métrique i appartenant à la perspective q ;

A^q : la performance selon la perspective q .

$$A^q = \frac{\sum_1^n W_i^q \cdot M_i^q}{\sum_1^n W_i^q} \quad (4.2.4)$$

La formule (4.2.4) exprime littéralement que la performance selon une perspective quelconque est le rapport entre la somme pondérée des métriques appartenant à la perspective en question, et l'ensemble des poids des métriques appartenant à la même perspective.

Étant donné que le poids global de chaque métrique a été obtenu dans les sections précédentes (cf. table 3.21, table 3.22, et table 3.23), il a été possible de dresser un tableau exposant la somme des poids des métriques d'une perspective pour chaque maillon (cf. table 3.24).

Table 3.24. Agrégation des poids des métriques par perspective

Perspective	$\sum_1^n W_i^q$		
	PP	SS	EH
Fiabilité	4.894 857	---	0.253 004
Finance/Coût	2.942 861	0.359 919	0.307 347
Flexibilité	1.420 649	0.344 843	0.223 605
Qualité	0.965 436	0.295 239	0.186 435
Temps	0.751 018	---	0.029 607

4.2.2.3.2.B. Agrégation par type

L'agrégation selon le type d'indicateur permet d'examiner la performance du maillon et répondre aux questions : Sous quelle condition ? Avec quelle efficacité ? L'équation appliquée pour cet axe est la même que la précédente, sauf qu'il s'agit de prélever les métriques qui appartiennent au type sélectionné, et ce, sans se soucier de leurs perspectives (cf. formule (4.2.5)).

Soient :

$i=1 \dots n$, un indice désignant une métrique ;

$k=1 \dots m$, un indice désignant le type d'indicateur ;

M_i^k : la valeur normalisée de la métrique i appartenant au type d'indicateur k ;

W_i^k : le poids pondéré (global) de la métrique i appartenant au type d'indicateur k ;

A^k : la performance selon le type d'indicateur k .

$$A^k = \frac{\sum_1^n W_i^k \cdot M_i^k}{\sum_1^n W_i^k} \quad (4.2.5)$$

La somme des poids des métriques appartenant au même type d'indicateur est résumée dans la table 3.25.

Table 3.25. Agrégation des poids des métriques par type d'indicateur

Type d'indicateur	$\sum_1^n W_i^k$		
	PP	SS	EH
Activité	0.585 307	0.295 553	0.457 339 4
Résultat	0.299 610	0.295 939	0.324 085 7
Risque	0.115 082	---	0.057 541 4
Contexte	---	0.113 269	0.049 507 6
Intrant	---	0.295 239	0.111 526 6

4.2.3.2.C. Agrégation par processus

La synthèse des métriques par processus offre un aperçu général du niveau de contribution de chaque processus à la constitution de la performance globale du maillon. Le calcul de cette synthèse reprend la logique des deux équations précédentes. Ainsi, la performance d'un processus particulier est obtenue par la somme des métriques qui lui sont rattachées (cf. formule (4.2.6)).

Soient :

$i=1 \cdots n$, un indice désignant une métrique ;

$p=1 \cdots s$, un indice désignant un processus ;

M_i^p : la valeur normalisée de la métrique i appartenant au processus p ;

W_i^p : le poids pondéré (global) de la métrique i appartenant au processus p ;

A^p : la performance selon le processus p .

$$A^p = \frac{\sum_1^n W_i^p \cdot M_i^p}{\sum_1^n W_i^p} \quad (4.2.6)$$

Du fait que les processus sont au sommet des niveaux de la structure d'un tableau de bord, la somme des poids des métriques qui reviennent à un processus précis est équivalente au poids de ce même processus. Si bien qu'il suffit de constater la priorité du processus dans la table 3.21 concernant le maillon SS, la table 3.22 concernant le maillon PP, et la table 3.23 concernant le maillon EH. Il est également possible de la constater à partir de la super-matrice (cf. table 3.19, table 3.18, et table 3.20).

4.2.3. Fiche technique des métriques

On peut considérer un indicateur d'un tableau de bord, par analogie à une machine ou selon une vision taylorienne, comme une pièce mécanique dotée d'une fonction, et faisant partie du rouage d'un mécanisme complexe. Et comme dans tout système mécanique, les pièces doivent être caractérisées de manière précise sur différents aspects, afin qu'elles puissent être maintenues et adaptées en fonction du contexte dans lequel elles sont introduites. D'après cette perception, la constitution d'une spécification des indicateurs devient essentielle pour deux raisons : comprendre avec précision le rôle de l'indicateur et son fonctionnement, ajuster les paramètres de l'indicateur par rapport aux particularités du terrain.

La revue de la littérature nous a permis de déterminer quelles sont les propriétés indispensables qui doivent être définies pour qu'un indicateur soit spécifié correctement. Certaines de ces propriétés sont reprises ou inspirées de Popova et Sharpanskykh (2010), Neely et al. (1997), Lorino (2001), et de Zehbold, Schmidt, et Fleischmann (2013). Quelques autres ont été ajoutées après les avoir déduites des résultats de notre travail de recherche, plus précisément sur la base de la classification des indicateurs.

Nous avons divisé la spécification des métriques¹ pour les raisons évoquées précédemment en deux parties : les attributs constants et les attributs variables. Les attributs constants sont des propriétés générales, dotées d'une valeur qui ne changent pas — ou du moins — qui ne devrait pas changer sur le court terme ou d'après les caractéristiques de l'entité concernée par l'implémentation. Les attributs variables sont par contre des propriétés spécifiques. Leur valeur devrait être adaptée aux besoins de l'utilisateur, et aux particularités de l'entité en question.

4.2.3.1. Les attributs constants

Les attributs fixes des métriques sont des prédicats qui se présentent sous plusieurs aspects dont certains sont purement conceptuels et d'autres complètement techniques. Le volet conceptuel se porte sur la description et la classe de l'indicateur. Le volet technique précise le mode de calcul, les données utilisées, et les relations de l'indicateur avec d'autres.

¹La spécification de chaque métrique du tableau de bord est présentée dans la section 4.3.5.1 pour le maillon PP, et la section 4.3.5.2 pour le maillon SS.

4.2.3.1.1. Le volet conceptuel

L'objectif de ce volet est de fournir des détails sur l'objet de la métrique, et les éléments permettant de faciliter sa reconnaissance. Sous cette rubrique, plusieurs champs de description s'y trouvent :

- 1) Le nom : il constitue l'appellation réservée à la métrique. Il doit refléter brièvement son objet. Ce nom est directement repris de la base de données constituée et retraitée d'après les opérations décrites dans la section 4.1.1.2 ;
- 2) Le code métrique : il représente la référence générée pour faciliter l'identification et la distinction des métriques à travers tous les niveaux de l'architecture du système de mesure de la performance. La syntaxe de la référence abrège la classification d'une métrique et se présente avec le modèle suivant¹ :

<Sigle du maillon> | _ | <Acronyme du processus > | _ | <Acronyme du type > | _ | <Acronyme de la perspective > | _ | M | <Numéro>

- i) le sigle est de deux lettres, soit « PP » pour désigner la pharmacie principale, ou « SS » pour désigner les services de santé,
- ii) les acronymes sont de trois lettres. La table des abréviations ci-dessous expose toutes les possibilités :

Table 3.26. Liste des abréviations pour le référencement des métriques

Catégories	Désignation	Abréviation
Processus	Comptabiliser	CTB
	Dispenser	DPS
	Gérer les stocks	GLS
	Pilote	PLT
	Se fournir	FRN
Perspective	Apprentissage & Innovation	ARI
	Client	CLT
	Fiabilité	FBL
	Finance/Coût	FNC
	Flexibilité	FXB
	Qualité	QLT
	Réactivité	RCT
	Temps	TMP
Type indicateur	Activité	ATV
	Contexte	CTX
	Intrant	ITR
	Résultat	RSL
	Risque	RSQ

- iii) l'espace sécable « _ » est utilisée comme séparateur entre les abréviations ;
 - iv) la lettre « M » désigne le terme Métrique ;
 - v) le numéro n'a pas de sens hiérarchique, il est simplement utilisé pour distinguer deux métriques de la même classe ;
- À titre d'exemple, la référence de la métrique « Stock total » qui est utilisée dans le maillon services de santé, présente la référence suivante : SS_GLS_ATV_FXB_M1 ;
- 3) La description : ce champ présente essentiellement l'objet de l'indicateur et l'intérêt de son emploi. Nous rappelons que la description des métriques a été contextualisée aux spécificités du maillon dans lequel elles sont établies ;
 - 4) Les champs de la typologie : étant donné que chaque indicateur appartient à une ou à plusieurs classes typologiques (cf. sect. 4.1.2), cette partie de la spécification expose pour la métrique :
 - i) le processus auquel elle appartient,
 - ii) le type auquel elle correspond,
 - iii) la perspective dans laquelle elle intervient.

4.2.3.1.2. Le volet technique

La description du profil technique de chaque métrique vise à détailler son fonctionnement, ce qui par la suite devrait favoriser une interprétation juste des valeurs engendrées. En ce sens, les différents champs suivants sont apportés :

¹ Les valeurs mises entre les chevrons « <...> » sont de type caractère (texte).

- 1) Les champs de calcul : ces champs concernent :
 - i) Le mode de calcul : la manière avec laquelle est calculée une métrique se présente dans cette partie sous forme d'une expression mathématique, ou sous forme d'un algorithme. Par accommodement, chaque étape dans un algorithme est représentée par un numéro suivi par le symbole « # ». La fin d'une étape est exprimée par la ponctuation de type point-virgule (;). La dernière étape de l'algorithme finit par la ponctuation point-virgule suivi d'un point (;.). Il est tout à fait vraisemblable de considérer l'expression mathématique d'une métrique, sous le point de vue de la recherche opérationnelle, comme une fonction d'objectif. Dans ce cas, l'optimisation de la fonction d'objectif indiquera la direction de l'amélioration de la métrique ;
 - ii) La direction de l'amélioration : un indicateur obéit à une finalité. Cette finalité est soit explicitement exprimée par un objectif chiffré, ou implicitement admise en sachant vers quelle direction du progrès l'indicateur doit varier. En ce sens, les valeurs d'une métrique sont soit à augmenter, soit à diminuer pour produire l'amélioration attendue. Dans le premier cas, la métrique doit être maximisée, et cela est signalé par le terme « Max », dans le second cas le terme « Min » désigne le fait que la métrique doit être minimisée.
 - iii) L'unité de mesure : ce paramètre est essentiel pour connaître le type et la plage de valeurs engendrées par l'indicateur, et ce, afin de pouvoir interpréter correctement les variations et faire des comparaisons ;
 - iv) La périodicité de calcul : elle exprime le cycle de variation des valeurs et en même temps la fréquence de la mise à jour des informations engendrées par la métrique. La périodicité qui peut être exprimée en nombre de jours, de semaines, ou de mois est indispensable. En effet, elle permet non seulement de synchroniser la collecte des données, mais aussi d'éviter les interprétations erronées. Les mauvaises interprétations peuvent être provoquées par l'obsolescence du sens porté par une information entrante dans le calcul d'une métrique ;
 - v) Le poids local : chaque métrique dans le tableau de bord possède un niveau d'importance qui lui est propre. Cependant, cette importance peut être absolue ou relative. Le poids local représente l'importance absolue d'une métrique par rapport à une autre qui se situe dans la même classe typologique. Globalement, ce poids est repris de la super-matrice produite par la méthode AHP (cf. sect. 4.2.2.1) ;
 - vi) Le poids global : il représente l'importance relative de la métrique. Il est de ce fait, la pondération de la métrique par rapport à toutes les autres métriques formant le tableau de bord (cf. sect. 4.2.2.2). Le poids global est en réalité un paramètre crucial dans le calcul de la performance globale d'un maillon ;
- 2) Les champs des données : ce sont une série d'informations qui indiquent toutes les données nécessaires au calcul de la métrique. Les données sont celles évoquées dans le mode de calcul. Cette partie présente de surcroît les sources des données, c'est-à-dire le nom des supports, ou des emplacements, à partir desquels il est supposé possible de collecter les données ;
- 3) Les champs des relations : une métrique peut entretenir des relations hiérarchiques ou d'influences avec d'autres métriques. Ainsi, ces relations sont détaillées par les points suivants :
 - i) Hiérarchie : cette propriété indique si la métrique en question est un sous-indicateur (métrique esclave) ou un indicateur maître. Un sous-indicateur est une composante qui entre dans le calcul d'un autre indicateur. L'indicateur maître est une métrique principale qui apparaît directement dans la structure du tableau de bord. Nonobstant, il est tout à fait possible qu'une métrique soit à la fois maître et sous-indicateur. Elle est maître, car elle est une constituante prépondérante dans le tableau de bord, et elle est un sous-indicateur, car elle contribue au calcul d'une autre métrique maître ;

- ii) Indicateur maître relié : si le champ précédent indique que la métrique en question est un sous-indicateur, ce champ désigne obligatoirement le nom de la métrique maître correspondante ;
- iii) Relation avec l'indicateur maître : si la métrique est un sous-indicateur, ce champ précise le type d'influence exercée sur la métrique maître. Pour cela, nous avons adopté de la littérature deux types de relations que nous avons considérés comme significatifs (Popova et Sharpanskykh 2010; Pourshahid et al. 2009)¹ :
 - a) Influence positive (codée par « Pos. [+] ») : une métrique est considérée comme positivement influente sur une autre, lorsque la variation de ses valeurs entraîne la variation de l'autre métrique reliée dans le même sens. Exemple : l'augmentation de la valeur de la métrique « M1 » provoque l'augmentation de la valeur de la métrique « M2 » ;
 - b) Influence négative (codée par « Neg. [-] ») : par opposition à la précédente relation, une métrique est considérée comme négativement influente lorsque la variation de ses valeurs entraîne la variation de la métrique reliée dans le sens inverse. Exemple : la diminution de la valeur de la métrique « M2 » provoque l'augmentation de la valeur de la métrique « M3 » ;
- iv) Indicateurs influencés : ce champ dresse tout simplement la liste des métriques influencées ;
- v) Relation avec les indicateurs influencés : en complément du champ précédent, celui-ci précise le type de relation existant avec chaque métrique influencée. Le type de relation qui devrait être cité est l'influence positive (Pos. [+]) ou négative (Neg. [-]).

4.2.3.2. Les attributs variables

Les attributs variables des métriques sont les propriétés avec lesquelles le tableau de bord est adapté. En effet, avant qu'il ne soit utilisé il doit être paramétré selon les préférences de l'utilisateur, ou selon les particularités du maillon (stratégie, objectifs, normes, standards). Les principaux champs de réglage que nous avons jugé nécessaire d'établir sont : l'objectif, les seuils, et les bornes. Bien qu'ils soient séparés, ces paramètres sont étroitement liés. Notons au passage que ces attributs ont été isolés des attributs constants, et qu'ils font l'objet du paramétrage du tableau de bord (cf. sect. 4.3.1).

4.2.3.2.1. Le paramètre objectif

La plupart des méthodologies d'élaboration de tableau de bord partent de l'idée que la stratégie de l'organisation et sa déclinaison en objectifs sont clairement définies. C'est pour elles une condition sine qua non de tout projet de conception d'un système de mesure de la performance. Cependant, qu'en est-il des organisations ou des entités qui n'ont pas de stratégie ? Faut-il bannir l'idée de construire un tableau de bord ou devrait-on, tout simplement, trouver un autre moyen ?

Étant donné que notre terrain de recherche ne disposait ni de stratégie ni d'objectifs clairs et bien définis, la question précédemment évoquée s'est bien posée. Sur ce point, une réflexion a été menée et s'est soldée par l'énumération des éventualités qui ont fait l'objet de la discussion suivante.

1^{re} possibilité. Probablement l'une des méthodes classiques de définition des objectifs est le recours aux méthodes statistiques en récoltant de l'historique de l'entité étudiée les données nécessaires pour définir un standard, soit en calculant la moyenne, la médiane, ou un quartile. Une autre variante de cette possibilité, néanmoins basée sur des données subjectives, revient à l'utilisation de la loi de distribution triangulaire. Dérivée de la loi de β , cette méthode est

¹ Popova et Sharpanskykh (2010) parlent de relations de causation. Pourshahid et al. (2009) parlent de relations de contribution.

notamment utile lorsque les données historiques n'existent pas, ou lorsqu'elles ne sont pas accessibles. Toutefois, elle nécessite d'interroger des personnes sur trois valeurs arbitrairement estimées (valeur optimiste, réaliste, et pessimiste), et ce, afin d'établir une moyenne qui sera considérée comme un objectif.

2^e possibilité. Une des méthodes simplistes — d'apparence — consiste à établir un benchmarking. Cela revient à comparer l'entité avec d'autres, semblables ou concurrentes, et de prendre comme objectif la meilleure valeur constatée d'une métrique. Toutefois, il faudrait que cette information soit communicable, et facile à obtenir de l'ensemble des entités semblables. Cela suppose aussi que les métriques concernées aient été calculées sur plusieurs périodes¹.

3^e possibilité. Une des méthodes adaptées pour évaluer les processus d'affaires se rapporte à l'utilisation de la simulation des systèmes à événements discrets. Bien que cette technique soit particulièrement appropriée, elle est lourde en application, et nécessite beaucoup de données et de temps pour l'analyse. De surcroît, elle ne peut pas être exercée avec certaines métriques, notamment avec celles qui reposent sur des données qualitatives.

4^e possibilité. En empruntant les idées de la recherche opérationnelle, nous estimons qu'il est recevable de considérer un indicateur comme une fonction d'objectif à maximiser, ou à minimiser. De ce fait, le but général lié à un indicateur est soit d'augmenter ses valeurs soit de les réduire. Ceci signifie que la direction de l'amélioration des valeurs d'un indicateur est d'ores et déjà un objectif en soi, car elle reflète l'orientation du progrès. Reste à savoir les degrés du progrès vers lesquels les valeurs doivent se diriger, ce qui nous renvoie vers l'idée des seuils. La théorie de la rationalité limitée nous apporte quelques éléments de réflexion. D'après Simon (1945), les dirigeants ou les agents décideurs ne cherchent pas vraiment à atteindre un optimum, mais plutôt à atteindre un certain niveau de satisfaction (cité dans Plane 2017). À la lumière de cette théorie, il est possible de déduire qu'un objectif chiffré devient secondaire, et qu'il faut plutôt s'intéresser aux niveaux de satisfaction. C'est notamment sur cette notion que la modélisation orientée but, puisant ses fondements du domaine de l'intelligence artificielle, a développé la notion de seuils de satisfaction (Popova et Sharpanskykh 2011a, 2011b; Pourshahid et al. 2009).

Synthèse. La simulation, certes, aurait pu être la meilleure méthode dans notre cas, cependant elle n'est pas efficiente en matière de temps, de coût, et de surcroît elle ne pouvait pas être généralisée à toutes les métriques. Le recours aux statistiques exige la disponibilité des données historiques, ce qui n'était pas le cas pour la plupart des indicateurs. L'utilisation de la loi de probabilité triangulaire implique une grande part de subjectivité. Elle requiert de plus la capacité des acteurs à produire des estimations basées sur leur propre expérience. Le benchmarking est une méthode qui se révèle plutôt complémentaire. Il est tout à fait utile après l'implémentation du tableau de bord sur plusieurs entités, et après avoir calculé les métriques sur plusieurs périodes. De ce fait, le benchmarking n'est pas une solution de départ, mais simplement une méthode qui pourrait être utilisée par la suite.

Tout bien considéré, nous avons adopté une procédure permettant de définir des seuils. Cette matière est plus amplement expliquée dans la section suivante. Nonobstant, le tableau de bord qui a été développé admet, en outre, le cas où l'objectif a été défini de manière précise (avec un chiffre).

4.2.3.2.2. Les paramètres seuils

Popova et Sharpanskykh (2010) considèrent que le seuil est la plus petite valeur significative lorsque l'indicateur évolue dans le temps. La différence entre deux valeurs prises à des instants différents est comparée à ce seuil pour la considérer comme significative ou non. Ces

¹ Bien évidemment, il faut prendre un échantillon de valeurs, et ne pas se contenter d'une seule qui peut être non représentative.

auteurs définissent également le seuil comme égal à la distance entre deux niveaux d'une échelle de mesure. Les seuils sont ainsi perçus par ces auteurs d'après une perspective dynamique de l'indicateur. En revanche, dans notre tableau de bord les seuils sont considérés comme des niveaux permettant d'engendrer une appréciation au moment où la valeur de la métrique est calculée. En retour, l'appréciation engendrerait chez l'utilisateur un certain degré de satisfaction ou d'insatisfaction, tout dépend sa fonction d'utilité. En ce sens, les seuils sont des balises avec lesquelles la fonction d'utilité de l'utilisateur pourrait être érigée¹. Elles permettent de connaître les frontières entre les niveaux de satisfaction, et les niveaux d'insatisfaction.

En vue d'opérationnaliser cette idée, nous avons adopté une échelle de satisfaction semblable à celle employée par Popova et Sharpanskykh (2011b) et Pourshahid et al. (2009)². Ces auteurs considèrent que la satisfaction peut être fractionnée sur les degrés suivants :

- ◆ *Satisfied* : Satisfait ;
- ◆ *Weakly satisfied* : Peu satisfait ;
- ◆ *Undetermined/Undecided* : Indifférent, indéterminé, ou indécision ;
- ◆ *Weakly denied* : que nous avons préféré de traduire par Peu insatisfait ;
- ◆ *Denied* : Insatisfait.

Ces niveaux de satisfaction constituent finalement les attributs variables d'une métrique, car ils devraient correspondre à un seuil qui varie d'un utilisateur à un autre. Par conséquent, il sera demandé à l'utilisateur de la métrique de les quantifier (cf. sect. 4.3.1), afin de déduire les plages de valeurs qui vont produire les intensités de satisfaction (satisfait, peu satisfait), d'indifférence (indéterminé/indécision), et d'insatisfaction (peu insatisfait, insatisfait). La quantification doit nécessairement être réalisée avec l'unité de mesure spécifiée dans l'attribut « unité de mesure ». À ce moment-là, la valeur du seuil sera collectée en tant que valeur brute (ou valeur absolue³), et sera transformée systématiquement en valeur normalisée (ou valeur relative)⁴. De la sorte, la valeur normalisée pourrait être appréciée dans l'intervalle [0,1]. Le seuil coïncidant au niveau satisfait aura la valeur 1, et le seuil coïncidant au niveau insatisfait aura la valeur 0.

Concrètement, la normalisation joue le rôle d'uniformisation des unités de mesure entre différentes métriques (cf. sect. 4.2.2.3.1)⁵. Si l'on examine de plus près les effets de la normalisation, on verrait qu'il n'y a pas vraiment besoin de définir des seuils, car l'appréciation de la performance d'une métrique en valeur normalisée est directement envisageable⁶. N'empêche que d'une part les seuils affinaient l'interprétation, et que de l'autre ils faciliteraient l'appréciation en fournissant des valeurs plus précises sur les niveaux de satisfaction.

Par ailleurs, les seuils pourraient jouer un autre rôle lorsque l'objectif n'a pas été quantifié. Si pour une raison ou une autre il y a eu une incapacité à définir un objectif, ceci n'empêche pas de déterminer des seuils de satisfaction à partir des valeurs possibles de la métrique. En dépit

¹ Sans entrer dans les détails qui se rapportent à la composition d'une fonction d'utilité, et sans se conformer aux modèles prédéfinis, comme le modèle MAUT. Nous mettons l'hypothèse que la fonction d'utilité de n'importe quel agent est linéaire, malgré le fait qu'elle puisse être le contraire.

² Ces auteurs reprennent les concepts utilisés dans la notation GRL (*Goal-oriented Requirement Language*) dédiée à la modélisation orientée but. Mais, ces concepts sont également observés dans les travaux qui ont recouru à la psychométrie.

³ Ou valeur d'intervalle, toutes ces appellations désignent les valeurs d'origine dans l'unité de mesure d'origine.

⁴ La valeur normalisée ou valeur relative est obtenue par une transformation linéaire de la plage de valeurs d'intervalle à une plage de valeurs de rapport. Cette opération est implémentée dans le tableau de bord par le biais du même algorithme calculant la performance de la métrique (cf. fig. 3.13, p. 451).

⁵ La normalisation est également effectuée sur les valeurs d'une métrique pour déterminer sa performance.

⁶ Il est vrai que la performance d'une métrique montrant la valeur 20 %, 50 %, ou 60 % pourrait être directement interprétable : la première valeur indique une situation insatisfaisante, la deuxième provoque l'indifférence, et la dernière sera appréciée comme peu satisfaisante.

d'une approximation, le seuil qui correspondrait au niveau satisfait deviendrait un objectif, car selon la théorie de la rationalité limitée, l'utilisateur chercherait de toute manière à atteindre un niveau de satisfaction, et non pas un optimum (Plane 2017).

Techniquement parlant, si pour une métrique quelconque à maximiser, on avait attribué à son seuil satisfait une valeur brute notée α . La valeur normalisée serait 1 (ou 100 %, le maximum). Ainsi, n'importe quelle valeur produite par la métrique sera normalisée par rapport à α , ce qui générera une autre valeur dans l'intervalle $[0,1]$. En supposant par la suite qu'un objectif supérieur à α avait été défini, ipso facto deux possibilités s'offrent à l'utilisateur :

- 1) L'utilisateur pourra modifier la valeur brute du seuil α correspondant au niveau satisfait, et la remplacera par la valeur de l'objectif ;
- 2) L'utilisateur gardera l'ancienne valeur brute α . À ce moment-là, la valeur normalisée de ce seuil sera immédiatement modifiée pour devenir inférieure à 1 (ou 100 %), car cette valeur est réservée à la valeur de l'objectif qui sera considéré comme le summum de la satisfaction. Ceci implique aussi que la valeur α sera interprétée comme le point de début de la satisfaction, et non pas, son plafond.

En résumé, les paramètres seuils jouent deux rôles : le premier est celui d'un cadre d'interprétation des valeurs produites par la métrique, le second celui d'une procédure palliant l'absence d'un objectif. Eu égard à ce dernier rôle, nous présumons qu'il engendre un troisième rôle implicite, qui plus est didactique : celui de promoteur à la formulation des objectifs. Effectivement, les seuils faciliteraient la procédure de quantification en supplantant le concept d'objectif par la notion de satisfaction. Nous supposons aussi que par la suite, et par l'effet d'autoapprentissage (en se familiarisant avec ces concepts), l'utilisateur sera à même de définir un objectif¹. Ce rôle caché est particulièrement utile dans le contexte de notre terrain de recherche, dans lequel nous avons remarqué que les agents avaient de grandes difficultés à saisir la notion d'objectif. La prochaine section présente les autres attributs variables, et également l'intégration d'une autre éventualité qui est extrême : celle où aucun objectif ou des seuils n'ont été déterminés.

4.2.3.2.3. Les paramètres bornes

Chaque métrique du tableau de bord varie dans une plage de valeurs exprimée par l'unité de mesure qui lui a été attribuée². Cette plage de valeurs ne devrait pas être la même pour toutes les entités dans lesquelles la métrique est utilisée. Chaque entité a ses propres spécificités, et les valeurs qu'elle génère sont toutes aussi particulières. Par exemple, si une métrique de l'entité A varie dans l'intervalle $[a, b]$, la même métrique dans l'entité B pourrait varier dans l'intervalle $[c, d]$, ou $[a, d]$, ou $[c, b]$, et pas forcément $[a, b]$. Afin d'être réaliste, chaque entité devrait délimiter dans le tableau de bord les valeurs des métriques qu'elle utilise. Par voie de conséquence, il est préférable que l'utilisateur précise les deux champs suivants d'une métrique :

- 1) La valeur maximale plausible : celle-ci doit refléter une valeur envisageable. Elle sera considérée comme une limite supérieure à la plage des valeurs de la métrique, c'est-à-dire un point au-delà il n'est pas concevable de constater une valeur. Dès lors, si la métrique présentait une valeur dépassant cette limite, cela supposerait immédiatement qu'une erreur s'est produite, ou qu'un événement extrêmement rare s'est révélé (anomalie, dysfonctionnement, contexte particulier, ou cas exceptionnel) ;
- 2) La valeur minimale plausible : par opposition à la précédente, elle représente une limite inférieure à la plage des valeurs réalistes. Elle permet tout aussi bien que la première de détecter les valeurs anormales ou erronées.

¹ Soit dit en passant que le tableau de bord présente dans son interface des paramètres statistiques (moyenne et autres) qui devraient soutenir, ou tout au moins, faciliter cette tâche (cf. fig. 3.12).

² Nous les avons désignées auparavant par les valeurs brutes.

Dans le cas où l'objectif et les seuils de satisfaction n'auraient pas été définis, faire varier les valeurs de la métrique vers la direction de l'amélioration deviendrait le seul but que l'utilisateur voudrait assurer (la maximisation ou la minimisation). Dans de telles situations, l'une des deux bornes (valeur maximale ou minimale), précisément celle qui marque la direction du progrès, sera tacitement considérée comme un objectif.

Outre le fait que les bornes soient des attributs de contextualisation, elles ont également un intérêt technique. En réalité, il n'est pas possible de calculer une valeur normalisée de la performance sans l'existence d'une valeur de référence employée comme étalon pour les valeurs produites par la métrique (cf. sect. 4.3.1, fig. 3.13, p. 452). Rappelons que les valeurs normalisées varient entre $[0,1]$, ce qui prête à la valeur 0 une des bornes de la plage des valeurs¹, et à la valeur 1 l'autre borne.

4.3. Physionomie du TBL

En fonction de l'architecture du système de mesure de la performance et du périmètre de notre étude, trois tableaux de bord logistique ont été construits et présentés avec des fichiers électroniques. Sachant qu'ils ont été élaborés avec un logiciel de bureautique (un tableur), le premier est destiné au maillon « Pharmacie Principale », le deuxième au maillon « Services de Santé », et le dernier à l'Établissement Hospitaliser².

Un tableau de bord peut être présenté en réalité sous plusieurs aspects visuels : graphiques, tables, ou jeux d'icônes. Pour les TBL qui ont été conçus, nous avons préféré d'exploiter les trois possibilités en même temps. En premier aperçu, les graphiques ont été incorporés pour exposer de façon concise et synthétique la performance selon différentes dimensions et niveau du système. Cet aperçu est voué à engendrer une appréciation rapide et laconique d'une situation à un instant donné. Il permet aussi de faire une comparaison aisée entre les états du système à travers le temps. Les tables de leur part ont été présentées dans le but de fournir les détails sur la performance selon des vues distinctes. Certaines de ces tables sont accompagnées de jeux d'icônes. Ces derniers ont été consacrés à l'appréciation de la valeur des métriques dès la seconde de son apparition. L'agencement du contenu des trois TBL est pratiquement le même. Chacun est constitué de plusieurs feuilles de calcul (classieurs) obéissant à la même logique de visualisation des informations, qui consiste à les défiler du général vers le détail. Nous avons ainsi catégorisé les feuilles d'un TBL en quatre types : métrique, synthèse, analyse, et instantané « *snapshot* ».

4.3.1. La feuille métrique

La feuille métrique est une page destinée à la présentation de la fiche technique d'un indicateur, et à l'implémentation de son mécanisme de calcul. Ainsi, dans cette feuille les paramètres de la métrique sont introduits, les données sont insérées, le calcul de la performance est réalisé, certaines statistiques de base sont présentées, et les variations de la métrique sont schématisées. Selon le maillon concerné, le nombre de feuilles est égal au nombre de métriques qui constituent la structure du tableau de bord. L'aspect général et l'agencement des éléments évoqués dans de ce type de feuilles sont illustrés dans la figure 3.12 (cf. p. suiv.). La disposition de la feuille métrique montre plusieurs compartiments :

- ◆ Compartiment description : cette partie a pour intention de donner un sens à la métrique, et rappeler à tout moment sa fonction, et son mode d'emploi. Pour cela, elle présente l'indicateur avec ses aspects techniques et conceptuels (cf. sect. 4.2.3.1) : intérêt, signification, typologie, mode de calcul, sources des données, poids, etc. ;

¹ Ceci dépend de la direction de l'amélioration, si celle-ci est de type Max, le 0 correspondra à la limite inférieure ; si elle est de type Min, le 0 correspondra à limite supérieure, et vice versa concernant le 1.

² Les fichiers afférents à ces maillons sont nommés dans le CD accompagnant la thèse par : TBL-PP, TBL-SS, et TBL-EH.

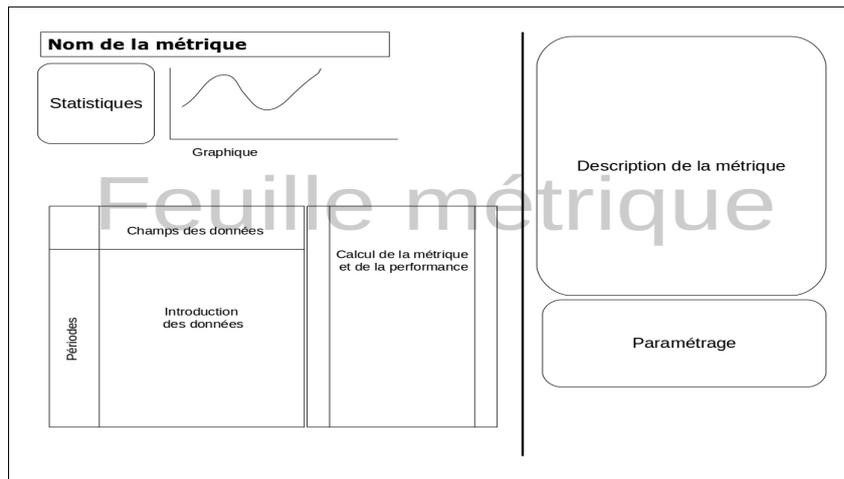


Figure 3.12. Agencement d'une feuille métrique.

- ◆ **Compartiment paramétrage** : cette section recouvre les variables contextuelles de la métrique (cf. sect. 4.2.3.2), plus précisément l'objectif chiffré, les seuils de satisfaction, et les limites. Globalement, ce compartiment a été conçu de manière à ce qu'il soit possible d'outre passer la définition directe d'un objectif, c'est-à-dire qu'il permet de déterminer tacitement un objectif à travers le chiffrage des niveaux de satisfaction (cf. sect. 4.2.3.2.2). Un jeu d'icônes avec cinq flèches possibles (cf. table 3.27) apparaît dès que les seuils sont introduits par l'utilisateur. Chaque flèche orientée et colorée coïncide avec un niveau particulier de satisfaction. Dès lors, ce compartiment joue en même temps le rôle du cadre d'interprétation spécifique à la métrique ;

Table 3.27. Interprétation des jeux d'icône

Forme de flèches	Couleur	Interprétation
↑	Vert	Satisfait
↗	Jaune	Peu satisfait
→	Jaune	Indifférent
↘	Jaune	Peu insatisfait
↓	Rouge	Insatisfait

- ◆ **Compartiment champs des données** : ce compartiment sert à alimenter l'indicateur en données pour calculer la réalisation et la performance dans chaque période. Ainsi, toutes les données nécessaires au calcul de la métrique, et décrites dans le compartiment de description, sont citées dans cette zone en colonnes et introduites en ligne pour chaque période. ;
- ◆ **Compartiment calcul de la métrique et de la performance** : cette section est réservée au calcul effectif de la métrique dans chaque période. Elle est divisée en deux colonnes :
 - ▶ **Réalisation** : cette colonne exécute l'algorithme de calcul de la métrique selon le mode de calcul décrit dans le compartiment de description. Une valeur indiquant le résultat du calcul apparaît dès que les données sont introduites dans le compartiment des champs des données. Vu que le tableau de bord est présenté avec un tableur électronique, l'algorithme a été formulé avec le langage compréhensible par les applications informatiques recouru¹ ;
 - ▶ **Performance** : le résultat de calcul issu de la colonne de réalisation est exprimé évidemment en unité de mesure propre à la métrique. En vue de calculer ultérieurement une performance globale du maillon, l'application d'une procédure de normalisation devient indispensable (cf. sect. 4.2.2.3.1). La colonne « Performance » effectue cette procédure en utilisant un algorithme qui tient compte d'une valeur de référence puisée du compartiment de paramétrage.

¹Précisément le langage Calc pour LibreOffice® et le langage Excel pour MS. Office®.

L'algorithme qui est décrit ci-dessous est exprimé par un pseudo-code (cf. fig. 3.13). Il est implémenté dans le fichier tableur de la même manière que la colonne « Réalisation ». En résumé, l'algorithme développé constate la direction de l'amélioration, puis récolte la valeur de référence à partir de l'attribut objectif de la métrique. Si cette valeur n'est pas renseignée, il prendra celle des seuils, ou en dernier recours, celle des bornes. Après cela, l'algorithme compare la valeur de réalisation avec la valeur de référence, et constitue une valeur dans l'échelle de ratio [0,1]. Suite à l'obtention de la performance, la cellule qui exécute l'algorithme affiche simultanément une icône sous forme de flèche colorée, pour alerter l'utilisateur d'une bonne ou mauvaise performance. Le jeu d'icônes est interprété de manière identique à celle qui a été établie dans le compartiment de paramétrage (cf. table 3.27) ;

CALCUL DE LA PERFORMANCE**VARIABLES**

```
Direct_amel : chaîne de caractère # constante de l'attribut direction de
l'amélioration # ;
objectif : réel ;
s_sat : réel # seuil du niveau satisfait # ;
s_insatsat : réel # seuil du niveau insatisfait # ;
bs : réel # borne supérieure # ;
bi : réel # borne inférieure # ;
li : réel # limite supérieure # ;
ls : réel # limite inférieure # ;
Perf : intervalle [0,1] # valeur de la performance # ;
Fonction Rea : réel # résultat de la métrique définie ici comme une fonction (un
autre algorithme), chaque métrique a son propre algorithme, ainsi la fonction est
déclarée ici de façon générale #
Instructions :
```

DEBUT

```
LIRE Direct_amel ;
LIRE objectif ;
LIRE s_sat ;
LIRE s_insatsat ;
LIRE li ;
LIRE ls ;
LIRE Rea # la lecture est automatique à partir de la cellule qui a calculé la
réalisation # ;
```

```
# Début Partie Définition des bornes #
```

```
SI Direc_Amel= Max ALORS
```

```
  DEBUT_SI
```

```
    SI li ≠ « » ALORS
```

```
      DEBUT_SI
```

```
        bi← li
```

```
      FIN_SI
```

```
    SINON
```

```
      DEBUT_SINON
```

```
        SI s_insatsat ≠ « » ALORS
```

```
          DEBUT_SI
```

```
            bi←s_insatsat
```

```
          FIN_SI
```

```
        SINON
```

```
          DEBUT_SINON
```

```
            bi←0
```

```
          FIN_SINON
```

```
      FIN_SINON
```

```
FIN_SI
```

```
SINON
```

```
  DEBUT_SINON
```

```
    SI Direc_amel = Min ALORS
```

```
      DEBUT_SI
```

```
        SI Objectif≠"" ALORS
```

```
          DEBUT_SI
```

```
            bi←objectif
```

```
          FIN_SI
```

```
        SINON
```

```
          DEBUT_SINON
```

```
            SI s_sat ≠"" ALORS
```

```
              DEBUT_SI
```

```
                bi← s_sat
```

```
              FIN_SI
```

```

        SINON
            DEBUT_SINON
                bi ← li
            FIN_SINON
        FIN_SINON
    FIN SI ;
    SINON
        DEBUT_SINON
        SI Direct_amel = Max ALORS
            DEBUT_SI
            SI objectif ≠ "" ALORS
                DEBUT_SI
                bs ← objectif
            FIN_SI
            SINON
                DEBUT_SINON
                SI s_sat ≠ "" ALORS
                    DEBUT_SI
                    bs ← s_sat
                FIN_SI
                SINON
                    DEBUT_SINON
                    bs ← ls
                FIN_SINON
            FIN_SINON
        FIN SI
        SINON
            DEBUT_SINON
            SI Direct_amel = Min ALORS
                DEBUT_SI
                SI s_insat ≠ « » ALORS
                    DEBUT_SI
                    bs ← s_insat
                FIN_SI
                SINON
                    DEBUT_SINON
                    bs ← ls
                FIN_SINON
            FIN_SI
            SINON
                DEBUT_SINON
                bs ← ls
            FIN_SINON
        FIN_SINON ;
    FIN_SINON
# Fin Partie Définition des bornes #

# Début Partie calcul de la performance #
SI OU (ET (Direc_amel=Max, Rea>BS), ET (Direc_amel = Min, Rea < BI)) ALORS
    DEBUT_SI
    Perf ← 1
    FIN_SI
    SINON
        DEBUT_SINON
        SI OU (ET (Direc_amel=Max, Rea < BI), ET (Direc_amel = Min, Rea > BS)) ALORS
            DEBUT_SI
            Perf ← 0
            FIN_SI
            SINON
                DEBUT_SINON
                SI Direc_amel = Max ALORS
                    DEBUT_SI
                    Perf ← (Rea-BI)/(BS-BI)
                    FIN_SI
                SINON
                    DEBUT_SINON
                    SI Direc_amel = min ALORS
                        DEBUT_SI
                        Perf ← (Rea-BS)/(BI-BS)
                        FIN_SI
                    FIN_SINON
                FIN_SINON
            FIN_SINON
        FIN_SINON
    ÉCRIRE Perf ;
    FIN

```

Figure 3.13. Algorithme de calcul de la performance d'une métrique. Ce qui est mis entre croisillons (#) est un commentaire; le point virgule (;) marque la fin d'une instruction.

- ◆ Compartiment graphique : la performance calculée dans chaque période est systématiquement représentée dans une courbe. Celle-ci offre une visualisation dynamique de la performance permettant d'analyser son évolution. Elle permet aussi de constater rapidement la tendance, de repérer les pics, et de détecter les valeurs erronées ;
- ◆ Compartiment statistiques : cette partie contient un petit tableau muni de plusieurs informations statistiques pour appuyer la description et les analyses. Ces informations pourraient servir sur le long terme à ajuster l'objectif et les seuils de la métrique, ou à les déterminer.

4.3.2. Les feuilles de synthèse

Les feuilles de synthèse ont pour fonction de rassembler les valeurs de performance dispersées dans un même maillon, ou entre les maillons, et d'apporter une vue d'ensemble sur la structure du tableau de bord. Deux feuilles de synthèse ont été établies :

- ◆ La feuille synoptique : cette page ne fait que récolter les valeurs de performance à partir des feuilles de métrique ; puis les regroupe par période dans un tableau reproduisant la structure du tableau de bord. Comme le nom de la feuille l'indique, elle offre un aperçu général des performances avant leur pondération, et les répertorie par processus, par type, et par perspective ;
- ◆ La feuille performance pondérée : elle reproduit identiquement la configuration de la feuille synoptique, néanmoins elle affiche les performances en valeurs pondérées par le poids global de chaque métrique. Le tableau de la performance pondérée constitue la matrice principale des données. À partir d'elle sont effectuées les agrégations et les analyses qui vont être présentées dans les feuilles suivantes.

Soulignons au passage que la séparation de ces deux feuilles a été délibérément choisie pour faciliter l'exportation des données vers d'autres applications, plus spécialement vers des logiciels de gestion de base de données, et des logiciels qui s'inscrivent dans l'informatique décisionnelle.

4.3.3. La feuille d'analyse

La feuille d'analyse apporte une vue lapidaire de l'évolution de la performance, et privilégie pour la montrer les graphes en forme de courbe, car cette dernière permet d'exposer les données de manière efficace en réduisant la complexité, les détails inutiles, et plus que tous, elle permet de constater la tendance de l'évolution. La feuille d'analyse est disposée selon une logique de présentation défilant les informations du général vers le détail (principe de l'entonnoir) (cf. fig. 3.14).

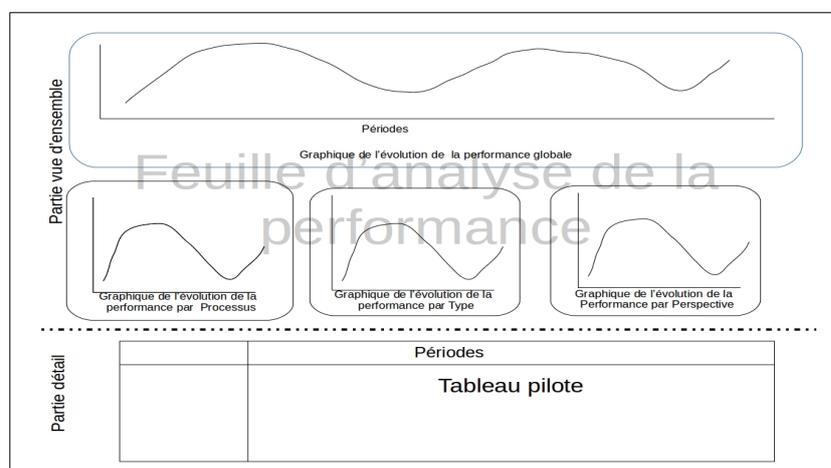


Figure 3.14. Agencement de la feuille d'analyse de la performance.

L'agencement de cette page enchâsse l'idée qui présume que l'utilisateur invoquerait plus d'informations au fur et à mesure qu'il examine et évalue la performance globale, tout en enchaînant ses composantes. En ce sens, nous avons prévu de décliner les informations portant sur la performance par agrégats dimensionnels, c'est-à-dire la présentation de l'évolution de la performance par processus, par type, et par perspective. Ces synthèses sont visualisées par des courbes, pour donner à l'utilisateur la possibilité d'apprécier brièvement les aspects de la performance, et leurs variations. Si besoin, l'utilisateur pourrait en dernier lieu explorer les critères les plus fins par le biais d'une table pilote¹. Celle-ci se trouve sur la partie inférieure de la page. L'intérêt d'un tel tableau provient du fait qu'il permet d'explorer et d'examiner les données de différentes manières, et ce, en permutant les axes d'analyse (les champs).

4.3.4. La feuille de l'instantané

La feuille d'analyse précédemment décrite apporte une vue dynamique qui permet de déceler les liens et de projeter éventuellement la performance, en revanche celle-ci n'offre pas un bon aperçu sur la situation actuelle. La feuille que nous avons qualifiée d'instantanée reprend la notion originelle du tableau de bord, c'est-à-dire d'instrument de bord servant au pilotage, et mesurant le dernier état connu. Cette feuille incarne donc le cœur du tableau de bord².

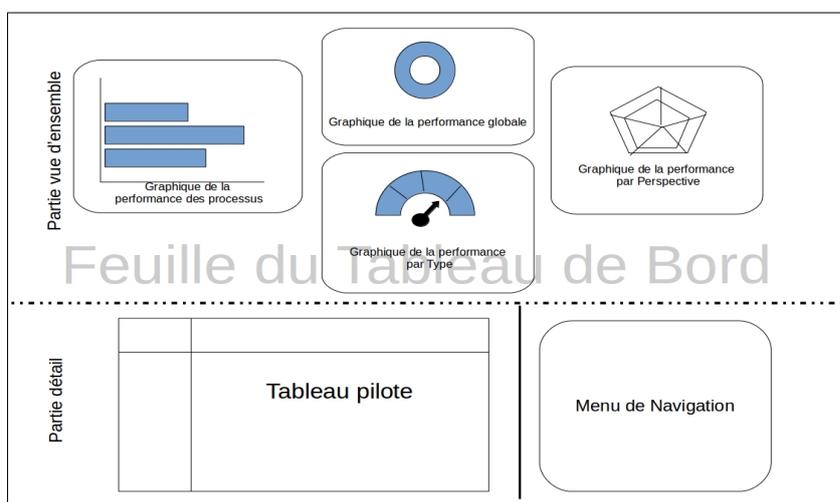


Figure 3.15. Feuille de l'agencement du tableau de bord.

Afin de fournir des données pertinentes, opportunes et complètes, cette feuille a été ventilée en deux parties (cf. fig. 3.15), en respectant encore une fois le principe de l'entonnoir dans la visualisation des informations. La partie servant de vue d'ensemble met en avant des cadrans de base pour apprécier une situation selon différents aspects :

- ◆ Graphique de la performance globale : sous forme de rondelle remplie, ce cadran expose de manière claire et compréhensible le niveau de performance réalisée dans la période par le maillon. Ce graphique est censé résumer et apporter une photo prompte de la situation ;
- ◆ Graphique de la performance par processus : chaque sous-processus est représenté dans ce graphique par une pyramide permettant de la sorte de déceler, avec un seul coup d'œil, les processus qui ont affecté le plus la performance globale. Il permet également d'entrevoir le degré d'équilibre ou de déséquilibre établi entre les processus ;
- ◆ Graphique de la performance par type : sous forme de jauge, ce cadran exprime l'intensité des activités et leur degré de mise en œuvre, la situation des intrants, le

¹Table pivot ou tableau croisé dynamique selon les appellations des différentes applications informatiques.

²C'est pour cette raison que dans le fichier électronique cette feuille est désignée par : Tableau de Bord Logistique (TBL).

poids du contexte, l'envergure des risques, et l'ampleur des résultats du maillon, pour donner un sens qui peut influencer le comportement et les décisions ;

- ◆ Graphique de la performance par perspective : ce dernier diagramme qui se présente sous forme de radar facilite la compréhension des enjeux de la performance observée, autrement dit il montre quels sont les axes (dimensions) de la performance qui ont enregistré un bon résultat, et quels sont ceux qui ont révélé des carences.

Il est important de signaler que les niveaux représentés par les graphiques indiquent des valeurs normalisées. Ils sont de cette façon exposés afin d'offrir une vue simplifiée sur la situation actuelle du maillon, et favoriser la pertinence dans l'interprétation. Les valeurs absolues, quant à eux, sont affichées dans la table pilote située dans la dernière partie de la feuille. Cette table qui est réservée à la présentation des détails est tout à fait identique à celle visualisée dans la feuille d'analyse, sauf que celle-ci exhibe exclusivement les valeurs de l'état actuel¹.

La feuille du tableau de bord est accompagnée, sur le flanc droit de la table pilote, par un panneau de navigation. Ce dernier est destiné à faciliter le déplacement vers les feuilles de métrique. Cette fonctionnalité a été incorporée dans l'intention de simplifier le recours à l'examen des détails les plus précis, et éventuellement pour effectuer des analyses plus minutieuses sur les indicateurs.

4.3.5. Aspect des tableaux de bord logistique

Dans les titres qui vont suivre, nous allons présenter le contenu de chaque TBL, en exposant en premier lieu les feuilles de métrique qui contiennent les spécifications de chaque indicateur, puis respectivement les feuilles de synthèse, d'analyse, et d'instantané.

Les feuilles de métrique ainsi que les autres types de feuilles sont présentés avec un cas d'exemple, pour mieux illustrer au lecteur le fonctionnement du TBL. Les données de l'exemple sont hypothétiques et quasi aléatoires, ce qui signifie que nous avons procédé à une sorte de simulation (au sens large).

L'illustration de certaines parties des feuilles de métrique a été séparée en plusieurs figures par manque d'espace, sachant qu'une feuille de ce type devrait apparaître telle qu'exposée dans la figure 3.12². Quelques feuilles de métrique contiennent des champs ou des variables mis entre des chevrons. Ces signes marquent le fait que l'utilisateur du TBL aura la liberté de les définir. Par exemple, un champ mentionnant <DCI> indique le nom du produit pharmaceutique qui devra être précisé par l'utilisateur.

4.3.5.1. Aspect du tableau de bord de la pharmacie principale

Le tableau de bord logistique de la pharmacie principale (TBL-PP) contient 22 feuilles de métrique, dont 3 réservées aux sous-indicateurs. Dans la spécification de certaines métriques, des annexes ont été évoquées avec l'attribut « Source des données ». Ces annexes sont désignées par leur nom, et sont décrites en détail (cf. Annexe J).

4.3.5.1.1. Les métriques du TBL-PP

Pour chaque indicateur qui va être déroulé, nous commencerons par présenter sa spécification, puis nous passerons à son bloc de calcul. Les métriques seront exposées dans un ordre qui reflète la structure du TBL-PP, alors que dans le support électronique elles sont organisées par ordre alphabétique.

¹Rappelons que la table pilote présente la structure du tableau de bord et affiche ses constituants : essentiellement les métriques et leur valeur.

²Les feuilles sont présentées dans le support papier de la thèse avec un format académique, donc sans ornements qui pourraient altérer la compréhension de l'outil. Il en est autre avec la version électronique. Pour des considérations ergonomiques, quelques éléments ont été mis en valeur.

4.3.5.1.1.A. Temps de cycle du cash au cash

La métrique « Temps de cycle du cash au cash » est un indicateur composite formé de trois sous-indicateurs, comme l'indique sa spécification (cf. fig. 3.16). Par conséquent, la valeur de la métrique est calculée systématiquement après celle de ses sous-indicateurs (cf. fig. 3.17). La spécification et le calcul de ces sous-indicateurs sont présentés juste après les figures susmentionnées.

		Spécification	
		Caractéristiques	Valeur
		Code Métrique	PP_CTB_ATV_FNC_M1
		Description	Cet indicateur mesure le temps moyen passé pour transformer l'argent de l'établissement en stock physique, puis en paiement des fournisseurs. Il est le temps passé entre la collecte du financement de l'état et le déboursement de cet argent aux fournisseurs. Plus ce temps est réduit, plus cela révèle une gestion efficace du flux monétaire.
CLASSIFICATION	Maillon	PP	
	Processus	Comptabiliser	
	Code Processus	CTB	
	Type indicateur	Activité	
	Code Type	ATV	
	Perspective	Finance/Coût	
	Code Perspective	FNC	
CALCUL	Horizon temporel	Opérationnel	
	Mode de calcul	Délai moyen de l'encaissement du financement + Flux de stock - Nombre de jours des comptes créditeurs	
	Unité de mesure	Jours	
	Direction l'amélioration	Min	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	100.00%	
	Poids global	11.11%	
DONNÉES	Donnée—1	Délai moyen de l'encaissement du financement	
	Donnée—2	Flux du stock	
	Donnée—3	Nombre de jours des comptes créditeurs	
	Source donnée—1	Sous-indicateur : Délai moyen de l'encaissement du financement	
	Source donnée—2	Sous-indicateur : Flux du stock	
RELATIONS	Source donnée—3	Sous-indicateur : Nombre de jours des comptes créditeurs	
	Hierarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	---	
	Indicateur—2 influencé	---	
	Indicateur—3 influencé	---	
	Indicateur—4 influencé	---	
	Indicateur—5 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—3 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—4 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—5 influencé	---	

Paramétrage

Paramètres		Valeur	
Objectif		400	
Niveaux de satisfaction		Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
Satisfait	400	↑	100.00%
Peu satisfait	450	→	83.33%
Indifférent/Indéterminé	580	→	40.00%
Peu insatisfait	650	→	16.67%
Insatisfait	700	↓	0.00%
Limites			
Valeur Minimale plausible		365	
Valeur Maximale plausible		750	

Figure 3.16. Spécification de la métrique Temps de cycle du cash au cash.

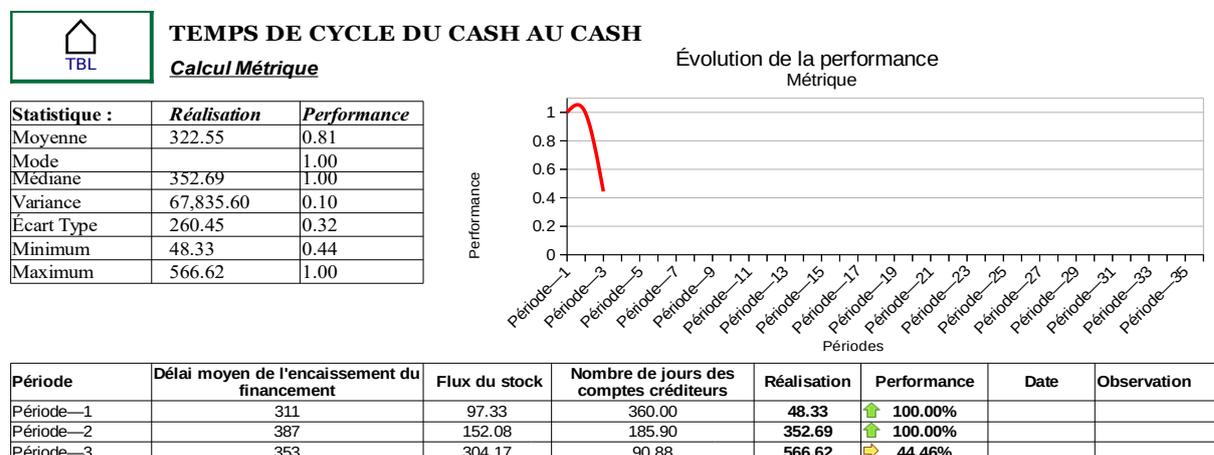


Figure 3.17. Calcul de la métrique Temps de cycle du cash au cash.

a) Sous-indicateur Délai moyen de l'encaissement du financement

Le délai moyen de l'encaissement du financement (cf. fig. 3.18) est un indicateur dérivé directement de l'indicateur « Délai moyen de paiement des clients ». Il a été adapté au contexte des EPH caractérisé par le décret exécutif n°07-140 du 19 mai 2007 portant sur la création, l'organisation et le fonctionnement des établissements publics hospitaliers. Selon ce texte juridique les recettes des établissements publics de santé proviennent des :

- ◆ Subventions de l'État ;
- ◆ Subventions des collectivités locales ;
- ◆ Rétributions des organismes de la sécurité sociale, des mutuelles, des établissements de formations, et des entreprises ;
- ◆ Dotations exceptionnelles ;
- ◆ Dons et legs ;
- ◆ Remboursements des assurances économiques.

Cette métrique calcule en bref une durée moyenne entre les dates de perception du financement (cf. fig. 3.19).

		<i>Spécification</i>	
		Caractéristiques	Valeur
		Code Métrique	PP_PLT_ITR_FNC_M1
		Description	L'indicateur permet de mesurer le temps moyen attendu par l'organisation pour qu'elle puisse recueillir le financement de l'État.
CLASSIFICATION	Maillon	PP	
	Processus	Piloter	
	Code Processus	PLT	
	Type indicateur	Intrant	
	Code Type	ITR	
	Perspective	Finance/Coût	
CALCUL	Code Perspective	FNC	
	Horizon temporel	Tactique & Stratégique	
	Mode de calcul	1# Considérez la variable t=1,2...m comme une période de temps exprimée par l'année ;2# Considérez la variable DE_t comme la date d'encaissement du financement pendant l'année t ;3# Calculez le délai de l'encaissement pour la période t : $E_t = DE_t - DE_{t-1}$;4# Calculez le délai moyen de l'encaissement : $(E_1+E_2+...E_m) \div m$;	
	Unité de mesure	Jours	
	Direction l'amélioration	Min	
	Périodicité de calcul	Année	
DONNÉES	Poids local	----	
	Poids global	----	
	Donnée—1	Date d'encaissement du financement pendant l'année (DE_t)	
	Donnée—2	Date d'encaissement du financement pendant l'année précédente (DE_{t-1})	
	Donnée—3	----	
	Source donnée—1	Comptabilité	
RELATIONS	Source donnée—2	Comptabilité	
	Source donnée—3	----	
	Hiérarchie	Sous-Indicateur	
	Indicateur maître relié	Temps de cycle du cash au cash	
	Relation avec l'indicateur Maître	Influence pos. (+)	
	Indicateur—1 influencé	----	
	Indicateur—2 influencé	----	
	Indicateur—3 influencé	----	
	Indicateur—4 influencé	----	
	Indicateur—5 influencé	----	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	----	
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	----	
Relation avec l'indicateur—3 influencé	----		
Relation avec l'indicateur—4 influencé	----		
Relation avec l'indicateur—5 influencé	----		

Paramétrage

		Valeur	
Paramètres			
SEUILS	Objectif		
	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	320	↑ 100.00%
	Peu satisfait	340	↔ 75.00%
	Indifférent/Indéterminé	365	↔ 43.75%
	Peu insatisfait	380	↓ 25.00%
Insatisfait	400	↓ 0.00%	
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	300	
	Valeur Maximale plausible	480	

Figure 3.18. Spécification du sous-indicateur Délai moyen de l'encaissement du financement.

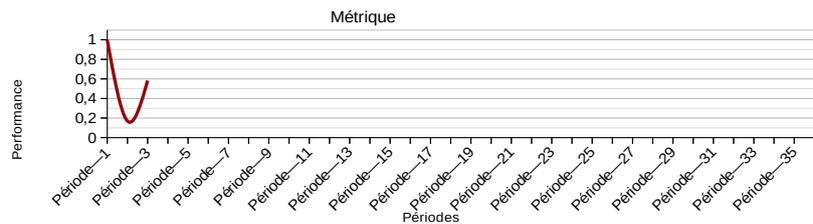


DÉLAI MOYEN DE L'ENCAISSEMENT DU FINANCEMENT

Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne Mode	350.28	0.58
Médiane	353.33	0.58
Variance	1,432.06	0.17
Écart Type	37.84	0.42
Minimum	311.00	0.17
Maximum	386.50	1.00

Évolution de la performance



Période	Date d'encaissement du financement pendant l'année (DE _t)	Date d'encaissement du financement pendant l'année précédente (DE _{t-1})	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période—1	02/03/2015	25/04/2014	311	↑ 100.00%		
Période—2	06/06/2016	02/03/2015	387	↓ 16.88%		
Période—3	20/03/2017	06/06/2016	353	→ 58.33%		

Figure 3.19. Calcul du sous-indicateur Délai moyen de l'encaissement du financement.

b) Sous-indicateur Flux du stock

Le mode de calcul du flux du stock est basé sur un horizon annuel (cf. fig. 3.20), alors que la périodicité du tableau de bord est mensuelle. En vue de régler ce déphasage, nous avons implémenté l'indicateur dans le TBL-PP avec la formule suivante :

$$\frac{(365 \div 12)}{\text{Rotation des stocks}} \tag{4.3.1}$$

		Spécification	Valeur
CLASSIFICATION	Caractéristiques	PP_GLS_ATV_FNC_M3	
	Code Métrique	PP_GLS_ATV_FNC_M3	
	Description	L'indicateur répond à la question : combien faut-il de jours pour écouler le stock ? Autrement dit, il mesure le temps moyen passé entre l'achat et l'écoulement de la marchandise. Il est considéré que plus longtemps les stocks sont gardés, plus la pharmacie principale risque d'avoir des pertes provenant de l'obsolescence de la marchandise. Ainsi, plus l'indicateur est faible, plus il révèle une bonne gestion des stocks.	
	Maillon	PP	
	Processus	Gérer les stocks	
	Code Processus	GLS	
	Type indicateur	Activité	
	Code Type	ATV	
	Perspective	Finance/Coût	
	Code Perspective	FNC	
CALCUL	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
	Mode de calcul	Proposition (1) : 365 ÷ Rotation du stock Proposition (2) : (Stock moyen + Coût des produits consommés) × 365 ;	
	Unité de mesure	Jours	
	Direction l'amélioration	Min	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	---	
	Poids global	---	
DONNÉES	Donnée—1	Rotation des stocks	
	Donnée—2	---	
	Donnée—3	---	
	Source donnée—1	Sous-Indicateur : Rotation des stocks	
RELATIONS	Source donnée—2	---	
	Source donnée—3	---	
	Hiérarchie	Sous-Indicateur	
	Indicateur maître relié	Temps de cycle du cash au cash	
	Relation avec l'indicateur Maître	Influence pos. (+)	
	Indicateur—1 influencé	---	
	Indicateur—2 influencé	---	
	Indicateur—3 influencé	---	
	Indicateur—4 influencé	---	
	Indicateur—5 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	---	
Relation avec l'indicateur—2 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—3 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—4 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—5 influencé	---		

Paramétrage

Paramètres		Valeur		
SEUILS	Objectif	92		
	Niveaux de satisfaction		Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	92	↑	100.00%
	Peu satisfait	105	→	95.19%
	Indifférent/Indéterminé	179	→	67.78%
	Peu insatisfait	243	→	44.07%
	Insatisfait	362	↓	0.00%
BORNES	Limites			
	Valeur Minimale plausible	0		
	Valeur Maximale plausible	600		

Figure 3.20. Spécification du sous-indicateur Flux du stock.

Le Flux du stock dépend par ailleurs d'un autre sous-indicateur désigné par « Rotation des stocks » (cf. fig. 3.21). Ce dernier est en même temps une métrique maître. Par conséquent, le Flux du stock est calculé automatiquement après l'obtention de la valeur de cette métrique.

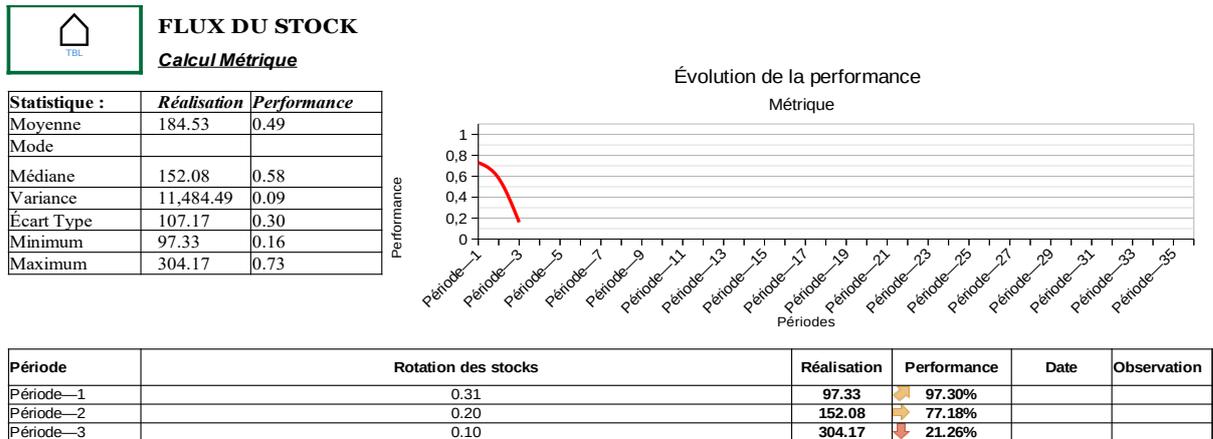


Figure 3.21. Calcul du sous-indicateur Flux du stock.

c) Sous-indicateur Nombre de jours des comptes créditeurs

Le nombre de jours des comptes créditeurs est une mesure désignée également dans la littérature par le « Délai moyen de règlement des comptes fournisseurs ». Globalement, elle permet de calculer la durée moyenne des crédits fournisseurs (cf. fig. 3.22 et fig. 3.23).

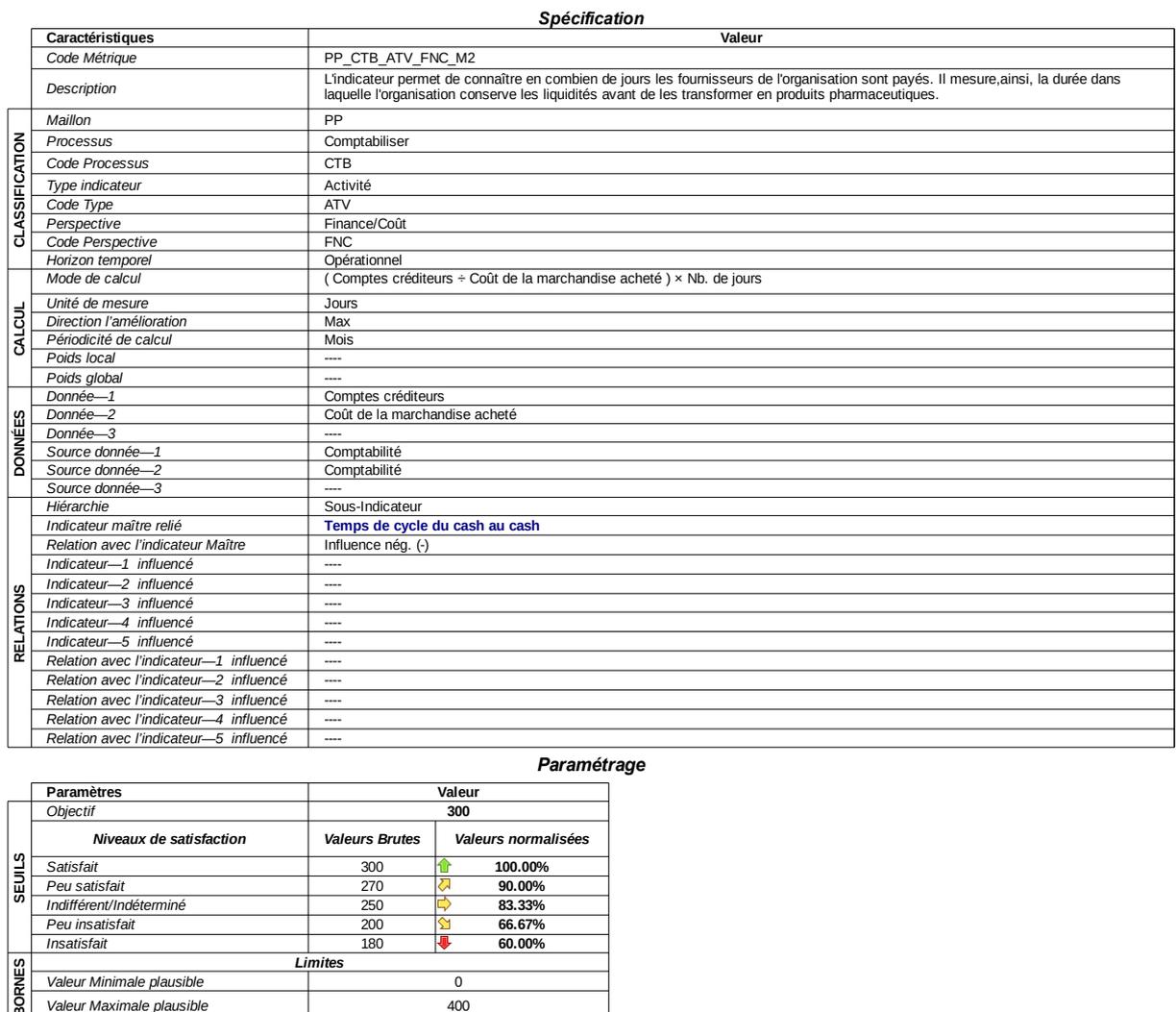


Figure 3.22. Spécification du sous-indicateur Nombre de jours des comptes créditeurs.

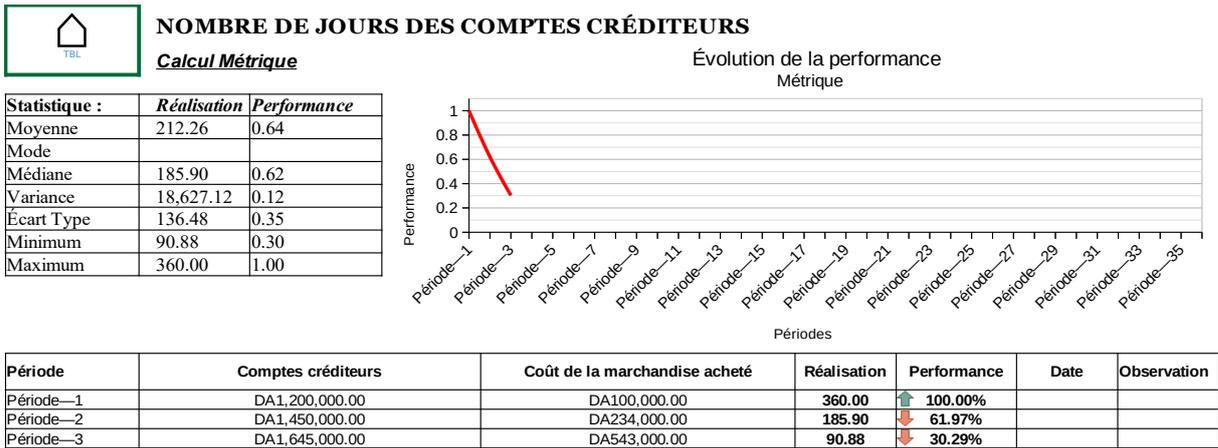


Figure 3.23. Calcul du sous-indicateur Nombre de jours des comptes créditeurs.

4.3.5.1.1.B. Erreurs d'apprêtage de la livraison

La préparation des produits pharmaceutiques est une activité essentielle constituant le sous-processus de livraison. Elle est, ainsi, au cœur du processus de distribution. Cet indicateur (cf. fig. 3.24 et fig. 3.25) permet de suivre sa fiabilité par rapport à la quantité d'erreurs commises dans une période .

		Spécification	Valeur
CLASSIFICATION	Caractéristiques		
	Code Métrique	PP_DPS_ATV_FBL_M1	
	Description	L'indicateur mesure le taux d'erreurs faites au moment de la préparation des produits pour l'expédition et la livraison. L'indicateur est lié à l'objectif d'améliorer la qualité de service.	
	Maillon	PP	
	Processus	Dispenser	
	Code Processus	DPS	
	Type indicateur	Activité	
	Code Type	ATV	
	Perspective	Fiabilité	
	Code Perspective	FBL	
CALCUL	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
	Mode de calcul	Nb. d'erreurs de préparation ÷ Nb. total de commandes livrées	
	Unité de mesure	Pourcentage	
	Direction l'amélioration	Min	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	100.00%	
	Poids global	3.38%	
DONNÉES	Donnée—1	Nb. d'erreurs de préparation	
	Donnée—2	Nb. total de commandes livrées	
	Donnée—3	---	
	Source donnée—1	Registre des plaintes (Inexistant : à constituer) ; Bons de livraison retournés	
Source donnée—2	Registre des Retraits ; EPIPHARM.		
Source donnée—3	---		
RELATIONS	Hierarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	---	
	Indicateur—2 influencé	---	
	Indicateur—3 influencé	---	
	Indicateur—4 influencé	---	
	Indicateur—5 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	---	
Relation avec l'indicateur—3 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—4 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—5 influencé	---		

		Paramétrage		
		Valeur		
SEUILS	Objectif	5.00%		
	Niveaux de satisfaction		Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	5.00%	↑ 100.00%	
	Peu satisfait	6.00%	↔ 75.00%	
	Indifférent/Indéterminé	7.00%	↔ 50.00%	
	Peu insatisfait	8.00%	↓ 25.00%	
	Insatisfait	9.00%	↓ 0.00%	
BORNES	Limites			
	Valeur Minimale plausible	0.00%		
	Valeur Maximale plausible	100.00%		

Figure 3.24. Spécification de la métrique Erreurs d'apprêtage de la livraison.

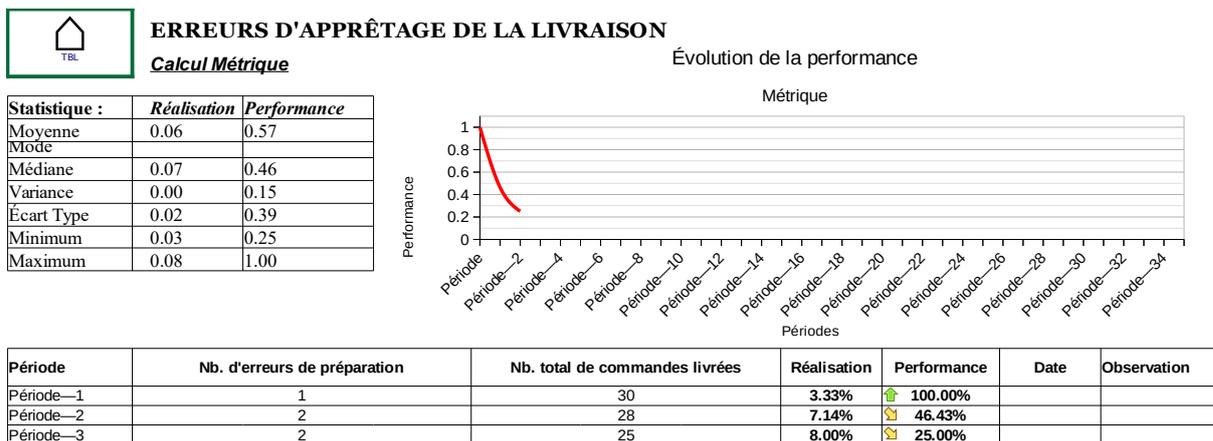


Figure 3.25. Calcul de la métrique Erreurs d'apprêtage de la livraison.

4.3.5.1.1.C. Consommations par employé

La consommation des produits pharmaceutiques connaît des fluctuations importantes, et la charge de travail qui incombe aux préparateurs est parfois élevée. Cependant, il n'est pas toujours indispensable d'augmenter le nombre de préparateurs lorsque la consommation augmente. De là, cet indicateur permet d'une part d'évaluer la nécessité ou non d'ajouter des employés à l'effectif du processus de dispensation, et d'autre part d'évaluer la productivité de l'effectif déjà en place (cf. fig. 3.26 et fig. 3.27).

		Spécification	
		Valeur	
CLASSIFICATION	Caractéristiques		
	Code Métrique	PP_DPS_ATV_FNC_M1	
	Description	L'indicateur mesure l'efficacité du personnel de la pharmacie principale. Il permet de savoir s'il est nécessaire ou non d'augmenter le nombre d'employés chargés de la dispensation, et ce, lorsque le niveau de consommation des produits pharmaceutiques s'accroît.	
	Maillon	PP	
	Processus	Dispenser	
	Code Processus	DPS	
	Type indicateur	Activité	
	Code Type	ATV	
	Perspective	Finance/Coût	
	Code Perspective	FNC	
CALCUL	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
	Mode de calcul	Niveau de consommation en valeur ÷ Nb. d'employés chargés de la dispensation	
	Unité de mesure	Unité monétaire/employé	
	Direction l'amélioration	Max	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	100.00%	
	Poids global	3.71%	
DONNÉES	Donnée—1	Consommation	
	Donnée—2	Nb. employés actifs dans la période	
	Donnée—3	---	
	Source donnée—1	Compte de gestion (EPIPHARM)	
Source donnée—2	Programme du personnel ; Registre des présences.		
Source donnée—3	---		
RELATIONS	Hiérarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	Taux d'utilisation des ressources humaines	
	Indicateur—2 influencé	---	
	Indicateur—3 influencé	---	
	Indicateur—4 influencé	---	
	Indicateur—5 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	Influence pos. (+)	
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	---	
Relation avec l'indicateur—3 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—4 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—5 influencé	---		
		Paramétrage	
		Valeur	
SEUILS	Paramètres		
	Objectif	22000	
	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	22000	100.00%
	Peu satisfait	20000	90.91%
	Indifférent/Indéterminé	18000	81.82%
	Peu insatisfait	16000	72.73%
Insatisfait	14000	63.64%	
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	0	
	Valeur Maximale plausible	30000	

Figure 3.26. Spécification de la métrique Consommations par employé.

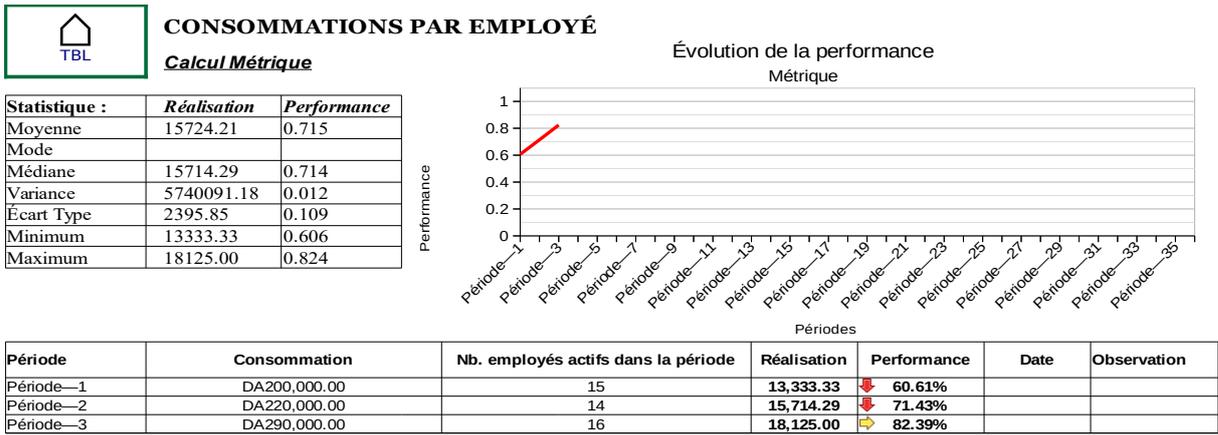


Figure 3.27. Calcul de la métrique Consommations par employé.

4.3.5.1.1.D. Nombre de commandes par bon de pharmacie

La charge de travail du processus de dispensation pourrait être mesurée par le nombre de commandes. Les bons de pharmacie constituent en cette matière les commandes les plus lourdes en quantité de produits à distribuer. Notons que l'amélioration de cet indicateur est orientée vers la minimisation (cf. fig. 3.28, et fig. 3.29), car la réduction du nombre de bons de pharmacie peut révéler deux choses : l'absence de goulot d'étranglement, et peu de stockage dans les services de santé.

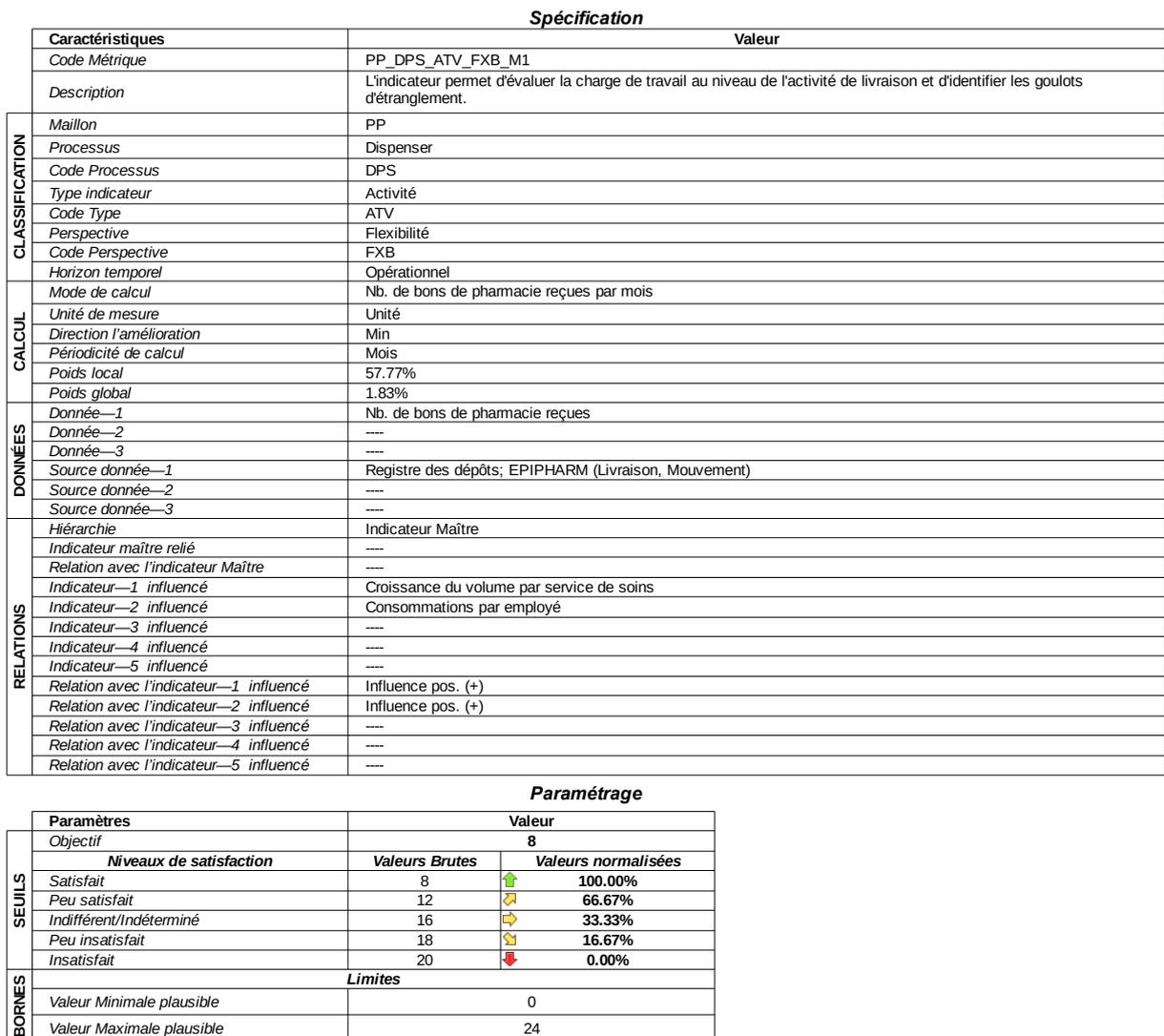


Figure 3.28. Spécification de la métrique Nombre de commandes par bon de pharmacie.

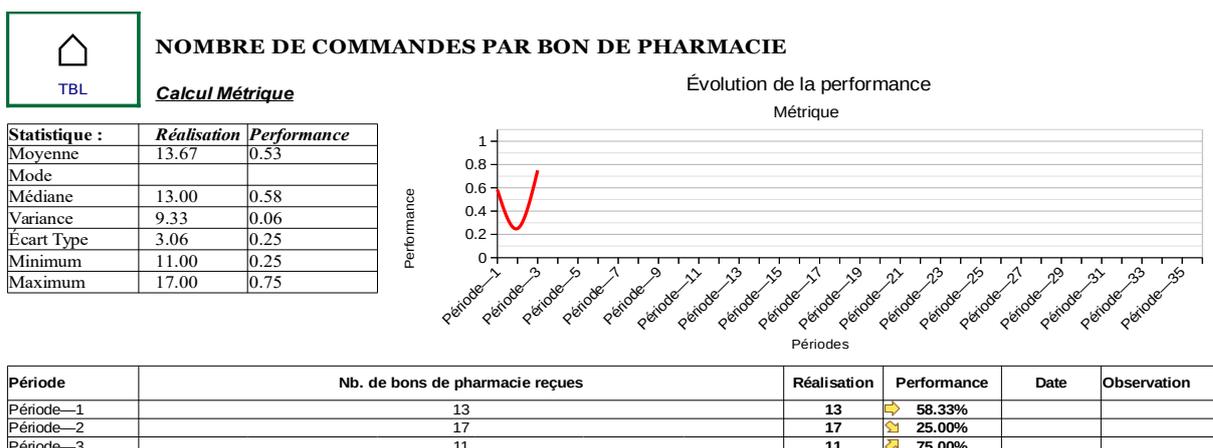


Figure 3.29. Calcul de la métrique Nombre de commandes par bon de pharmacie.

4.3.5.1.1.E. Nombre de commandes par ordonnance

Les ordonnances sont au même titre que les bons de pharmacie des commandes (cf. fig. 3.30 et fig. 3.31). Cependant, leur importance ne relève pas de la quantité des produits demandés, mais de la qualité de ces derniers. En effet, les ordonnances concernent les médicaments dont la consommation doit être surveillée.

		Spécification
		Valeur
Caractéristiques		
Code Métrique		PP_DPS_ATV_FXB_M2
Description		L'indicateur permet d'évaluer la charge de travail au niveau de l'activité de livraison et d'identifier les goulots d'étranglement.
CLASSIFICATION	Maillon	PP
	Processus	Dispenser
	Code Processus	DPS
	Type indicateur	Activité
	Code Type	ATV
	Perspective	Flexibilité
	Code Perspective	FXB
	Horizon temporel	Opérationnel
	Mode de calcul	Nb. d'ordonnances reçues par mois
CALCUL	Unité de mesure	Unité
	Direction l'amélioration	Min
	Périodicité de calcul	Mois
	Poids local	42.23%
	Poids global	1.34%
DONNÉES	Donnée—1	Nb. d'ordonnances reçues
	Donnée—2	----
	Donnée—3	----
	Source donnée—1	Registre des dépôts; EPIPHARM (Livraison, Mouvement)
	Source donnée—2	----
RELATIONS	Source donnée—3	----
	Hierarchie	Indicateur Maître
	Indicateur maître relié	----
	Relation avec l'indicateur Maître	----
	Indicateur—1 influencé	Croissance du volume par service de soins
	Indicateur—2 influencé	Consommations par employé
	Indicateur—3 influencé	----
	Indicateur—4 influencé	----
	Indicateur—5 influencé	----
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	Influence pos. (+)
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	Influence pos. (+)
Relation avec l'indicateur—3 influencé	----	
Relation avec l'indicateur—4 influencé	----	
Relation avec l'indicateur—5 influencé	----	

		Paramétrage	
		Valeur	
Paramètres			
Objectif		40	
SEUILS	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	40	100.00%
	Peu satisfait	50	90.91%
	Indifférent/Indéterminé	75	68.18%
	Peu insatisfait	140	9.09%
	Insatisfait	150	0.00%
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	0	
	Valeur Maximale plausible	150	

Figure 3.30. Spécification de la métrique Nombre de commandes par ordonnance.

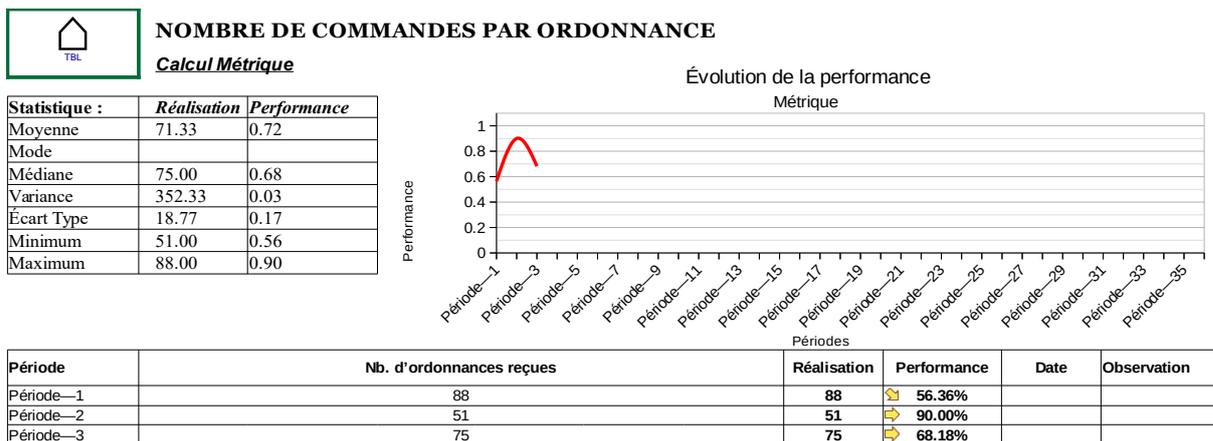


Figure 3.31. Calcul de la métrique Nombre de commandes par ordonnance.

4.3.5.1.1.F. Précision des documents

La traçabilité constitue l'un des piliers de la gestion des produits pharmaceutiques dans les hôpitaux. Sa bonne tenue est obligatoire, que ce soit par la réglementation ou par les bonnes pratiques de gestion. En ce sens, cet indicateur contribue à fiabiliser cette traçabilité en s'assurant que les documents de livraison ont été conformes aux normes légales et aux exigences prédéfinies (cf. fig. 3.32 et fig. 3.33).

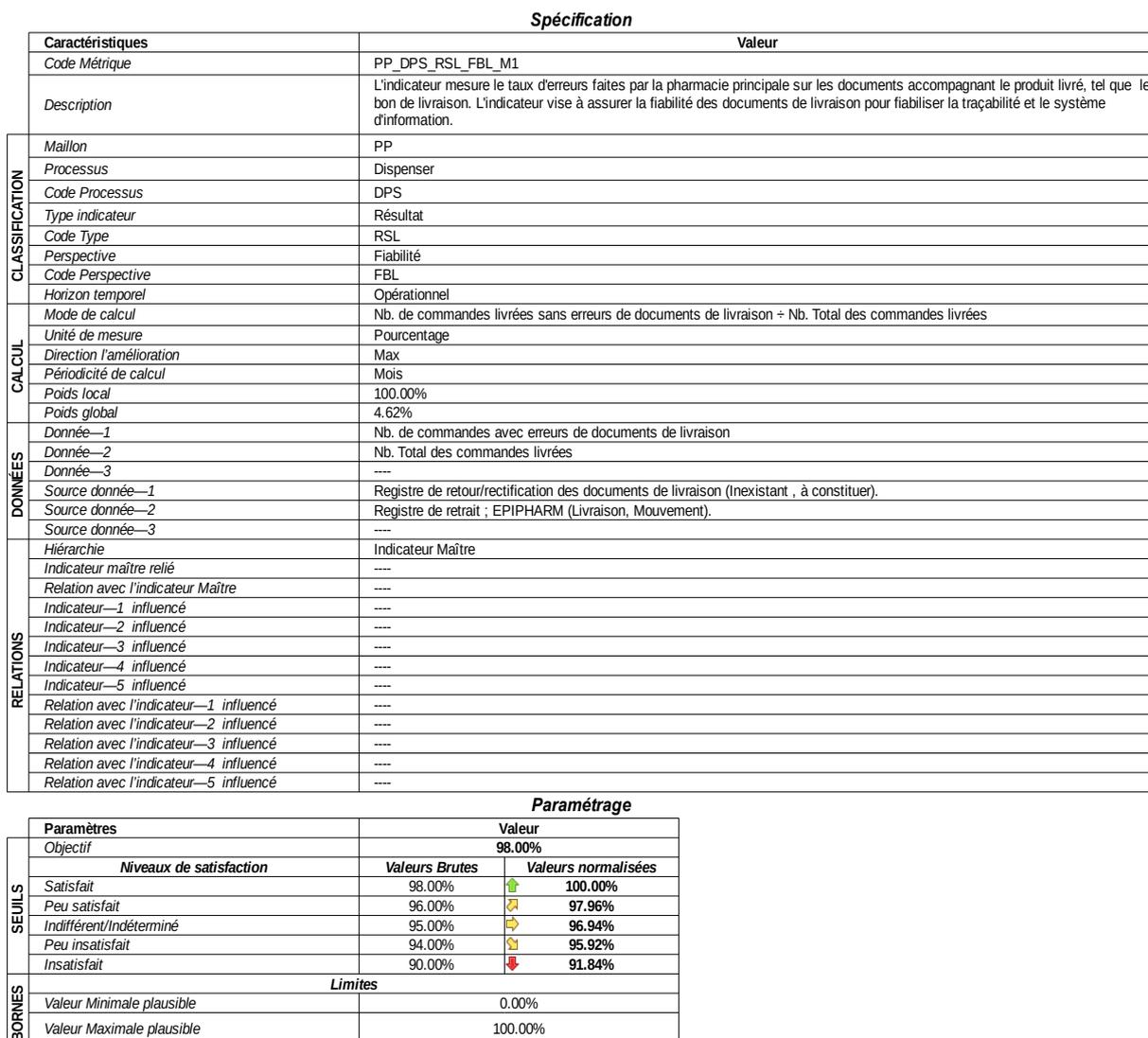
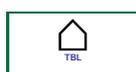


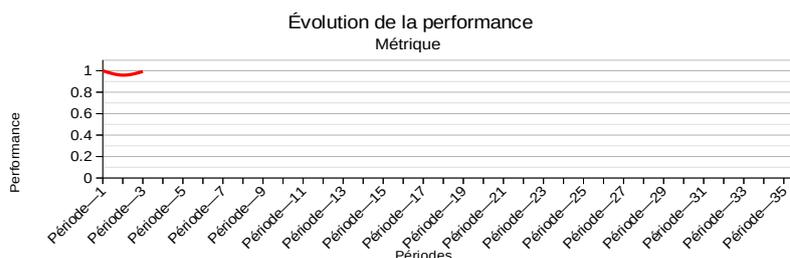
Figure 3.32. Spécification de la métrique Précision des documents.



PRÉCISION DES DOCUMENTS

Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne	0.97	0.98
Mode		
Médiane	0.97	0.99
Variance	0.00	0.00
Écart Type	0.02	0.02
Minimum	0.94	0.96
Maximum	0.99	1.00



Période	Nb. de commandes avec erreurs de documents de livraison	Nb. Total des commandes livrées	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période—1	3	200	98.50%	100.00%		
Période—2	9	150	94.00%	95.92%		
Période—3	3	112	97.32%	99.31%		

Figure 3.33. Calcul de la métrique Précision des documents.

4.3.5.1.1.G. Croissance du volume par service de santé

La consommation des produits pharmaceutiques connaît des variations qui sont plus ou moins difficiles à prévoir en raison de la versatilité du nombre, de l'état, et de la pathologie des patients. Le suivi de cette consommation reste ardu. Il est suggéré de l'exercer dans cet indicateur par l'estimation de la croissance de consommation de chaque service de santé, en se servant de l'Annexe J.1.1 qui se rapporte à l'état de croissance des consommations des services de santé (cf. fig. 3.34).

		Spécification	Valeur
CLASSIFICATION	Caractéristiques	PP_DPS_RSL_FXB_M1	
	Code Métrique	PP_DPS_RSL_FXB_M1	
	Description	L'indicateur mesure l'évolution de la consommation des produits pharmaceutiques par services de soins. Ce qui permet de faire des prévisions de la demande par spécialité médicale.	
	Maillon	PP	
	Processus	Dispenser	
	Code Processus	DPS	
	Type indicateur	Résultat	
	Code Type	RSL	
	Perspective	Flexibilité	
	Code Perspective	FXB	
Horizon temporel	Opérationnel & Tactique		
CALCUL	Mode de calcul	1# Considérez la variable i=1,2...n comme l'ordre chronologique d'une période, et la variable j=1,2...n comme l'identifiant d'un service de soins ; 2# Considérez la variable C_ij comme le montant de la consommation des produits pharmaceutiques dans la période i et pour le service de soins j ; 3# Calculez le pourcentage de croissance du volume consommé en produits pharmaceutiques entre deux périodes pour chaque service de soins j : $(C_{ij} - C_{(i-1)j}) / C_{ij}$;	
	Unité de mesure	Pourcentage	
	Direction l'amélioration	Min	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	100.00%	
	Poids global	3.55%	
DONNÉES	Donnée—1	Pourcentage de croissance du volume de consommation du service	
	Donnée—2	Consommation des services de santé	
	Donnée—3	---	
RELATIONS	Source donnée—1	Le tableau de bord reprend cette donnée qui est obtenue par un calcul préalable réalisé dans un état proposé en annexe (État de croissance des consommations des services de santé). Cet état utilise pour le calcul la donnée-2.	
	Source donnée—2	EPIHARM (Compte de gestion)	
	Source donnée—3	---	
	Hierarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	Débit des produits du stock	
	Indicateur—2 influencé	Consommations par employé	
	Indicateur—3 influencé	---	
	Indicateur—4 influencé	---	
	Indicateur—5 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	Influence pos. (+)	
Relation avec l'indicateur—2 influencé	Influence pos. (+)		
Relation avec l'indicateur—3 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—4 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—5 influencé	---		

		Paramétrage		
Paramètres		Valeur		
SEUILS	Objectif	1.50%		
	Niveaux de satisfaction		Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	1.50%	100.00%	
	Peu satisfait	2.00%	83.33%	
	Indifférent/Indéterminé	2.50%	66.67%	
	Peu insatisfait	3.00%	50.00%	
Insatisfait	4.50%	0.00%		
BORNES	Limites			
	Valeur Minimale plausible	0.00%		
	Valeur Maximale plausible	100.00%		

Figure 3.34. Spécification de la métrique Croissance du volume par service de santé.

Dans la mesure où le tableau de bord doit refléter une performance globale par un seul chiffre, les croissances de consommation des différents services de santé sont agrégées en une seule valeur (cf. fig. 3.35).

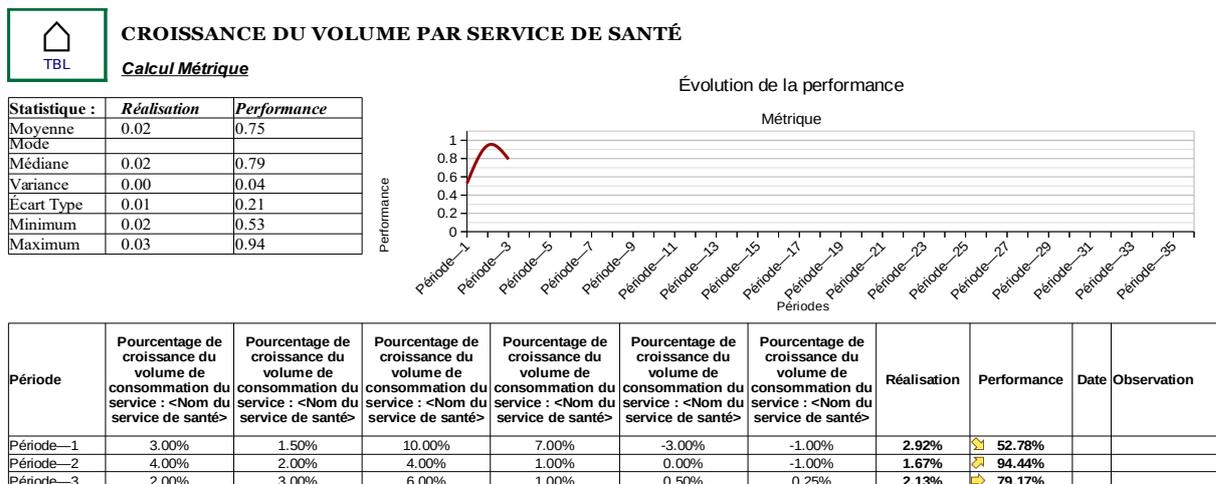


Figure 3.35. Calcul de la métrique Croissance du volume par service de santé.

4.3.5.1.1.H. Stock en valeur par catégorie

La valeur du stock est sans doute l'une des mesures simples à utiliser pour la gestion des stocks. Elle est reprise dans ce tableau de bord en s'attachant aux catégories du stock afin de se concentrer sur les plus importantes (catégories A et B) (cf. fig. 3.36).

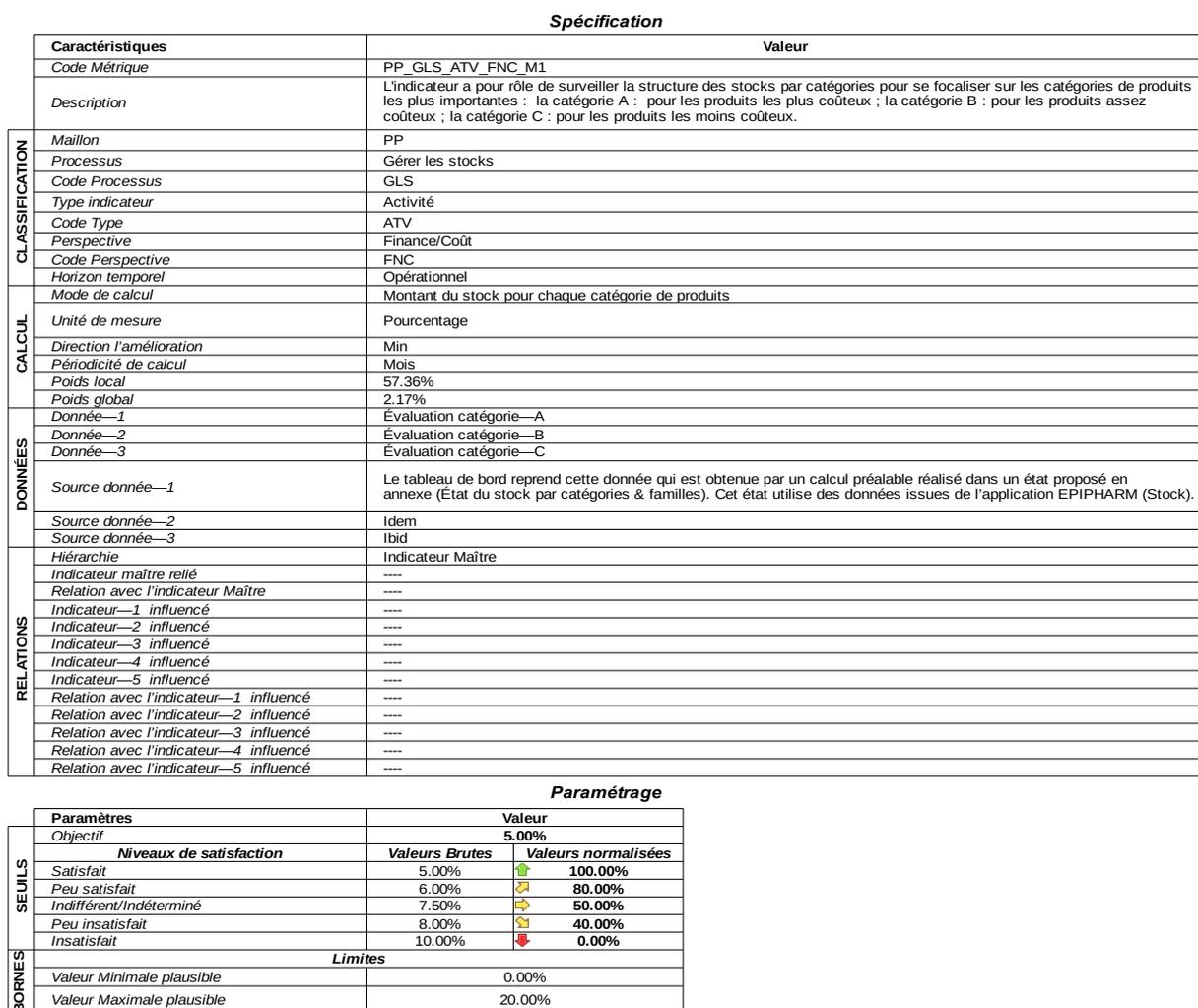


Figure 3.36. Spécification de la métrique Stock en valeur par catégorie.

L'indicateur employé permet de surcroît de mesurer la structure du stock, et de la représenter par un seul chiffre. Cela est possible en évaluant le niveau d'atteinte d'une norme ou d'un objectif de structure pour chaque catégorie. Par exemple, une norme de structure pourrait être de 20 % pour la catégorie A, 50 % pour la catégorie B, et 30 % pour la catégorie C. L'annexe J.1.4 qui présente l'état du stock par catégorie suggère cette évaluation. Les résultats de cette annexe devraient être directement reportés sur le bloc de calcul pour estimer l'indicateur (cf. fig. 3.37).

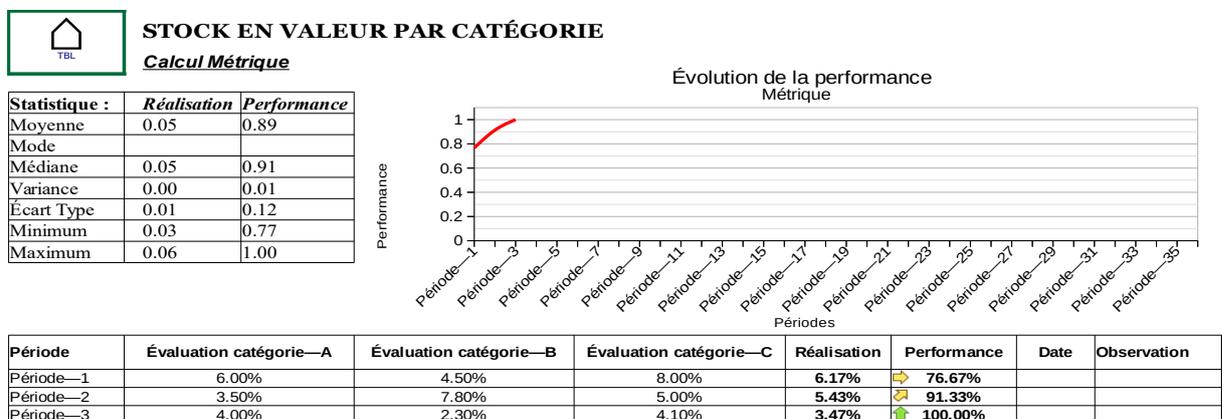


Figure 3.37. Calcul de la métrique Stock en valeur par catégorie.

4.3.5.1.1.I. Stock en valeur par famille

Les produits pharmaceutiques sont gérés trivialement dans la pharmacie de l'hôpital en fonction de leurs familles (médicaments, dispositifs médicaux et pansements, produits de la radiologie, réactifs, gaz médicaux, produits d'hygiène, etc.).

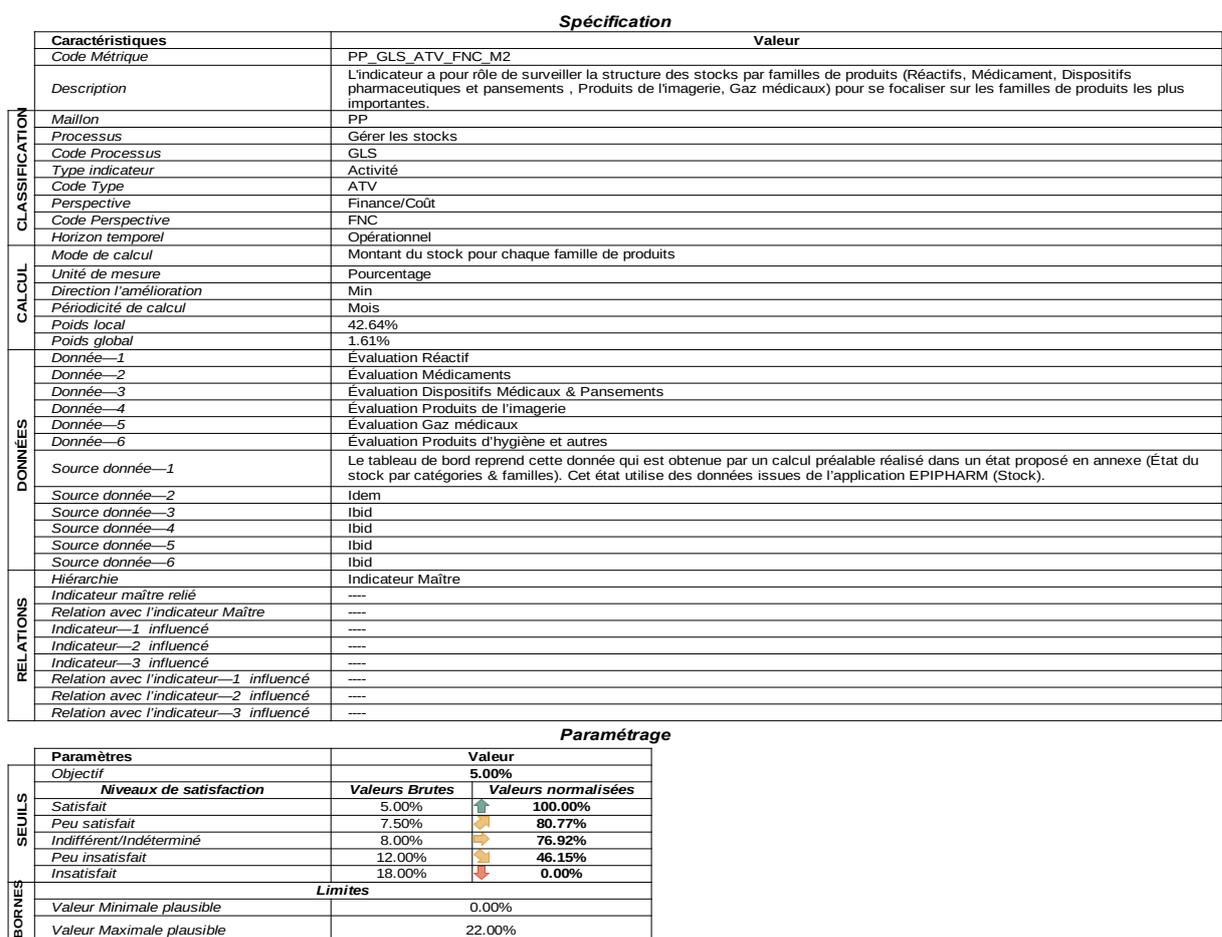


Figure 3.38. Spécification de la métrique Stock en valeur par famille.

La connaissance du niveau du stock de ces familles est importante pour le gestionnaire afin de satisfaire correctement la demande. Le calcul de la métrique est proposé exactement de la même manière que le précédent indicateur (Stock en valeur par catégorie) (cf. fig. 3.38). Ainsi, l'Annexe J.1.4 fournit une évaluation par rapport à une norme de structure pour chaque famille de produits. Ceci permet par la suite de retranscrire ses résultats et de calculer l'indicateur en question (cf. fig. 3.39).

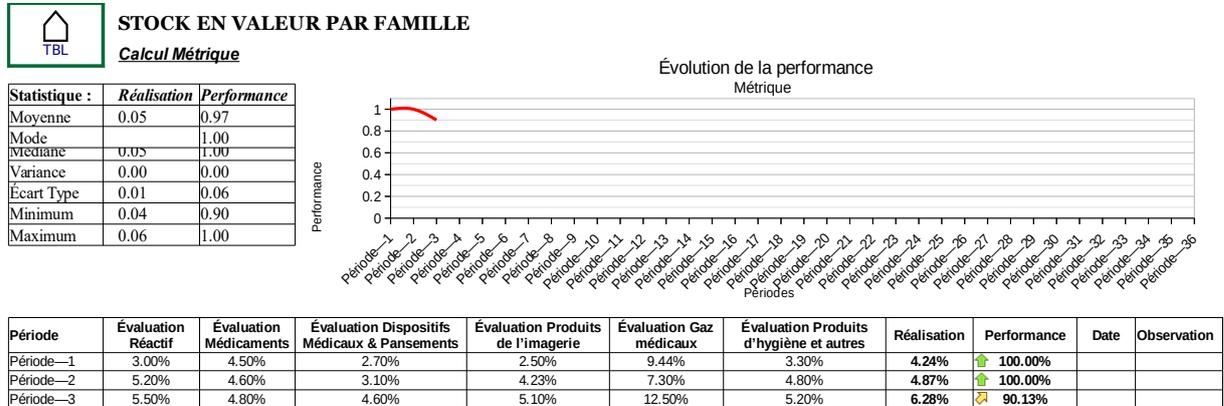


Figure 3.39. Calcul de la métrique Stock en valeur par famille.

4.3.5.1.1.J. Encours

Les encours dans l'établissement hospitalier représentent les stocks ou les réserves de produits pharmaceutiques maintenus par les services de santé avant leur administration. Ces petites réserves devraient être réduites au maximum pour éliminer les superflus.

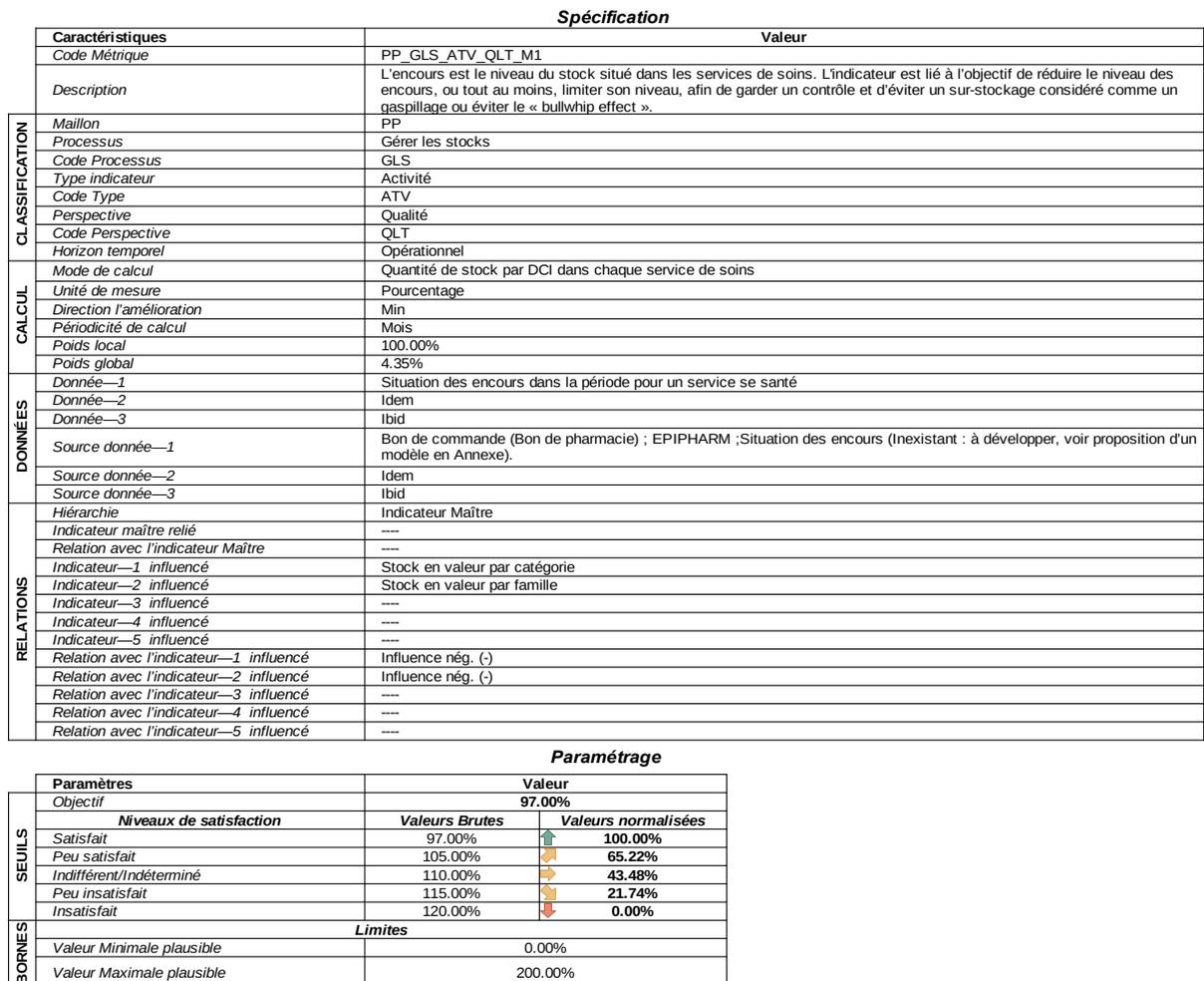


Figure 3.40. Spécification de la métrique Encours.

L'indicateur présenté dans ce tableau de bord constitue un moyen qui permet de surveiller ces provisions et de les limiter (cf. fig. 3.40). Il est calculé suivant l'évaluation du stock de chaque service de santé en regard d'une limite (un seuil) prédéterminée pour chaque produit pharmaceutique. Cette évaluation est réalisée à travers l'Annexe J.1.6 qui présente la situation des encours pour chaque article, puis de façon globale, pour tout le service de santé. La feuille de calcul de l'indicateur reprend ces évaluations pour constituer une estimation générale des encours (cf. fig. 3.41).

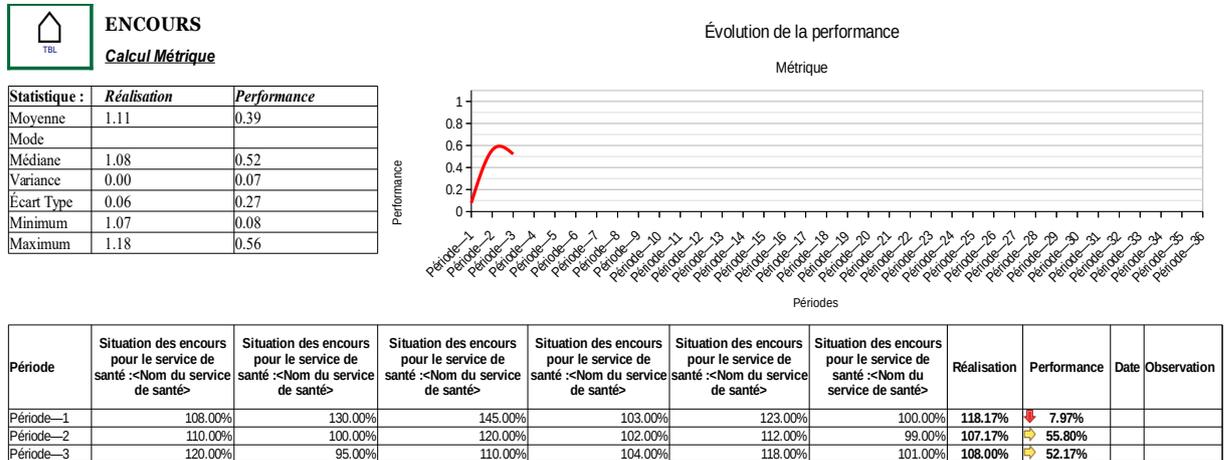


Figure 3.41. Calcul de la métrique Encours.

4.3.5.1.1.K. Débit des produits du stock

Le débit est un concept intéressant qui sert à apprécier le niveau de circulation des produits pharmaceutiques, et à prévoir sa conséquence sur le stock (cf. fig. 3.42).

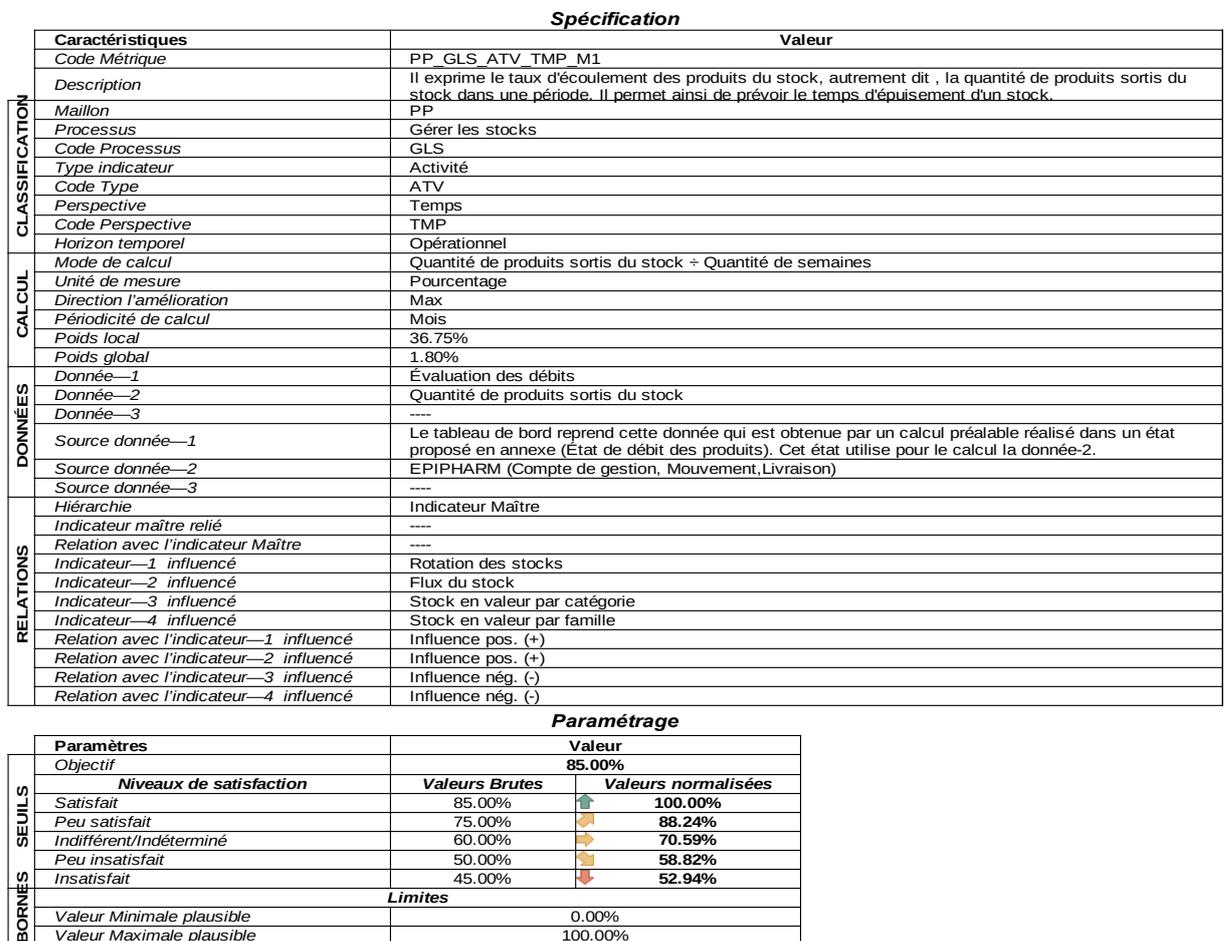


Figure 3.42. Spécification de la métrique Débit des produits du stock.

L'indicateur n'est pas calculé directement, car il existe plusieurs articles. Ainsi, l'Annexe J.1.2 constitue en ce sens l'état de débit de chaque produit pharmaceutique, en tenant compte d'un degré de débit attendu ou ciblé. Une moyenne des débits est par la suite calculée pour chaque période, puis retranscrite dans le bloc de calcul de l'indicateur pour établir un seul chiffre agrégé (cf. fig. 3.43).

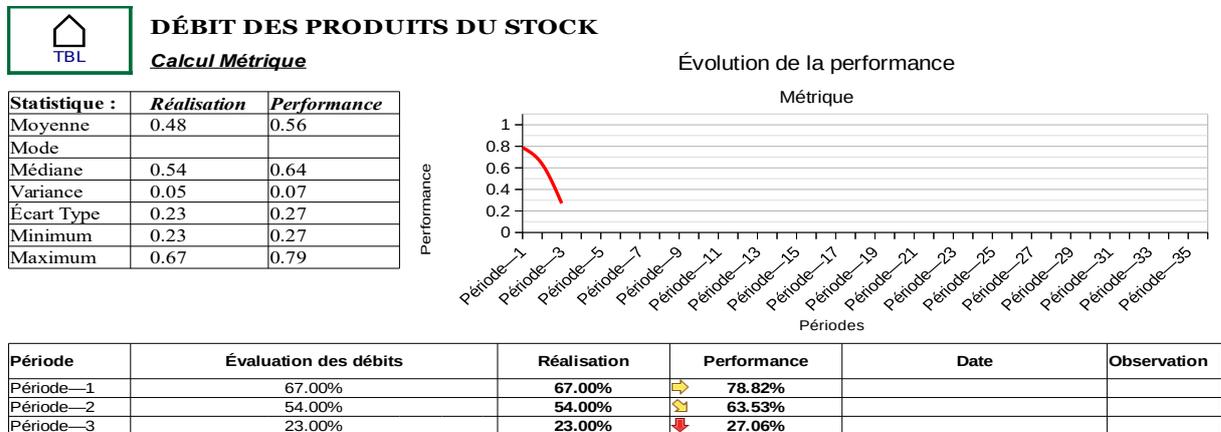


Figure 3.43. Calcul de la métrique Débit des produits du stock.

4.3.5.1.1.L. Rotation des stocks

La rotation des stocks constitue un indicateur incontournable dans la gestion de la chaîne logistique, quel que soit le domaine d'activité. Sa présence dans ce tableau de bord est donc tout à fait attendue, bien que nous n'avons pas constaté son usage dans les établissements publics de santé visités.

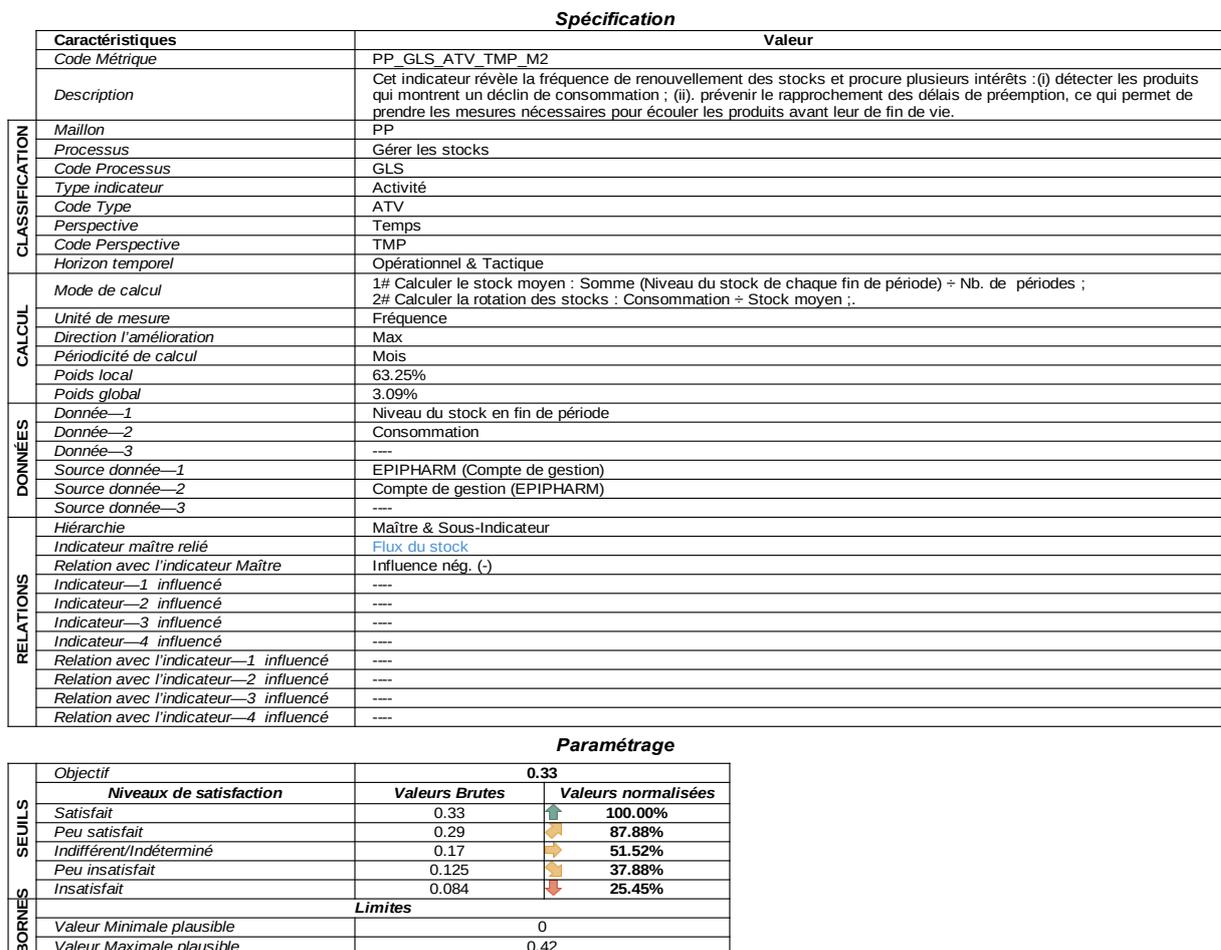
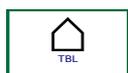


Figure 3.44. Spécification de la métrique Rotation des stocks.

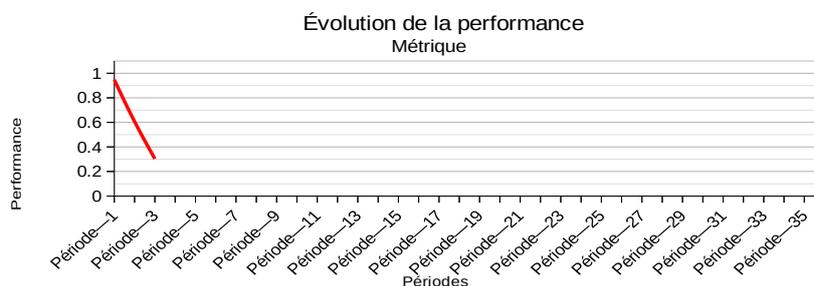
Quoi qu'il en soit, cet indicateur permet d'évaluer le degré de renouvellement du stock. Dès lors, il procure une information substantielle pour éviter les péremptions et le surstockage (cf. fig. 3.44 et fig. 3.45).



ROTATION DES STOCKS

Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne	0.20	0.62
Mode		
Médiane	0.20	0.61
Variance	0.01	0.10
Écart Type	0.11	0.32
Minimum	0.10	0.30
Maximum	0.31	0.95



Période	Niveau du stock en fin de période	Stock Moyen	Consommation	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période—1	DA1,560,897.00	DA1,560,897.00	DA487,780.31	0.31	94.70%		
Période—2	DA2,789,777.00	DA2,175,337.00	DA435,067.40	0.20	60.61%		
Période—3	DA2,930,567.00	DA2,427,080.33	DA242,708.00	0.10	30.30%		

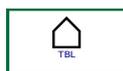
Figure 3.45. Calcul de la métrique Rotation des stocks.

4.3.5.1.1.M. Exactitude des inventaires

L'exactitude des inventaires est une mesure qui permet d'apprécier la fiabilité du système d'information et sa bonne tenue. Comme son nom l'indique, l'indicateur se rapporte à l'inventaire des produits. Il révèle par le calcul de l'écart (cf. fig. 3.46), le niveau de précision de l'information fournie par le dispositif de traitement des données.

		Spécification	
		Caractéristiques	Valeur
		Code Métrique	PP_GLS_RSL_FNC_M1
		Description	L'indicateur permet d'évaluer le niveau de précision du stock comptable et d'identifier éventuellement les erreurs de saisie ou autres événements. L'indicateur mesure, de cette façon, l'efficacité de la gestion des stocks et la tenue des supports de gestion.
CLASSIFICATION	Maillon	PP	
	Processus	Gérer les stocks	
	Code Processus	GLS	
	Type indicateur	Résultat	
	Code Type	RSL	
CALCUL	Perspective	Finance/Coût	
	Code Perspective	FNC	
	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
	Mode de calcul	$(\text{Quantité du stock physique} - \text{Quantité du stock électronique ou comptable}) \div \text{Quantité du stock électronique ou comptable}$	
	Unité de mesure	Pourcentage	
	Direction l'amélioration	Min	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	100.00%	
	Poids global	10.38%	
	DONNÉES	Donnée—1	Situation des inventaires (moyenne des pourcentages d'écart de tous les DCI)
Donnée—2		Quantité du stock physique	
Donnée—3		Quantité du stock électronique ou comptable	
Source donnée—1		Le tableau de bord reprend uniquement cette donnée qui est obtenue par un calcul préalable réalisé dans un état proposé en annexe (État des inventaires). Cet état utilise pour le calcul la donnée-2 et la donnée-3.	
	Source donnée—2	EPIHARM	
	Source donnée—3	Quantité du stock électronique ou comptable	
RELATIONS	Hiérarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	Stock en valeur par catégorie	
	Indicateur—2 influencé	Stock en valeur par famille	
	Indicateur—3 influencé	---	
	Indicateur—4 influencé	---	
	Indicateur—5 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	Influence pos. (+)	
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	Influence pos. (+)	
	Relation avec l'indicateur—3 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—4 influencé	---	
Relation avec l'indicateur—5 influencé	---		
Paramétrage			
		Paramètres	Valeur
SEUILS	Objectif	5.00%	
	Niveaux de satisfaction		Valeurs Brutes / Valeurs normalisées
	Satisfait	5.00%	100.00%
	Peu satisfait	6.00%	80.00%
	Indifférent/Indéterminé	7.00%	60.00%
	Peu insatisfait	7.50%	50.00%
	Insatisfait	10.00%	0.00%
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	0.00%	
	Valeur Maximale plausible	20.00%	

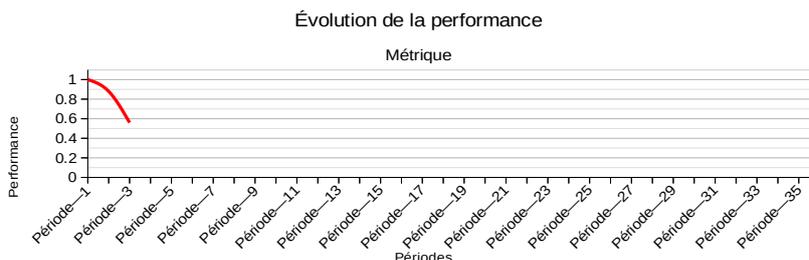
Figure 3.46. Spécification de la métrique Exactitude des inventaires.



EXACTITUDE DES INVENTAIRES

Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne	0.05	0.81
Mode		
Médiane	0.06	0.88
Variance	0.00	0.05
Écart Type	0.03	0.23
Minimum	0.01	0.56
Maximum	0.07	1.00



Période	Situation des inventaires	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période—1	1.00%	1.00%	100.00%		
Période—2	5.60%	5.60%	88.00%		
Période—3	7.20%	7.20%	56.00%		

Figure 3.47. Calcul de la métrique Exactitude des inventaires.

Cependant, vu l'existence de plusieurs stocks de produits, et dans le but d'obtenir une évaluation d'ensemble, le calcul d'une moyenne des pourcentages d'écart englobant tous les articles gérés s'avérait nécessaire. Ce calcul préalable est réalisé par le biais de l'Annexe J.1.3. Celle-ci établit une situation globale des inventaires, qui est reportée juste après dans la feuille de calcul de l'indicateur (cf. fig. 3.47).

4.3.5.1.1.N. Taux d'utilisation des ressources humaines

L'emploi rationnel des moyens est une précondition à toute prétention de productivité et d'efficacité. Dans cet esprit, le taux d'utilisation des ressources humaines constitue un indicateur qui permet de mesurer l'efficacité de l'organisation et de l'administration des moyens humains. Par ailleurs, l'indicateur contribue à distribuer convenablement la charge de travail à travers le temps (cf. fig. 3.48 et fig. 3.49).

		Spécification	
		Caractéristiques	Valeur
CLASSIFICATION	Code Métrique	PP_PLT_ATV_FXB_M1	
	Description	L'indicateur calcule le taux de charge de travail supportée par les salariés s'occupant du flux pharmaceutique, autrement dit, le taux d'occupation du personnel. Pour un horizon défini, l'indicateur permet de connaître le niveau d'utilisation des ressources humaines. Ainsi, il aide à mieux répartir la charge de travail.	
	Maillon	PP	
	Processus	Piloter	
	Code Processus	PLT	
	Type indicateur	Activité	
	Code Type	ATV	
	Perspective	Flexibilité	
	Code Perspective	FXB	
	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
CALCUL	Mode de calcul	Charge de travail en Nb. heures dans la période ÷ Nb. heures de travail dans la période	
	Unité de mesure	Pourcentage	
	Direction l'amélioration	Max	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	100.00%	
	Poids global	5.27%	
DONNÉES	Donnée—1	Nb. d'heures travaillées pendant la période	
	Donnée—2	Nb. heures de travail dans la période	
	Donnée—3	----	
	Source donnée—1	Registre des présences ; Etat des présences (comptabilité).	
Source donnée—2	Programme du personnel.		
Source donnée—3	----		
RELATIONS	Hiérarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	----	
	Relation avec l'indicateur Maître	----	
	Indicateur—1 influencé	----	
	Indicateur—2 influencé	----	
	Indicateur—3 influencé	----	
	Indicateur—4 influencé	----	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	----	
Relation avec l'indicateur—2 influencé	----		
Relation avec l'indicateur—3 influencé	----		
Relation avec l'indicateur—4 influencé	----		
		Paramétrage	
SEUILS	Paramètres	Valeur	
	Objectif	95.00%	
	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	95.00%	100.00%
	Peu satisfait	90.00%	94.74%
	Indifférent/Indéterminé	85.00%	89.47%
Peu insatisfait	80.00%	84.21%	
Insatisfait	77.00%	81.05%	
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	0.00%	
	Valeur Maximale plausible	100.00%	

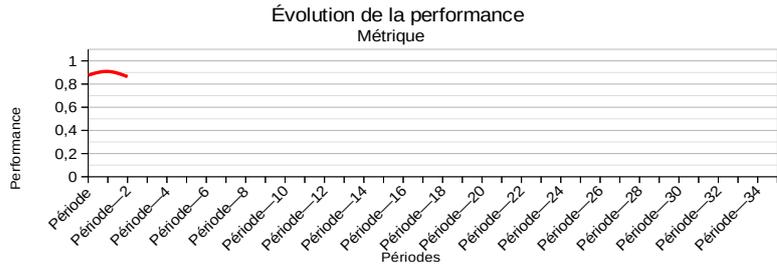
Figure 3.48. Spécification de la métrique Taux d'utilisation des ressources humaines.



TAUX D'UTILISATION DES RESSOURCES HUMAINES

Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne	0.84	0.88
Mode		
Médiane	0.83	0.88
Variance	0.00	0.00
Écart Type	0.02	0.02
Minimum	0.82	0.86
Maximum	0.86	0.91



Période	Nb. d'heures travaillées pendant la période	Nb. heures de travail dans la période	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période-1	550,00	660,00	83.33%	87.72%		
Période-2	570,00	660,00	86.36%	90.91%		
Période-3	550,00	670,00	82.09%	86.41%		

Figure 3.49. Calcul de la métrique Taux d'utilisation des ressources humaines.

4.3.5.1.1.O. Respect de la règle FIFO

La règle du « premier entré, premier sorti du stock » ou la règle FIFO (*First In First Out*) est un principe de gestion primordial dans la tenue des produits périssables, en particulier lorsqu'il s'agit d'articles médicamenteux. En prévention des péremptions, cet indicateur mesure le niveau de respect de cette règle (cf. fig. 3.50 et fig. 3.51).

		Spécification	
		Caractéristiques	Valeur
		Code Métrique	PP_PLT_ATV_QLT_M1
		Description	Afin d'éviter les péremptions, l'indicateur mesure le niveau de respect de la règle FIFO (First In First Out) utilisée dans la gestion des stocks. Cette règle impose que les produits entrés en premier en stock sortent également en premier. De cette façon les produits les plus anciens en date sont évacués en priorité.
CLASSIFICATION	Maillon	PP	
	Processus	Piloter	
	Code Processus	PLT	
	Type indicateur	Activité	
	Code Type	ATV	
	Perspective	Qualité	
	Code Perspective	QLT	
CALCUL	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
	Mode de calcul	Nb. de commandes effectuées sans respect du FIFO ÷ Nb. totale de commandes	
	Unité de mesure	Pourcentage	
	Direction l'amélioration	Min	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	100.00%	
	Poids global	9.03%	
DONNÉES	Donnée-1	Nb. de commandes effectuées sans respect du FIFO	
	Donnée-2	Nb. totale de commandes	
	Donnée-3	---	
	Source donnée-1	EPIPHARM (Mouvement); Fiche de stock.	
Source donnée-2	EPIPHARM (Mouvement) ; Registre de retrait.		
Source donnée-3	---		
RELATIONS	Hierarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur-1 influencé	---	
	Indicateur-2 influencé	---	
	Indicateur-3 influencé	---	
	Indicateur-4 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur-1 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur-2 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur-3 influencé	---	
Relation avec l'indicateur-4 influencé	---		

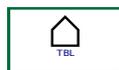
Paramétrage

		Valeur		
		2.00%		
SEUILS	Objectif	2.00%		
	Niveaux de satisfaction		Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	2.00%	100.00%	
	Peu satisfait	3.00%	75.00%	
	Indifférent/Indéterminé	4.00%	50.00%	
	Peu insatisfait	5.00%	25.00%	
	Insatisfait	6.00%	0.00%	
BORNES	Limites			
	Valeur Minimale plausible	0.00%		
	Valeur Maximale plausible	10.00%		

Figure 3.50. Spécification de la métrique Respect de la règle FIFO.

L'opération de mesure requiert de connaître le nombre de fois où la date du lot d'un produit livré est ultérieure à celle d'un autre lot présent dans le stock. En cela, nous avons élaboré une méthode spécifique qui interroge la base de données du logiciel EPIPHARM, dans le seul but

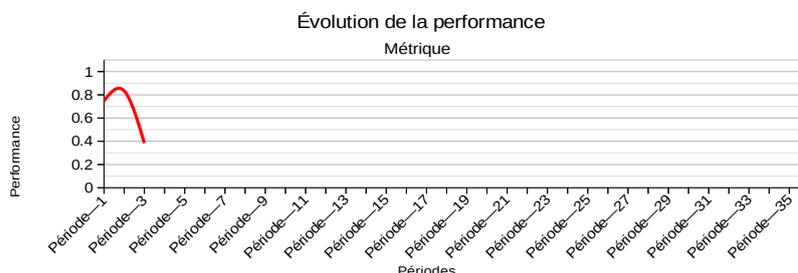
d'ériger cette information. L'essai de cette méthode, sur un historique de 92 mois depuis les données d'un établissement hospitalier, nous a permis d'obtenir une fréquence moyenne de 38 fois par mois. Ainsi, cette estimation pourrait être retenue comme un objectif à atteindre par l'établissement en question.



RESPECT DE LA RÈGLE FIFO

Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne	0.03	0.66
Mode		
Médiane	0.03	0.75
Variance	0.00	0.06
Écart Type	0.01	0.24
Minimum	0.03	0.38
Maximum	0.04	0.83



Période	Nb. de commandes effectuées sans respect du FIFO	Nb. totale de commandes	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période—1	6	200	3.00%	75.00%		
Période—2	4	150	2.67%	83.33%		
Période—3	5	112	4.46%	38.39%		

Figure 3.51. Calcul de la métrique Respect de la règle FIFO.

4.3.5.1.1.P. Taux de service en références

Le taux de service est un indicateur central dans le domaine de la chaîne logistique pour mesurer la qualité de service offerte au client. Il est de même pour la logistique hospitalière, car il permet simultanément d'apprécier par dichotomie le taux de rupture des produits.

		Caractéristiques	Valeur
CLASSIFICATION	Code Métrique	PP_PLT_RSL_FBL_M1	
	Description	L'indicateur permet de suivre la qualité de service offerte aux clients, d'évaluer la politique de distribution et la politique d'approvisionnement par référence de produit (DCI , nom commercial , forme galénique, dosage).	
	Maillon	PP	
	Processus	Piloter	
	Code Processus	PLT	
	Type indicateur	Résultat	
	Code Type	RSL	
	Perspective	Fiabilité	
	Code Perspective	FBL	
	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
CALCUL	Mode de calcul	Nb. de références satisfaites intégralement dans les délais ÷ Nb. total de références demandées	
	Unité de mesure	Pourcentage	
	Direction l'amélioration	Max	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	100.00%	
DONNÉES	Poids global	11.41%	
	Donnée—1	Nb. de références satisfaites intégralement dans les délais	
	Donnée—2	Nb. total de références demandées	
Donnée—3	---		
Source donnée—1	Bon de commande (Bon de pharmacie) ; EPIPHARM (Livraison, Mouvement).		
Source donnée—2	Bon de commande (Bon de pharmacie) ; EPIPHARM (Livraison, Mouvement).		
Source donnée—3	---		
RELATIONS	Hierarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	Nombre de commandes par bon de pharmacie	
	Indicateur—2 influencé	---	
	Indicateur—3 influencé	---	
	Indicateur—4 influencé	---	
	Indicateur—5 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	Influence nég. (-)	
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	---	
Relation avec l'indicateur—3 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—4 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—5 influencé	---		

		Paramétrage	
Paramètres		Valeur	
Objectif		80.00%	
SEUILS	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	80.00%	100.00%
	Peu satisfait	65.00%	81.25%
	Indifférent/Indéterminé	50.00%	62.50%
	Peu insatisfait	45.00%	56.25%
	Insatisfait	40.00%	50.00%
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	0.00%	
	Valeur Maximale plausible	100.00%	

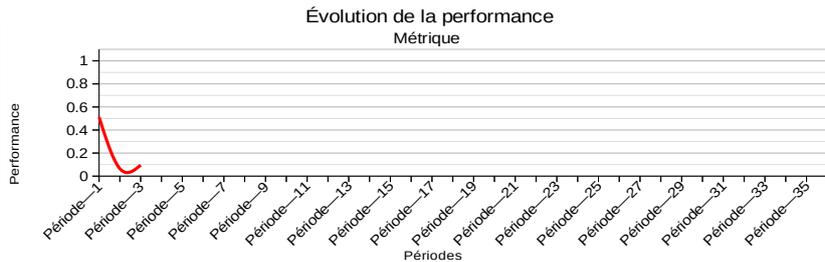
Figure 3.52. Spécification de la métrique Taux de service en références.



TAUX DE SERVICE EN RÉFÉRENCES

Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne	0.18	0.22
Mode		
Médiane	0.08	0.10
Variance	0.04	0.06
Écart Type	0.20	0.25
Minimum	0.05	0.06
Maximum	0.41	0.51



Période	Nb. de références satisfaites intégralement dans les délais	Nb. total de références demandées	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période—1	123	300	41.00%	↓ 51.25%		
Période—2	10	193	5.18%	↓ 6.48%		
Période—3	23	300	7.67%	↓ 9.58%		

Figure 3.53. Calcul de la métrique Taux de service en références.

Le taux de service calculé par l'indicateur présenté se réfère au nombre de fois où une livraison quasiment parfaite a été effectuée, et non pas par rapport au taux de satisfaction de la quantité demandée (cf. fig. 3.52 et fig. 3.53). Sachant que les deux modes de mesure reflètent le même fait, avec des niveaux de précision différents, la distinction évoquée invite à la prudence quant à l'interprétation des résultats de l'indicateur.

4.3.5.1.1.Q. Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur

Toutes les organisations, quelle que soit leur nature, sont influencées par la qualité de service de leurs fournisseurs. Les aléas et les perturbations des livraisons ont des répercussions néfastes sur leurs activités.

		Caractéristiques	Valeur
CLASSIFICATION	Code Métrique	PP_FRN_ATV_FBL_M1	
	Description	L'indicateur mesure le taux de livraison par le fournisseur sans dommage, sans erreur de quantité sans erreur de transport et sans retard. Cet indicateur participe à évaluer la fiabilité du fournisseur	
	Maillon	PP	
	Processus	Se fournir	
	Code Processus	FRN	
	Type indicateur	Activité	
	Code Type	ATV	
	Perspective	Fiabilité	
	Code Perspective	FBL	
	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
CALCUL	Mode de calcul	Nb. total de commandes parfaites ÷ Nb. total de commandes	
	Unité de mesure	Pourcentage	
	Direction l'amélioration	Max	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	67.55%	
DONNÉES	Poids global	6.65%	
	Donnée—1	Nb. total de commandes parfaites	
	Donnée—2	Nb. total de commandes	
	Donnée—3	---	
RELATIONS	Source donnée—1	Partiellement du registre des factures ; EPIPHEM (Commande,Réception) , État de fiabilité des fournisseurs (Inexistant : à développer, voir proposition d'un modèle en Annexe)	
	Source donnée—2	Registre des factures ; EPIPHEM (Commande,Réception).	
	Source donnée—3	---	
	Hierarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	---	
	Indicateur—2 influencé	---	
Indicateur—3 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—1 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—2 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—3 influencé	---		

Paramétrage

		Paramètres	Valeur	
SEUILS	Objectif		90.00%	
	Niveaux de satisfaction		Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait		90.00%	↑ 100.00%
	Peu satisfait		75.00%	→ 83.33%
	Indifférent/Indéterminé		60.00%	→ 66.67%
	Peu insatisfait		50.00%	→ 55.56%
	Insatisfait		45.00%	↓ 50.00%
BORNES	Limites			
	Valeur Minimale plausible		0.00%	
	Valeur Maximale plausible		100.00%	

Figure 3.54. Spécification de la métrique Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur.

Pour les établissements de santé, l'approvisionnement est de plus une activité critique, car il est en rapport avec la santé des patients. L'établissement de santé doit en conséquence bien gérer ses relations avec les fournisseurs afin de stabiliser leurs comportements. L'accomplissement parfait de la commande est en cette matière l'indicateur qui mesure la fiabilité de l'approvisionnement. Il permet en outre d'évaluer la qualité des fournisseurs (cf. fig. 3.54 et fig. 3.55). Malheureusement, nous avons remarqué que les établissements publics de santé, lorsque nous les avons visités, ne disposaient pas de dispositifs permettant d'évaluer objectivement leurs fournisseurs. Ceci a constitué une carence qui empêchait l'applicabilité de l'indicateur, car les données n'étaient pas disponibles. En cette circonstance, nous avons développé un outil simple permettant, selon plusieurs aspects de la qualité de service, de stocker des renseignements concernant les conditions de réception des produits. Cet outil présenté dans l'Annexe J.1.5 constitue en réalité une base de données avec laquelle il est possible d'établir, à n'importe quel moment, un état de fiabilité des fournisseurs. Ce dernier pourra être ainsi utilisé pour alimenter l'indicateur exposé ici.

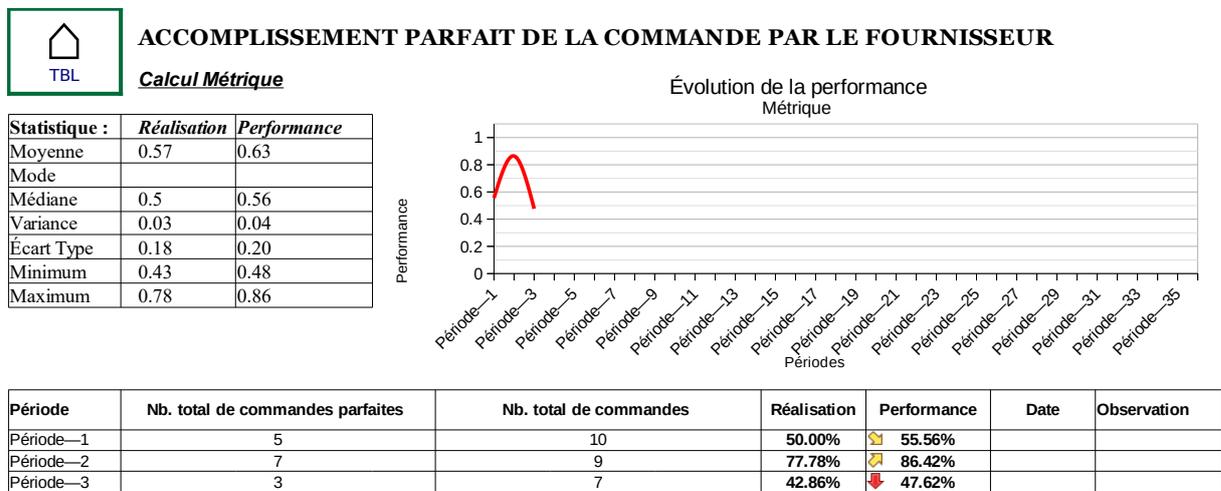


Figure 3.55. Calcul de la métrique Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur.

4.3.5.1.1.R. Capacité d'éviter les litiges

La capacité d'éviter les litiges est un indicateur qui mesure la fiabilité des fournisseurs au même titre que l'indicateur précédent (Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur) (cf. fig. 3.57, p. suiv). Toutefois, celui-ci tient compte, à la différence du premier, de certaines anomalies qui sont source de litiges tels que les démarques (*shrinkages*) (cf. fig. 3.56). Ainsi, les données qui permettent de calculer cet indicateur se situent dans l'Annexe J.1.5.

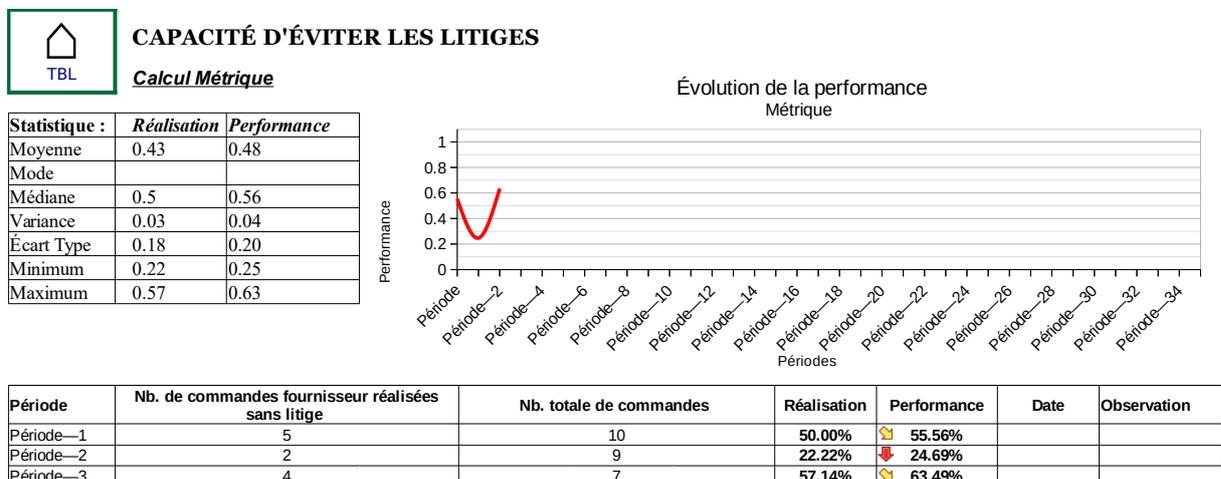


Figure 3.56. Calcul de la métrique Capacité d'éviter les litiges.

		Spécification	
		Caractéristiques	Valeur
CLASSIFICATION	Code Métrique	PP_FRN_ATV_FBL_M2	
	Description	Un bon fournisseur est un fournisseur qui évite les litiges. Cet indicateur évalue la fiabilité des fournisseurs en leur capacité de se prévenir des litiges.	
	Maillon	PP	
	Processus	Se fournir	
	Code Processus	FRN	
	Type indicateur	Activité	
	Code Type	ATV	
	Perspective	Fiabilité	
	Code Perspective	FBL	
	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
CALCUL	Mode de calcul	Nb. de commandes fournisseur réalisées sans litige ÷ Nb. totale de commandes	
	Unité de mesure	Pourcentage	
	Direction l'amélioration	Max	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	32.45%	
	Poids global	3.20%	
DONNÉES	Donnée—1	Nb. de commandes fournisseur réalisées sans litige	
	Donnée—2	Nb. totale de commandes	
	Donnée—3	---	
RELATIONS	Source donnée—1	Partiellement du registre des factures ; EPIPHARM (Commande,Réception) , État de fiabilité des fournisseurs (Inexistant : à développer, voir proposition d'un modèle en Annexe)	
	Source donnée—2	Registre des factures ; EPIPHARM (Commande,Réception).	
	Source donnée—3	---	
	Hierarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	
	Indicateur—2 influencé	---	
	Indicateur—3 influencé	---	
	Indicateur—4 influencé	---	
	Indicateur—5 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	Influence pos. (+)	
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—3 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—4 influencé	---	
Relation avec l'indicateur—5 influencé	---		

		Paramétrage		
		Valeur		
SEUILS	Objectif	90.00%		
	Niveaux de satisfaction		Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	90.00%	↑ 100.00%	
	Peu satisfait	80.00%	↔ 88.89%	
	Indifférent/Indéterminé	70.00%	↔ 77.78%	
	Peu insatisfait	50.00%	↔ 55.56%	
	Insatisfait	45.00%	↓ 50.00%	
BORNES	Limites			
	Valeur Minimale plausible	0.00%		
	Valeur Maximale plausible	100.00%		

Figure 3.57. Spécification de la métrique Capacité d'éviter les litiges.

4.3.5.1.1.S. Niveau de service des fournisseurs

Complétant les deux indicateurs précédents, le niveau de service des fournisseurs est une mesure qui évalue la fiabilité des fournisseurs en regard de leur aptitude à livrer les produits sans trop de ruptures, et en respect des délais . La métrique mesure donc un aspect de la qualité de service des fournisseurs avec les données développées par l'Annexe J.1.5 (cf. fig. 3.59 et fig. 3.58).

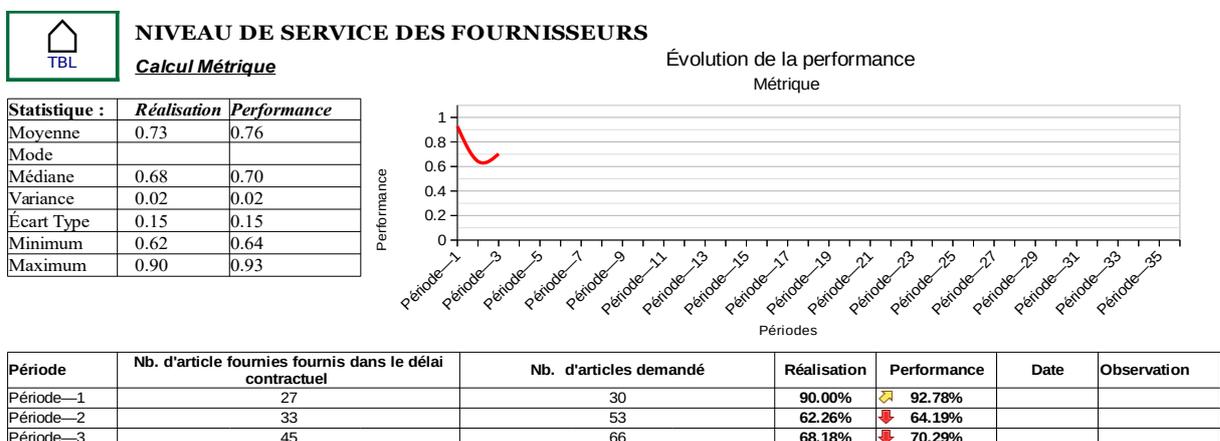


Figure 3.58. Calcul de la métrique Niveau de service des fournisseurs.

		Spécification	
Caractéristiques		Valeur	
Code Métrique		PP_FRN_RSQ_FBL_M1	
Description		L'indicateur permet d'évaluer le niveau de rupture des stocks chez le fournisseur afin d'apprécier son impact sur l'activité de l'établissement, et afin de mesurer la capacité du fournisseur à offrir les articles demandés.	
CLASSIFICATION	Maillon	PP	
	Processus	Se fournir	
	Code Processus	FRN	
	Type indicateur	Risque	
	Code Type	RSQ	
	Perspective	Fiabilité	
	Code Perspective	FBL	
	Horizon temporel	Opérationnel & Tactique	
	Mode de calcul	Nb. d'article fournis fournis dans le délai contractuel ÷ Nb. d'articles demandé	
	Unité de mesure	Pourcentage	
CALCUL	Direction l'amélioration	Max	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	100.00%	
	Poids global	11.51%	
	Donnée—1	Nb. d'article fournis fournis dans le délai contractuel	
DONNÉES	Donnée—2	Nb. d'articles demandé	
	Donnée—3	----	
	Source donnée—1	EPIPHEM (Commande,Réception); État de fiabilité des fournisseurs (Inexistant : à développer, voir proposition d'un modèle en Annexe)	
Source donnée—2	EPIPHEM (Commande,Réception); État de fiabilité des fournisseurs (Inexistant : à développer, voir proposition d'un modèle en Annexe)		
Source donnée—3	----		
RELATIONS	Hiérarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	----	
	Relation avec l'indicateur Maître	----	
	Indicateur—1 influencé	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	
	Indicateur—2 influencé	----	
	Indicateur—3 influencé	----	
	Indicateur—4 influencé	----	
	Indicateur—5 influencé	----	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	Influence pos. (+)	
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	----	
	Relation avec l'indicateur—3 influencé	----	
	Relation avec l'indicateur—4 influencé	----	
Relation avec l'indicateur—5 influencé	----		

		Paramétrage	
Paramètres		Valeur	
Objectif		97.00%	
Niveaux de satisfaction		Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
Satisfait		97.00%	100.00%
Peu satisfait		90.00%	92.78%
Indifférent/Indéterminé		87.00%	89.69%
Peu insatisfait		80.00%	82.47%
Insatisfait		75.00%	77.32%
		Limites	
Valeur Minimale plausible		0.00%	
Valeur Maximale plausible		100.00%	

Figure 3.59. Spécification de la métrique Niveau de service des fournisseurs.

4.3.5.1.2. Les synthèses du TBL-PP

Conformément à ce qui a été expliqué dans la section 4.3.2 il s'agit de présenter dans cette partie le report, sur un tableau donnant un aperçu général, de toutes les performances calculées par les métriques détaillées précédemment (cf. fig. 3.60) ; puis d'exposer, avec un autre tableau reflétant comme le premier la structure du TBL-PP, les performances recalculées en fonction de leur importance dans le maillon (cf. fig. 3.61).



SYNOPTIQUE PERFORMANCE

Structure TBL					Performance		
Maillon	Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	Période—1	Période—2	Période—3
PP	Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash	100.00%	100.00%	44.46%
PP	Dispenser	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison	100.00%	46.43%	25.00%
PP	Dispenser	Activité	Finance/Coût	Consommations par employé	60.61%	71.43%	82.39%
PP	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par bon de pharmacie	58.33%	25.00%	75.00%
PP	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par ordonnance	56.36%	90.00%	68.18%
PP	Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision des documents	100.00%	95.92%	99.31%
PP	Dispenser	Résultat	Flexibilité	Croissance du volume par service de soins	52.78%	94.44%	79.17%
PP	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par catégorie	76.67%	91.33%	100.00%
PP	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par famille	100.00%	100.00%	90.13%
PP	Gérer les stocks	Activité	Qualité	Encours	7.97%	55.80%	52.17%
PP	Gérer les stocks	Activité	Temps	Débit des produits du stock	78.82%	63.53%	27.06%
PP	Gérer les stocks	Activité	Temps	Rotation des stocks	94.70%	60.61%	30.30%
PP	Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Exactitude des inventaires	100.00%	88.00%	56.00%
PP	Piloter	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines	87.72%	90.91%	86.41%
PP	Piloter	Activité	Qualité	Respect de la règle FIFO	75.00%	83.33%	38.39%
PP	Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de service en références	51.25%	6.48%	9.58%
PP	Se fournir	Activité	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	55.56%	86.42%	47.62%
PP	Se fournir	Activité	Fiabilité	Capacité d'éviter les litiges	55.56%	24.69%	63.49%
PP	Se fournir	Risque	Fiabilité	Niveau de service des fournisseurs	92.78%	64.19%	70.29%

Figure 3.60. Aperçu du tableau synoptique de la performance dans le TBL-PP.


PERFORMANCE PONDÉRÉE

Structure TBL							
Maillon	Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	Période-1	Période-2	Période-3
PP	Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash	11,11%	11,11%	4,94%
PP	Dispenser	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison	3,38%	1,57%	0,84%
PP	Dispenser	Activité	Finance/Coût	Consommations par employé	2,25%	2,65%	3,05%
PP	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par bon de pharmacie	1,07%	0,46%	1,37%
PP	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par ordonnance	0,75%	1,20%	0,91%
PP	Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision des documents	4,62%	4,43%	4,59%
PP	Dispenser	Résultat	Flexibilité	Croissance du volume par service de santé	1,87%	3,36%	2,81%
PP	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par catégorie	1,66%	1,98%	2,17%
PP	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par famille	1,61%	1,61%	1,45%
PP	Gérer les stocks	Activité	Qualité	Encours	0,35%	2,43%	2,27%
PP	Gérer les stocks	Activité	Temps	Débit des produits du stock	1,42%	1,14%	0,49%
PP	Gérer les stocks	Activité	Temps	Rotation des stocks	2,93%	1,87%	0,94%
PP	Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Exactitude des inventaires	10,38%	9,14%	5,81%
PP	Piloter	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines	4,62%	4,79%	4,55%
PP	Piloter	Activité	Qualité	Respect de la règle FIFO	6,78%	7,53%	3,47%
PP	Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de service en références	5,85%	0,74%	1,09%
PP	Se fournir	Activité	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	3,70%	5,75%	3,17%
PP	Se fournir	Activité	Fiabilité	Capacité d'éviter les litiges	1,78%	0,79%	2,03%
PP	Se fournir	Risque	Fiabilité	Niveau de service des fournisseurs	10,68%	7,39%	8,09%

Figure 3.61. Aperçu du tableau de la performance pondérée dans le TBL-PP.

4.3.5.1.3. La performance actuelle dans le TBL-PP

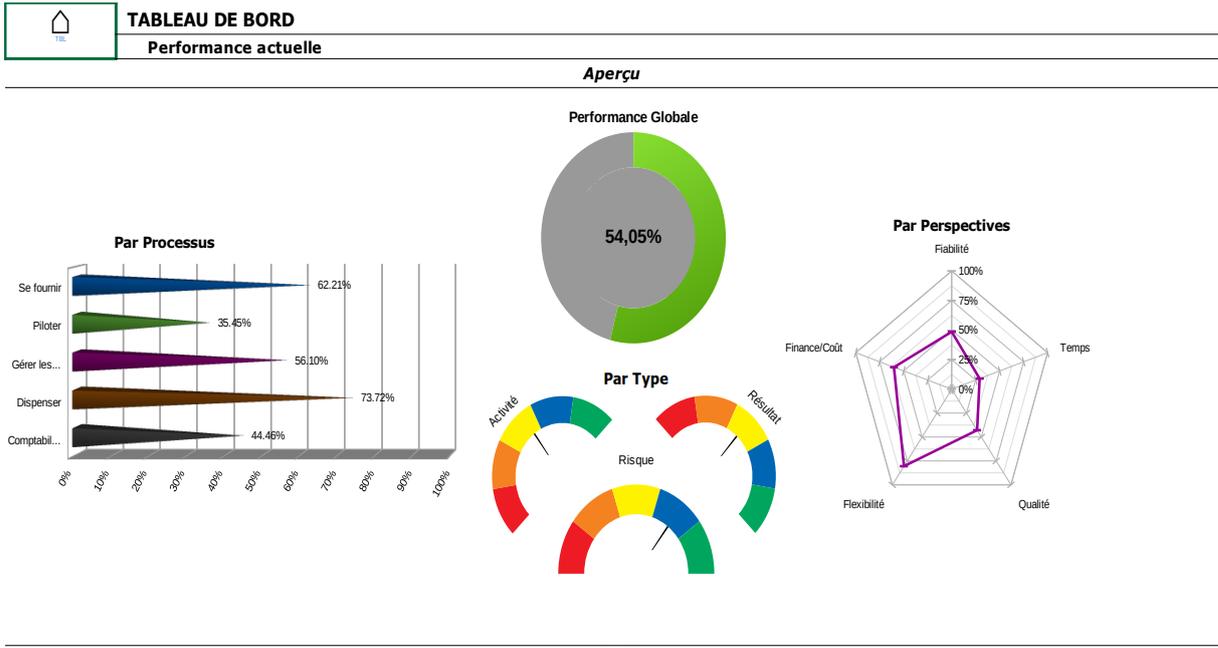
En vue d'évaluer la situation actuelle dans le maillon PP, il est possible de synthétiser les données du tableau de la performance pondérée (cf. fig. 3.61) et de les présenter selon l'illustration de la figure 3.62 (cf. p. suiv.). Les analyses sur les différents versants du système par l'intermédiaire de cette visualisation peuvent montrer leur complémentarité. Il est vrai que si un axe d'analyse montre une certaine situation, un autre axe pourrait révéler une autre. Ainsi, des examens d'après plusieurs angles de vue permettent de réaliser des évaluations croisées et détecter aussitôt des anomalies dissimulées derrière l'un d'eux.

Concernant le cas d'exemple qui a été initié depuis le départ de l'exhibition du TBL-PP, il relève par l'entremise de la dernière période rapportée dans la figure 3.62 une situation nuancée avec une performance globale de 54,05 %. Il est aisé de constater, en regardant le graphe des processus, que le processus de pilotage est celui qui contribue le plus à la baisse de cette performance. On remarquera également que les autres processus affichent une performance plus ou moins appréciable, hormis le processus comptabiliser. L'aperçu par type montre pour sa part des niveaux de performance satisfaisants concernant l'activité et le risque, et une situation légèrement moins satisfaisante pour les résultats. L'aperçu par perspectives, quant à lui, révèle un effet faible de la performance à travers les dimensions temps et qualité, un effet moyen par les dimensions fiabilité, finance/coût, et un très bon effet par la dimension flexibilité.

L'exploration des détails afférents au processus de pilotage à partir de la table pilote nous permet de voir que ce sont les résultats qui ont été les plus défavorables. Ils ont affecté la perspective fiabilité en raison du médiocre taux de service réalisé. D'un autre côté, la faible performance avec la perspective qualité susénoncée nous renvoie directement à l'activité de ce processus. Le petit score enregistré provient du fait que les lots des produits les plus anciens n'ont pas été dispensés en premier (mauvais respect de la règle FIFO). En dernier lieu, l'insuffisante performance qui s'est manifestée avec la perspective temps montre que le processus de gestion des stocks a eu une faible activité, se résumant par un très petit écoulement des articles.

4.3.5.1.4. L'évolution de la performance dans le TBL-PP

La performance actuelle, telle qu'exposée précédemment, nous permet de faire seulement des analyses statiques ou transversales qui sont parfois réductrices. En revanche, la feuille de l'évolution de la performance (cf. fig. 3.63, p. 481) favorise des analyses longitudinales sur la performance.



Détails

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	Data		
				Sum - Idéal	Sum - Performance Actuelle	
Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash	11.11%	4.94%	
		Finance/Coût Sum		11.11%	4.94%	
	Activité Sum			11.11%	4.94%	
Comptabiliser Sum						
Dispenser	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison	3.38%	0.84%	
		Fiabilité Sum		3.38%	0.84%	
		Finance/Coût	Consommations par employé	3.71%	3.05%	
		Finance/Coût Sum		3.71%	3.05%	
	Activité Sum	Flexibilité	Nombre de commandes par bon de pharmacie	1.83%	1.37%	
		Flexibilité Sum		1.34%	0.91%	
		Flexibilité Sum		3.16%	2.28%	
Activité Sum						
Résultat	Fiabilité	Précision des documents		4.62%	4.59%	
		Fiabilité Sum		4.62%	4.59%	
	Flexibilité	Croissance du volume par service de santé		3.55%	2.81%	
		Flexibilité Sum		3.55%	2.81%	
Résultat Sum						
Dispenser Sum				18.42%	13.58%	
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par catégorie	2.17%	2.17%	
			Stock en valeur par famille		1.61%	1.45%
		Finance/Coût Sum		3.78%	3.62%	
		Qualité	Encours		4.35%	2.27%
	Qualité Sum		4.35%	2.27%		
	Temps	Débit des produits du stock		1.80%	0.49%	
		Rotation des stocks		3.09%	0.94%	
	Temps Sum			4.89%	1.42%	
	Activité Sum					
	Résultat		Finance/Coût	Exactitude des inventaires	10.38%	5.81%
Résultat Sum		Finance/Coût Sum		10.38%	5.81%	
Résultat Sum						
Gérer les stocks Sum				23.40%	13.13%	
Piloter	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines	5.27%	4.55%	
			Flexibilité Sum		5.27%	4.55%
		Qualité	Respect de la règle FIFO		9.03%	3.47%
			Qualité Sum		9.03%	3.47%
	Activité Sum			14.31%	8.02%	
	Résultat	Fiabilité	Taux de service en références		11.41%	1.09%
Fiabilité Sum			11.41%	1.09%		
Résultat Sum						
Piloter Sum				25.71%	9.12%	
Se fournir	Activité	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le f	6.65%	3.17%	
			Capacité d'éviter les litiges		3.20%	2.03%
	Activité Sum			9.85%	5.20%	
	Risque	Fiabilité	Niveau de service des fournisseurs		11.51%	8.09%
		Risque Sum			11.51%	8.09%
Se fournir Sum						
Total Result				100.00%	54.05%	

Navigation

ANALYSE

[Évolution de la performance](#)

SYNTHESES

- [Performance Pondérée](#)
- [Synoptique](#)

MÉTRIQUES

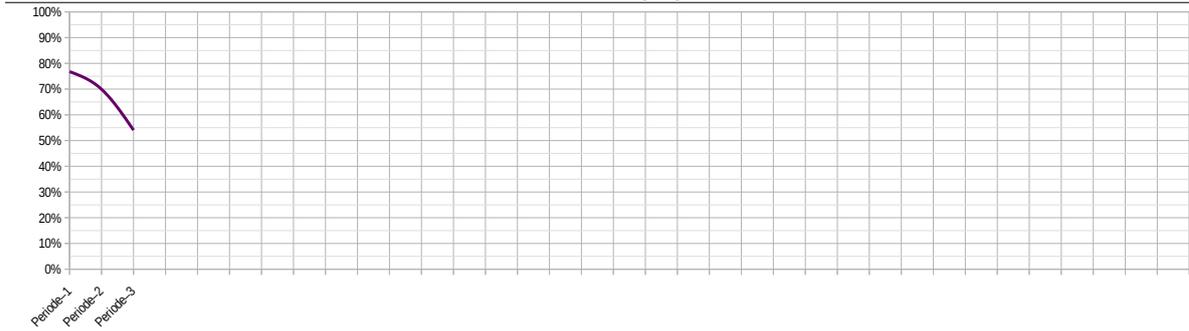
- [Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur](#)
- [Capacité d'éviter les litiges](#)
- [Consommations par employé](#)
- [Croissance du volume par service de santé](#)
- [Débit des produits du stock](#)
- [Encours](#)
- [Erreurs d'apprêtage de la livraison](#)
- [Exactitude des inventaires](#)
- [Niveau de service des fournisseurs](#)
- [Nombre de commandes par bon de pharmacie](#)
- [Nombre de commandes par ordonnance](#)
- [Précision des documents](#)
- [Respect de la règle FIFO](#)
- [Rotation des stocks](#)
- [Stock en valeur par catégorie](#)
- [Stock en valeur par famille](#)
- [Taux d'utilisation des ressources humaines](#)
- [Taux de service en références](#)
- [Temps de cycle du cash au cash](#)
 - [Délai moyen de l'encaissement du financement](#)
 - [Flux du stock](#)
 - [Nombre de jours des comptes créditeurs](#)

Figure 3.62. Aperçu de la performance actuelle dans le TBL-PP.



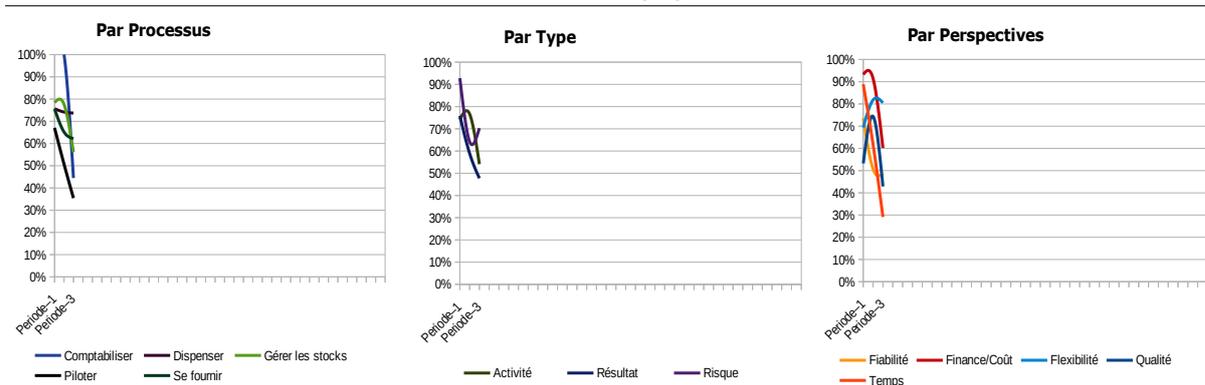
ÉVOLUTION DE LA PERFORMANCE
Analyse de la performance globale

Aperçu



Analyse de la performance par dimensions

Aperçu



Détails

Filter

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	Data			
				Sum - Idéal	Sum - Période-1	Sum - Période-2	Sum - Période-3
Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash	11.11%	11.11%	11.11%	4.94%
		Finance/Coût Sum		11.11%	11.11%	11.11%	4.94%
		Activité Sum		11.11%	11.11%	11.11%	4.94%
Comptabiliser Sum				11.11%	11.11%	11.11%	4.94%
Dispenser	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison	3.38%	3.38%	1.57%	0.84%
		Fiabilité Sum		3.38%	3.38%	1.57%	0.84%
		Finance/Coût	Consommations par employé	3.71%	2.25%	2.65%	3.05%
		Finance/Coût Sum		3.71%	2.25%	2.65%	3.05%
		Flexibilité	Nombre de commandes par bon de pharmacie	1.83%	1.07%	0.46%	1.37%
		Flexibilité Sum		1.83%	1.07%	0.46%	1.37%
	Activité Sum		10.25%	7.44%	5.87%	6.18%	
	Résultat	Fiabilité	Précision des documents	4.62%	4.62%	4.43%	4.59%
		Fiabilité Sum		4.62%	4.62%	4.43%	4.59%
		Flexibilité	Croissance du volume par service de santé	3.55%	1.87%	3.36%	2.81%
Flexibilité Sum		3.55%	1.87%	3.36%	2.81%		
Résultat Sum		8.17%	6.49%	7.79%	7.40%		
Dispenser Sum				18.42%	13.94%	13.66%	13.58%
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par catégorie	2.17%	1.66%	1.98%	2.17%
		Finance/Coût Sum		2.17%	1.66%	1.98%	2.17%
		Finance/Coût	Stock en valeur par famille	1.61%	1.61%	1.61%	1.45%
		Finance/Coût Sum		3.78%	3.28%	3.60%	3.62%
		Qualité	Encours	4.35%	0.35%	2.43%	2.27%
	Qualité Sum		4.35%	0.35%	2.43%	2.27%	
	Temps	Débit des produits du stock	1.80%	1.42%	1.14%	0.49%	
	Temps Sum		3.09%	2.93%	1.87%	0.94%	
Activité Sum		13.02%	7.97%	9.04%	7.31%		
Résultat	Finance/Coût	Exactitude des inventaires	10.38%	10.38%	9.14%	5.81%	
	Finance/Coût Sum		10.38%	10.38%	9.14%	5.81%	
	Résultat Sum		10.38%	10.38%	9.14%	5.81%	
Gérer les stocks Sum				23.40%	18.35%	18.17%	13.13%
Piloter	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines	5.27%	4.62%	4.79%	4.55%
		Flexibilité Sum		5.27%	4.62%	4.79%	4.55%
		Qualité	Respect de la règle FIFO	9.03%	6.78%	7.53%	3.47%
		Qualité Sum		9.03%	6.78%	7.53%	3.47%
	Activité Sum		14.31%	11.40%	12.32%	8.02%	
	Résultat	Fiabilité	Taux de service en références	11.41%	5.85%	0.74%	1.09%
Fiabilité Sum		11.41%	5.85%	0.74%	1.09%		
Résultat Sum		11.41%	5.85%	0.74%	1.09%		
Piloter Sum				25.71%	17.25%	13.06%	9.12%
Se fournir	Activité	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le	6.65%	3.70%	5.75%	3.17%
		Fiabilité Sum		6.65%	3.70%	5.75%	3.17%
		Fiabilité	Capacité d'éviter les litiges	3.20%	1.78%	0.79%	2.03%
	Fiabilité Sum		9.85%	5.47%	6.54%	5.20%	
	Activité Sum		9.85%	5.47%	6.54%	5.20%	
Risque	Fiabilité	Niveau de service des fournisseurs	11.51%	10.68%	7.39%	8.09%	
	Fiabilité Sum		11.51%	10.68%	7.39%	8.09%	
Risque Sum		11.51%	10.68%	7.39%	8.09%		
Se fournir Sum				21.36%	16.15%	13.93%	13.29%
Total Result				100.00%	76.79%	69.93%	54.05%

Figure 3.63. Aperçu de l'évolution de la performance dans le TBL-PP.

Moyennant les détails de la table pilote, on pourrait remarquer que la performance globale du maillon baisse autour de 11 % par période. Ceci revient essentiellement à la diminution accentuée des résultats liés au processus de pilotage. On peut entrevoir par une inspection générale des données que cela provient de la qualité de service du maillon qui se dégrade, et qui affecte gravement sa fiabilité. De là, il est possible de conclure que le taux de service constitue pour la pharmacie principale un point faible qu'il faudra surveiller de manière particulière, et remédier à sa défaillance par des actions régulatrices.

Il va sans dire que l'interprétation des données présentée ci-devant n'est pas exhaustive. Elle représente qu'une seule possibilité parmi tant d'autres qui pourraient être réalisées par l'utilisateur du TBL. Les explications de ce dernier seraient certainement en fonction de son vécu de la situation reflétée par les métriques, et de son expérience antérieure.

4.3.5.2. Aspect du tableau de bord des services de santé

Le tableau de bord logistique des services de santé (TBL-SS) ne diffère guère du tableau de bord logistique de la pharmacie principale. L'unique différence qui existe entre les deux se rapporte au nombre de métriques et à la structure de l'outil.

4.3.5.2.1. Les métriques du TBL-SS

Le TBL-SS contient 7 feuilles de métrique présentées par ce qui suit.

4.3.5.2.1.A. Nombre de commandes

Il s'agit par cette métrique de déterminer la quantité de commandes provenant des unités de soins, sachant que dans chaque service de santé il existe une petite pharmacie qui délivre aux équipes de garde les articles pharmaceutiques qui ne requièrent pas une ordonnance. L'indicateur concerne les commandes reçues par la pharmacie du service de santé. Il permet ce faisant d'évaluer la charge de travail liée à l'activité de dispensation (cf. fig. 3.64 et fig. 3.65).

		Spécification	
		Caractéristiques	Valeur
CLASSIFICATION	Code Métrique	SS_DPS_ATV_FXB_M1	
	Description	L'indicateur permet d'évaluer la charge de travail de la livraison des produits pharmaceutiques aux équipes de garde.	
	Maillon	SS	
	Processus	Dispenser	
	Code Processus	DPS	
	Type indicateur	Activité	
	Code Type	ATV	
	Perspective	Flexibilité	
	Code Perspective	FXB	
	Horizon temporel	Opérationnel	
	Mode de calcul	Nb. de commandes reçues par mois	
	Unité de mesure	Unité	
	Direction l'amélioration	Min	
Périodicité de calcul	Mois		
CALCUL	Poids local	100.00%	
	Poids global	13.29%	
	Donnée—1	Nb. de commandes reçues par mois	
	Donnée—2	---	
DONNÉES	Source donnée—1	Registre des unités	
	Source donnée—2	---	
	Hiérarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
RELATIONS	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	Stock total	
	Indicateur—2 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	Influence nég. (-)	
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	---	

		Paramétrage	
		Paramètres	Valeur
SEUILS	Objectif	10	
	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	10	100.00%
	Peu satisfait	13	70.00%
	Indifférent/Indéterminé	15	50.00%
	Peu insatisfait	17	30.00%
Insatisfait	20	0.00%	
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	0	
	Valeur Maximale plausible	20	

Figure 3.64. Spécification de la métrique Nombre de commandes.

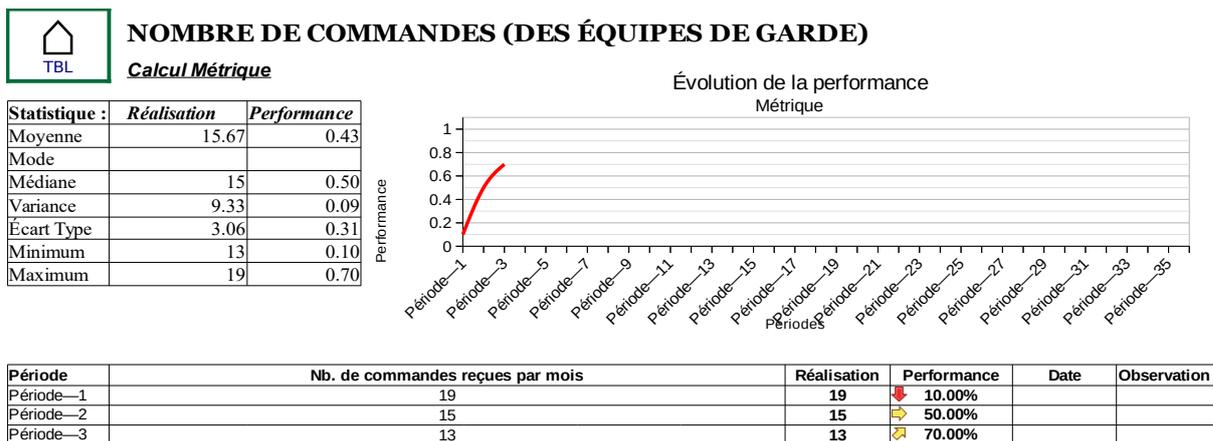


Figure 3.65. Calcul de la métrique Nombre de commandes.

4.3.5.2.1.B. Pourcentage de lits occupés

La consommation des produits pharmaceutiques dans un établissement de santé dépend de la durée de séjour du patient, ce qui veut dire que le malade hospitalisé occupant un lit dans un service de soins utilise inéluctablement ces produits, même si aucun traitement n'a été prescrit. L'obtention du taux d'occupation des lits sur une période permet d'une part de savoir le niveau d'activité de cette période, et d'autre part de prévoir celle de la prochaine en supposant que ce taux reste inchangé (cf. fig. 3.66 et fig. 3.67).

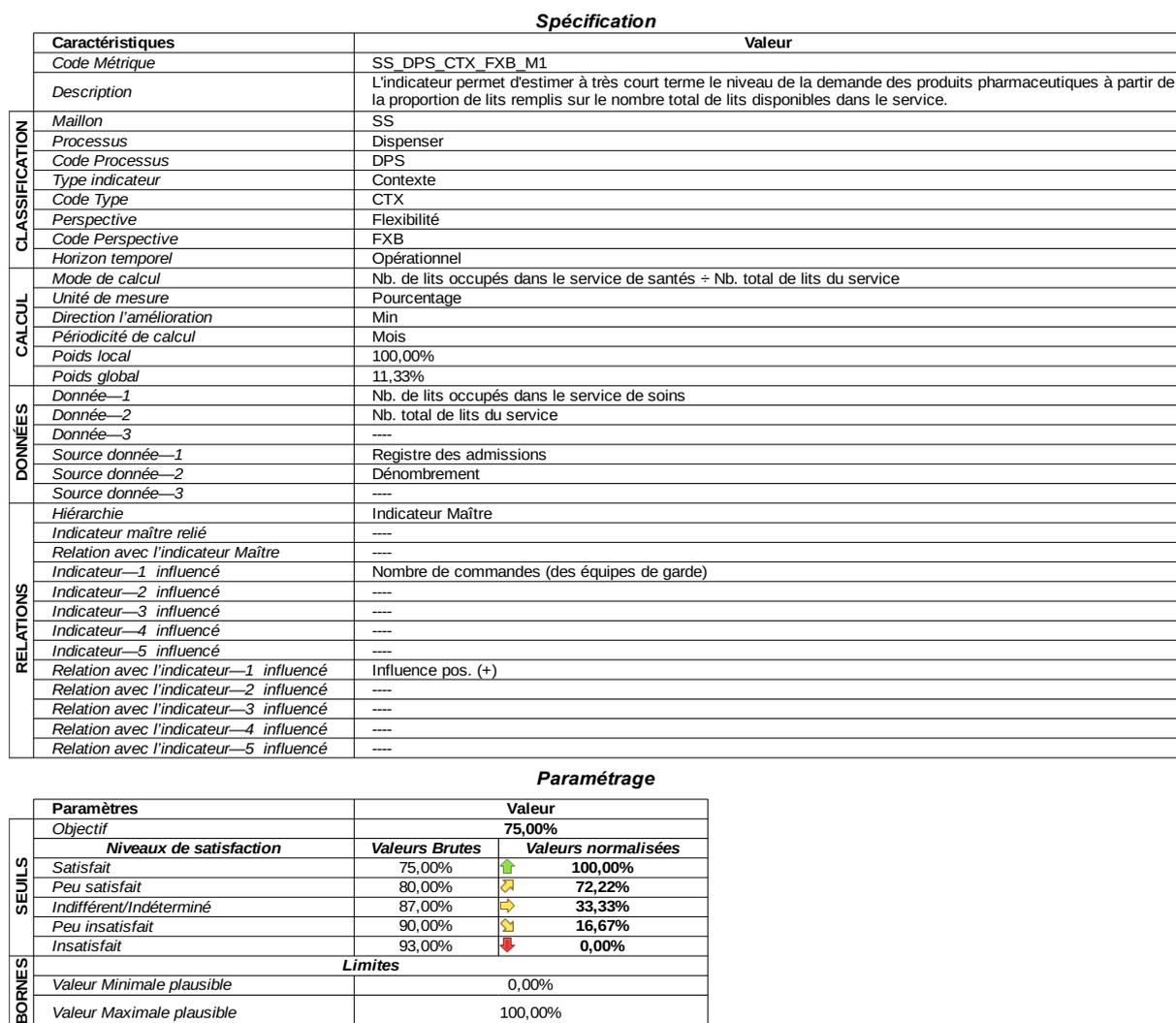
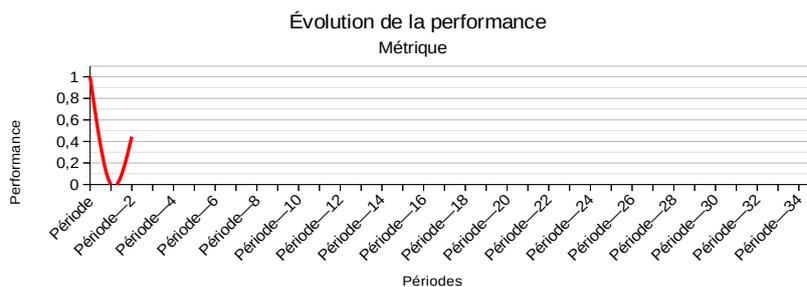


Figure 3.66. Spécification de la métrique Pourcentage de lits occupés.


POURCENTAGE DE LITS OCCUPÉS
Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne	0,87	0,48
Mode		
Médiane	0,85	0,44
Variance	0,02	0,25
Écart Type	0,13	0,50
Minimum	75,00%	0,00
Maximum	100,00%	1,00



Période	Nb. de lits occupés dans le service de soins	Nb. total de lits du service	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période—1	15	20	75,00%	100,00%		
Période—2	20	20	100,00%	0,00%		
Période—3	17	20	85,00%	44,44%		

Figure 3.67. Calcul de la métrique Pourcentage de lits occupés.

4.3.5.2.1.C. Coût par patient

La question du coût engendré par les établissements publics de santé est un sujet délicat, car ces organisations ne sont pas tenues de réaliser une performance économique. Or, ceci n'empêche pas de diminuer les coûts en réduisant les gaspillages, et en améliorant la productivité et l'efficacité globalement. Par ailleurs, toutes les mesures d'optimisation qui peuvent être engagées se reflètent nécessairement sur le coût du patient. Ainsi, en rapport avec cette évaluation, la métrique qui se présente dans le TBL-SS se limite à mettre en exergue la part des dépenses pharmaceutiques dans le coût moyen des soins de santé (cf. fig. 3.68). L'indicateur permet par cette estimation de cerner l'efficacité de la gestion du flux pharmaceutique (cf. fig. 3.69).

		Spécification	Valeur
CLASSIFICATION	Caractéristiques	SS_PLT_RSL_FNC_M1	
	Code Métrique	SS_PLT_RSL_FNC_M1	
	Description	L'indicateur mesure le coût moyen de consommation des produits pharmaceutiques par les patients. L'indicateur a pour intérêt de connaître combien coûte un patient en matière de dépenses pharmaceutiques.	
	Maillon	SS	
	Processus	Piloter	
	Code Processus	PLT	
	Type indicateur	Résultat	
	Code Type	RSL	
	Perspective	Finance/Coût	
	Code Perspective	FNC	
CALCUL	Horizon temporel	Opérationnel	
	Mode de calcul	Montant des dépenses pharmaceutiques ÷ Nb. de patients dans le service	
	Unité de mesure	Unité monétaire	
	Direction l'amélioration	Min	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	64,38%	
	Poids global	19,05%	
DONNÉES	Donnée—1	Montant des dépenses pharmaceutiques	
	Donnée—2	Nb. de patients dans le service	
	Donnée—3	---	
	Source donnée—1	Sous-indicateur : Coût des produits dispensés	
Source donnée—2	Registres de soins, Admissions du service		
Source donnée—3	---		
RELATIONS	Hiérarchie	Indicateur Maître	
	Indicateur maître relié	---	
	Relation avec l'indicateur Maître	---	
	Indicateur—1 influencé	---	
	Indicateur—2 influencé	---	
	Indicateur—3 influencé	---	
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	---	
Relation avec l'indicateur—2 influencé	---		
Relation avec l'indicateur—3 influencé	---		

Paramétrage

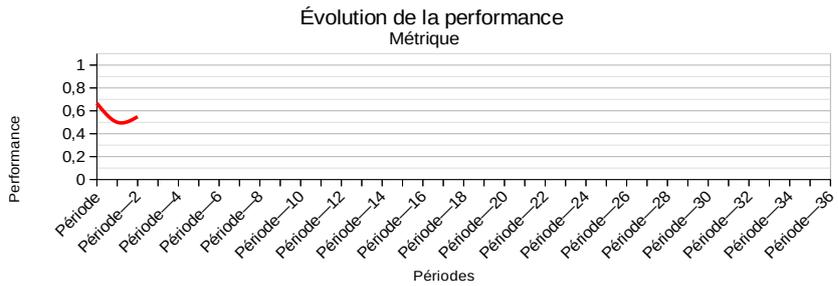
Paramètres		Valeur	
SEUILS	Objectif	DA1,500.00	
	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	DA1 500,00	100,00%
	Peu satisfait	DA1 750,00	83,33%
	Indifférent/Indéterminé	DA2 000,00	66,67%
	Peu insatisfait	DA2 500,00	33,33%
Insatisfait	DA3 000,00	0,00%	
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	DA0,00	
	Valeur Maximale plausible	DA5 000,00	

Figure 3.68. Spécification de la métrique Coût par patient.



COÛT PAR PATIENT
Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne	2142,16	0,57
Mode		
Médiane	2176,47	0,55
Variance	16508,07	0,01
Écart Type	128,48	0,09
Minimum	2000,00	0,50
Maximum	2250,00	0,67



Période	Montant des dépenses pharmaceutiques	Nb. de patients dans le service	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période—1	DA30,000.00	15	DA2,000.00	66,67%		
Période—2	DA45,000.00	20	DA2,250.00	50,00%		
Période—3	DA37,000.00	17	DA2,176.47	54,90%		

Figure 3.69. Calcul de la métrique Coût par patient.

4.3.5.2.1.D. Coût des produits dispensés

Si la métrique « Coût par patient » décrite précédemment permet de connaître combien revient la prise en charge d'un patient par rapport aux dépenses pharmaceutiques, la métrique exposée ici évalue l'importance du montant global des produits pharmaceutiques administrés en incluant leurs charges de gestion (cf. fig. 3.70).

		Spécification	Valeur
CLASSIFICATION	Caractéristiques	SS_PLT_RSL_FNC_M2	
	Code Métrique	L'indicateur évalue le coût des produits pharmaceutiques incluant les charges issues de la gestion des produits au niveau du service de santé.	
	Description	L'indicateur évalue le coût des produits pharmaceutiques incluant les charges issues de la gestion des produits au niveau du service de santé.	
	Maillon	SS	
	Processus	Piloter	
	Code Processus	PLT	
	Type indicateur	Résultat	
	Code Type	RSL	
	Perspective	Finance/Coût	
	Code Perspective	FNC	
CALCUL	Horizon temporel	Opérationnel	
	Mode de calcul	Achats + Stock début de période en valeur - Stock fin de période en valeur + Coût de gestion du stock (Coût du stockage + Coût de la commande)	
	Unité de mesure	Unité monétaire	
	Direction l'amélioration	Min	
	Périodicité de calcul	Mois	
	Poids local	35,62%	
	Poids global	----	
DONNÉES	Donnée—1	Achats	
	Donnée—2	Stock début de période en valeur	
	Donnée—3	Stock fin de période en valeur	
	Donnée—4	Taux du coût de possession	
	Donnée—5	Coût unitaire de passation	
	Donnée—6	Nombre de commande de réapprovisionnement	
RELATIONS	Source donnée—1	Bon de livraison ; Main courante	
	Source donnée—2	Fiche de stock , Main courante	
	Source donnée—3	Report du Stock début de période en valeur	
	Source donnée—4	Comptabilité	
	Source donnée—5	Comptabilité	
	Source donnée—6	Fiche de stock, Dénombrement des Bon de livraison ,	
	Hierarchie	Maître & Sous-Indicateur	
	Indicateur maître relié	Coût par patient	
	Relation avec l'indicateur Maître	Influence pos. (+)	
	Indicateur—1 influencé	----	
Indicateur—2 influencé	----		
Relation avec l'indicateur—1 influencé	----		
Relation avec l'indicateur—2 influencé	----		

Paramétrage

		Paramètres	Valeur
SEUILS	Objectif	DA2,284,000.00	
	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	DA2,500,000.00	90,54%
	Peu satisfait	DA2,800,000.00	77,41%
	Indifférent/Indéterminé	DA3,300,000.00	55,52%
	Peu insatisfait	DA3,800,000.00	33,63%
	Insatisfait	DA4,568,000.00	0,00%
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	DA0.00	
	Valeur Maximale plausible	DA10,000,000.00	

Figure 3.70. Spécification de la métrique Coût des produits dispensés.

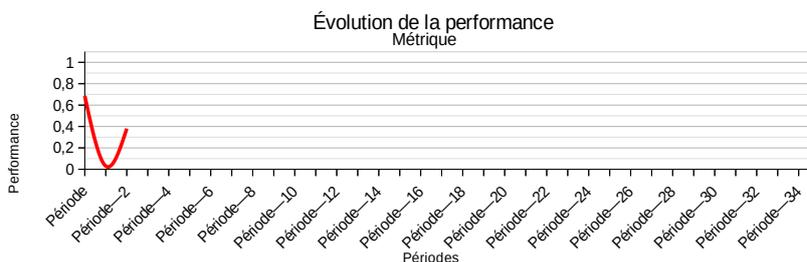
Précisons que pour calculer cet indicateur il est nécessaire d'estimer le coût du stockage (coût de gestion du stock). Ce dernier est une information générée coutumièrement par les services économiques (comptabilité analytique)¹, car il n'incombe pas aux services de santé de la constituer. Or, à défaut d'avoir cette donnée, nous proposons de calculer le coût du stockage selon un ratio général de 30 %, et ce, à partir de la valeur des produits consommés. Ce ratio est dégagé des études faites dans la logistique (Vermorel 2013). En revanche, le coût de la commande ne peut pas être estimé de cette manière. Il est spécifique à chaque établissement et doit être fixé par les services économiques. Notons d'ailleurs que dans l'exemple de la figure 3.71 il est supposé à 50 DA, sans estimation préalable. Le coût du stock devrait également comprendre le coût de pénurie, mais celui-ci n'a pas vraiment un sens utile dans ce cas. Enfin, concernant la donnée « Achats » celle-ci est strictement sous-entendue comme la valeur du réapprovisionnement venant directement de la pharmacie principale.



COÛT DES PRODUITS DISPENSÉS

Calcul Métrique

Statistique :	Réalisation	Performance
Moyenne	3 733 333,33	0,37
Mode		
Variance	563 333 334 167	0,11
Écart Type	750 555,35	0,33
Minimum	3 000 000,00	0,03
Maximum	4 500 000,00	0,69



Période	Achats	Stock début de période en valeur	Stock fin de période en valeur	Taux du coût du stockage	Coût unitaire de la commande	Nombre de commande de réapprovisionnement	Réalisation	Performance	Date	Observation
Période—1	DA3,307,230.77	DA2,000,000	DA3,000,000	30,00%	DA50.00	12	DA3,000,000.00	68,65%		
Période—2	DA4,960,961.54	DA3,000,000	DA4,500,000	30,00%	DA50.00	15	DA4,500,000.00	2,98%		
Période—3	DA3,145,769.23	DA4,500,000	DA4,800,000	30,00%	DA50.00	10	DA3,700,000.00	38,00%		

Figure 3.71. Calcul de la métrique Coût des produits dispensés.

4.3.5.2.1.E. Productivité du stock

La productivité du stock est un indicateur subtil dans la mesure où il rattache au stock la notion de rendement, ce qui n'est pas usuel dans le domaine (cf. fig. 3.72). La finalité recherchée derrière cette métrique se rapporte à l'idée de rendre le stock des produits pharmaceutiques profitable à un nombre maximal de patients. Ceci devrait avoir comme conséquence la réduction des gaspillages, d'un côté, et la réalisation d'économies non négligeables de l'autre.

L'opérationnalisation de cette métrique requiert de définir, au préalable, un standard ou une norme de consommation pour chaque produit pharmaceutique (une quantité du produit pour un nombre de patients). Une performance par rapport à cette norme devrait être calculée. Puis, la valeur globale de cette mesure est obtenue par la moyenne des performances des articles pharmaceutiques. Notons qu'il n'est pas obligatoire d'inclure tous les produits gérés. Il peut être préférable de calculer la productivité du stock exclusivement pour les produits dont on connaît approximativement leur consommation moyenne par rapport un certain nombre de patients. La procédure de calcul décrite est détaillée dans l'Annexe J.2.1. Ce support établit un état sur la productivité des différents stocks, et produit une valeur agrégée qui devrait être directement retranscrite sur le bloc de calcul de la métrique (cf. fig. 3.73).

Toutefois, il est important de préciser qu'il y a une limite à cet indicateur, il ne peut pas être significatif pour le médicament, puisque la consommation de ce dernier dépend avant tout de l'état du malade.

¹ Selon l'organisation des EPH, les services économiques correspondent : au bureau de la contractualisation et du calcul des coûts, qui est un département de la sous-direction des services de santé ; au bureau du budget et de la comptabilité, qui est un département de la sous-direction des finances et des moyens.

Spécification	
Caractéristiques	Valeur
Code Métrique	SS_GLS_ATV_FNC_M1
Description	L'indicateur a pour objet de mesurer le degré de contribution du stock à la variation du nombre de malades bénéficiaire des produits pharmaceutiques. L'indicateur évalue par cela le rendement du stock.
Maillon	SS
Processus	Gérer les stocks
Code Processus	GLS
Type indicateur	Activité
Code Type	ATV
Perspective	Finance/Coût
Code Perspective	FNC
Horizon temporel	Opérationnel
Mode de calcul	Nb. de malades bénéficiaires ÷ Quantité de produits consommés
Unité de mesure	Pourcentage
Direction l'amélioration	Max
Périodicité de calcul	Mois
Poids local	100,00%
Poids global	6,40%
Donnée—1	Moyenne évaluation productivité
Donnée—2	Nb. de malades bénéficiaires
Donnée—3	Quantité de produits consommés
Source donnée—1	Le tableau de bord reprend cette donnée qui est obtenue par un calcul préalable réalisé dans un état proposé en annexe (État de la productivité du stock). Cet état utilise la donnée—2 et la donnée—3.
Source donnée—2	Registres de soins
Source donnée—3	Fiche de stock , Main courante
Hierarchie	Indicateur Maître
Indicateur maître relié	---
Relation avec l'indicateur Maître	---
Indicateur—1 influencé	---
Indicateur—2 influencé	---
Indicateur—3 influencé	---
Relation avec l'indicateur—1 influencé	---
Relation avec l'indicateur—2 influencé	---
Relation avec l'indicateur—3 influencé	---

Paramétrage			
Paramètres		Valeur	
Objectif		95,00%	
SEUILS	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	95,00%	100,00%
	Peu satisfait	80,00%	84,21%
	Indifférent/Indéterminé	75,00%	78,95%
	Peu insatisfait	60,00%	63,16%
	Insatisfait	45,00%	47,37%
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible	0,00%	
	Valeur Maximale plausible	100,00%	

Figure 3.72. Spécification de la métrique Productivité du stock.

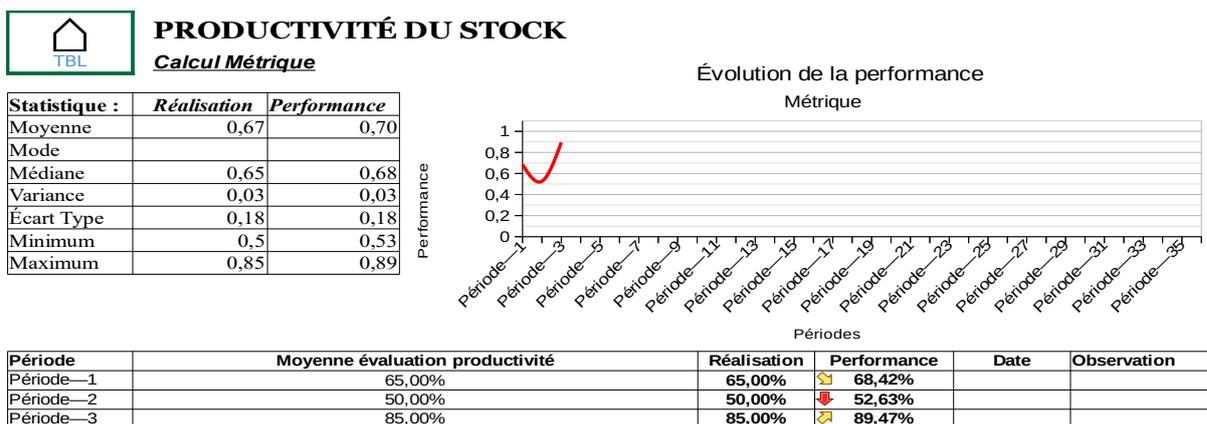


Figure 3.73. Calcul de la métrique Productivité du stock.

4.3.5.2.1.F. Stock total

La constitution d'une quantité idéale dans le stock pour affronter la demande est quelque chose de central dans la gestion des stocks. La métrique présentée ici permet de calculer le niveau d'atteinte de cet idéal dans les services de santé (cf. fig. 3.74). Cependant, étant donné que l'indicateur tient compte uniquement des quantités dans l'évaluation du stock (élimination de l'effet du prix), la composition d'une unité de mesure uniforme pour représenter tous les articles s'est révélée indispensable. Dans ce cadre, nous avons proposé dans l'Annexe J.2.3

une approche qui consiste dans un premier temps de définir pour chaque produit un niveau de stock idéal dans sa propre unité de gestion, puis dans un deuxième temps de calculer un pourcentage d'écart du niveau du stock actuel par rapport à cet idéal. La situation globale de tous les stocks est par la suite évaluée selon une moyenne des pourcentages d'écart de tous les produits gérés. La direction de l'amélioration affichée dans la spécification de l'indicateur devrait être similaire à celle de l'Annexe J.2.3, c'est-à-dire vers la minimisation, car il s'agit du calcul d'un écart. Néanmoins pour ne pas prêter confusion avec le nom de la métrique nous avons inversé la direction de l'amélioration dans l'Annexe J.2.3. Ainsi les valeurs de la métrique sont censées s'amplifier pour refléter un progrès dans la performance (cf. fig. 3.75).

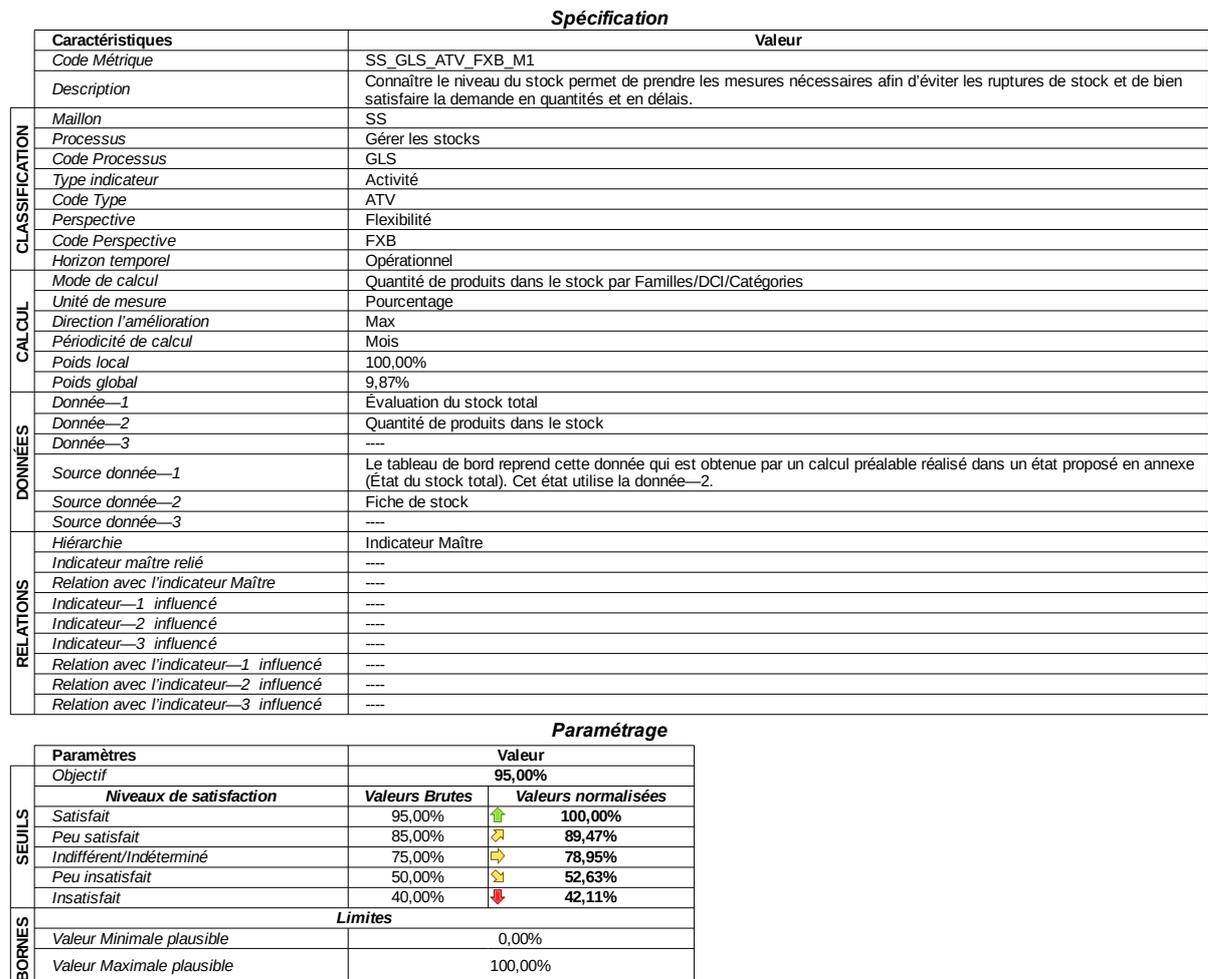


Figure 3.74. Spécification de la métrique Stock total.

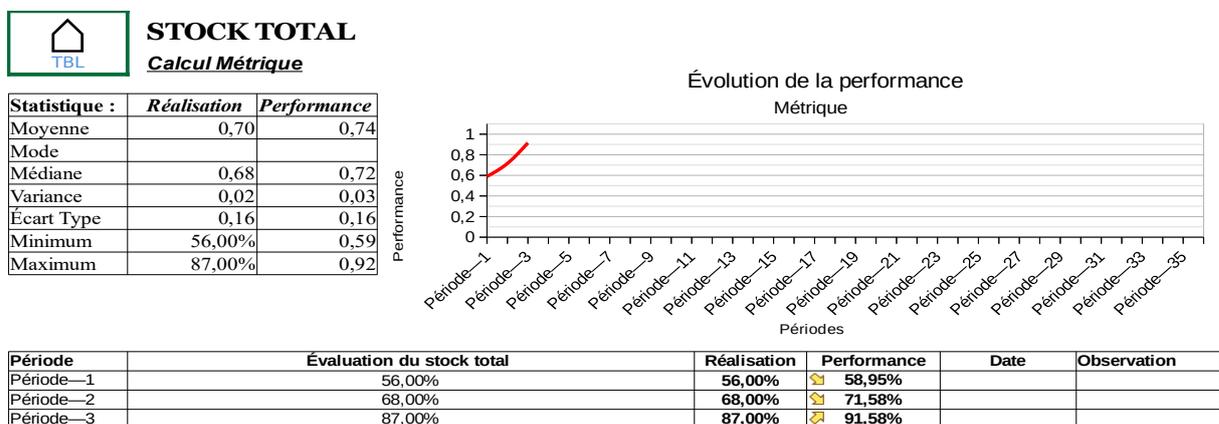


Figure 3.75. Calcul de la métrique Stock total.

4.3.5.2.1.G. Date de péremption

La gestion des stocks dans la chaîne logistique des établissements de santé fait face à deux obligations concomitantes : celle de constituer une réserve suffisante pour satisfaire la consommation, et celle de ne pas constituer un stock élevé pour éviter la péremption des produits. Ces deux contraintes mettent le gestionnaire devant un dilemme. Il est amené à chercher un équilibre entre un niveau de service satisfaisant, et une bonne prévention contre le gaspillage des produits. Cet équilibre reste toujours fragile, car les aléas de l'approvisionnement ne permettent pas de le soutenir en permanence. La métrique qui est présentée dans cette partie (cf. fig. 3.76) apporte au gestionnaire un aperçu global sur la situation du stock en rapport à la péremption. Elle pourra l'aider à établir l'équilibre susmentionné.

		Spécification
		Valeur
CLASSIFICATION	Caractéristiques	
	Code Métrique	SS_GLS_ITR_QLT_M1
	Description	L'indicateur permet de savoir la durée de vie restante d'un produit et de prendre les mesures nécessaires pour que le produit soit écoulé avant sa date de fin de vie, aussi, pour s'assurer qu'aucun service n'utilise accidentellement ce produit après sa péremption, et enfin, pour remplacer ce produit dans le stock afin d'assurer sa disponibilité.
	Maillon	SS
	Processus	Gérer les stocks
	Code Processus	GLS
	Type indicateur	Intrant
	Code Type	ITR
	Perspective	Qualité
	Code Perspective	QLT
CALCUL	Horizon temporel	Opérationnel
	Mode de calcul	Date de péremption - Date de vérification
	Unité de mesure	Pourcentage
	Direction l'amélioration	Max
	Périodicité de calcul	Mois
	Poids local	100,00%
	Poids global	29,52%
DONNÉES	Donnée—1	Péremption du stock total
	Donnée—2	Date de péremption
	Donnée—3	---
	Source donnée—1	Le tableau de bord reprend cette donnée qui est obtenue par un calcul préalable réalisé dans un état proposé en annexe (Etat des péremptions du stock). Cet état utilise la donnée—2.
	Source donnée—2	Fiche de stock ; Bon de livraison ; Produit
RELATIONS	Source donnée—3	---
	Hierarchie	Indicateur Maître
	Indicateur maître relié	---
	Relation avec l'indicateur Maître	---
	Indicateur—1 influencé	Stock mort
	Indicateur—2 influencé	---
	Indicateur—3 influencé	---
	Indicateur—4 influencé	---
	Indicateur—5 influencé	---
	Relation avec l'indicateur—1 influencé	Influence nég. (-)
	Relation avec l'indicateur—2 influencé	---
	Relation avec l'indicateur—3 influencé	---
	Relation avec l'indicateur—4 influencé	---
Relation avec l'indicateur—5 influencé	---	

Paramétrage

		Valeur	
		90,00%	
SEUILS	Paramètres		
	Objectif		
	Niveaux de satisfaction	Valeurs Brutes	Valeurs normalisées
	Satisfait	90,00%	100,00%
	Peu satisfait	85,00%	94,44%
	Indifférent/Indéterminé	75,00%	83,33%
	Peu insatisfait	50,00%	55,56%
Insatisfait	40,00%	44,44%	
BORNES	Limites		
	Valeur Minimale plausible		0,00%
	Valeur Maximale plausible		100,00%

Figure 3.76. Spécification de la métrique Date de péremption.

L'indicateur est supporté par l'Annexe J.2.2 qui fournit un état de péremption de tous les stocks en fonction de deux paramètres : le nombre de jours d'effectivité souhaité pour chaque article géré, et le nombre de jours restant avant l'expiration du produit. Une évaluation intégrale du stock est obtenue selon une moyenne géométrique des taux d'écart entre les deux paramètres cités, et concernant tous les produits. Cette évaluation est reportée dans le compartiment de calcul de la métrique, pour déterminer une performance globale (cf. fig. 3.77).

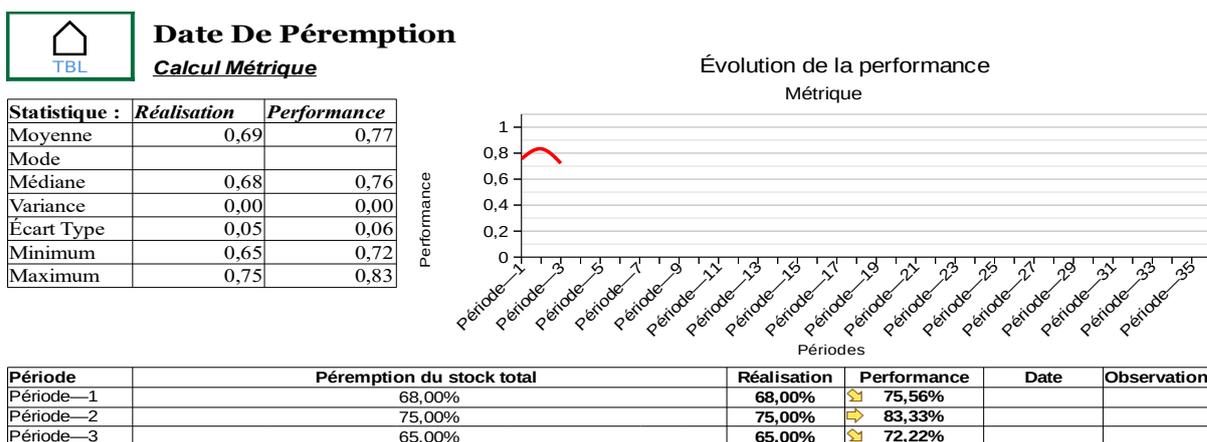


Figure 3.77. Calcul de la métrique Date de péréption.

4.3.5.2.2. Les synthèses du TBL-SS

La récapitulation de la valeur des métriques rattachées aux services de santé est établie par le tableau présenté dans la figure 3.78. Celui-ci affiche des valeurs absolues de la performance, alors que le tableau de la figure 3.79 montre des valeurs relatives, en fonction de l'importance de chaque métrique dans la structure globale du TBL consacré au maillon.

SYNOPTIQUE PERFORMANCE

Structure TBL					Performance		
Maillon	Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	Période—1	Période—2	Période—3
SS	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes (des équipes de garde)	10,00%	50,00%	70,00%
SS	Dispenser	Contexte	Flexibilité	Pourcentage de lits occupés	100,00%	0,00%	44,44%
SS	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock	68,42%	52,63%	89,47%
SS	Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Stock total	58,95%	71,58%	91,58%
SS	Gérer les stocks	Intrant	Qualité	Date de péréption	75,56%	83,33%	72,22%
SS	Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par patient	66,67%	50,00%	54,90%
SS	Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût des produits dispensés	68,65%	2,98%	38,00%

Figure 3.78. Aperçu du tableau synoptique de la performance dans le TBL-SS.

PERFORMANCE PONDÉRÉE

Structure TBL					Période—1	Période—2	Période—3
Maillon	Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique			
SS	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes (des équipes de garde)	1,33%	6,64%	9,30%
SS	Dispenser	Contexte	Flexibilité	Pourcentage de lits occupés	11,33%	0,00%	5,03%
SS	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock	4,38%	3,37%	5,72%
SS	Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Stock total	5,82%	7,07%	9,04%
SS	Gérer les stocks	Intrant	Qualité	Date de péréption	22,31%	24,60%	21,32%
SS	Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par patient	12,70%	9,53%	10,46%
SS	Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût des produits dispensés	7,24%	0,31%	4,01%

Figure 3.79. Aperçu du tableau de la performance pondérée du TBL-SS.

4.3.5.2.3. La performance actuelle dans le TBL-SS

La performance actuelle exhibée par le tableau de bord des services de santé (cf. fig. 3.80) correspond à la dernière période calculée. Pour le cas d'exemple initié, il s'agit de la période 3 qui s'est accompagnée d'une performance globale de 64,9 %.

Le TBL-SS affiche une très bonne contribution du processus de gestion des stocks, et une contribution moyenne des autres processus. Les indicateurs d'activité et d'intrant exposent pour leur part une performance convenable, mais ceux des résultats sont modestes. La métrique de contexte manifeste, quant à elle, une circonstance pas très favorable. Néanmoins, la situation s'est répercutée avantagement sur la qualité, la flexibilité, et un peu moins sur

la perspective finance/coût. L'observation des détails dans la table pilote, pour investiguer les raisons de la faible performance des processus, nous révèle que pour le processus de pilotage, le résultat sous l'aspect de finance/coût a provoqué un effet adverse sur sa performance, en raison des coûts élevés des produits dispensés. Concernant le processus de dispensation, le contexte de la période indiquant un pourcentage de lit occupé important a relativement mal affecté la flexibilité.

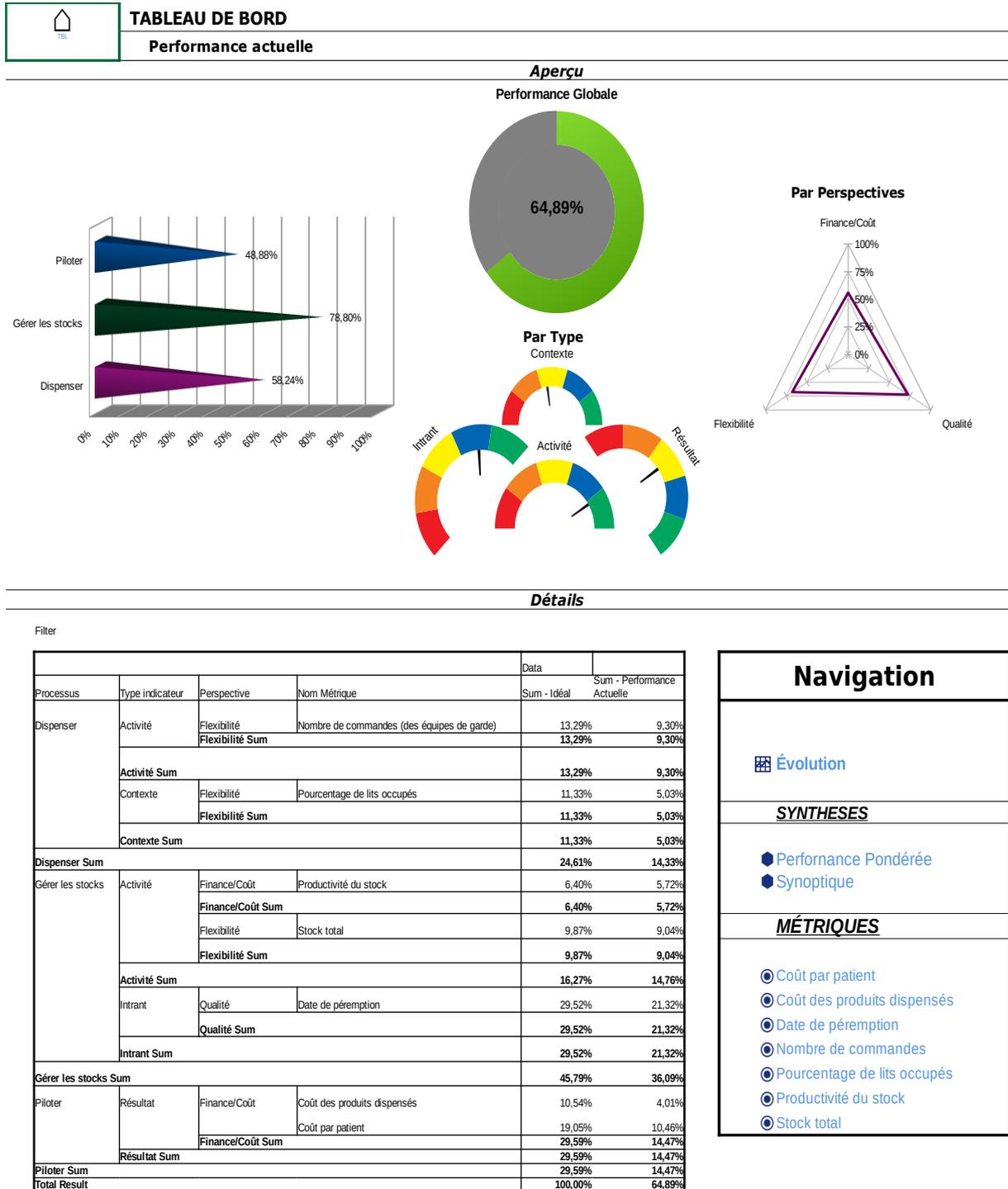


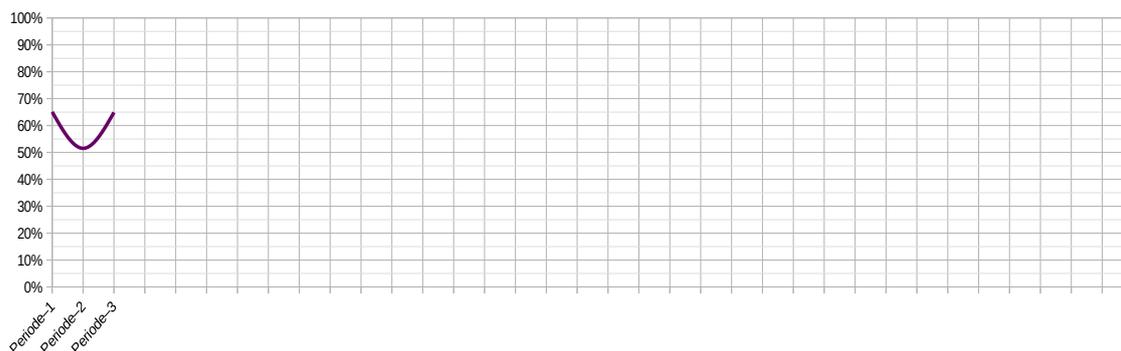
Figure 3.80. Aperçu de la performance actuelle dans le TBL-SS.

4.3.5.2.4. L'évolution de la performance dans le TBL-SS

Suivant le même procédé d'analyse effectué avec le maillon PP, le maillon SS montre dans son cas d'exemple (cf. fig. 3.81) une oscillation de la performance globale marquée par la deuxième période.

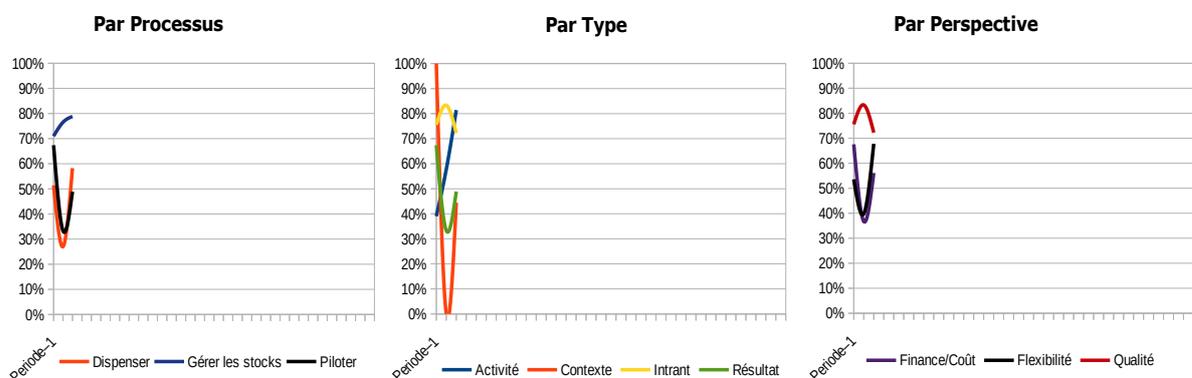
ÉVOLUTION DE LA PERFORMANCE
Analyse de la performance globale

Aperçu



Analyse de la performance par dimensions

Aperçu



Détails

Filter

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	Data			
				Sum - Idéal	Sum - Période-1	Sum - Période-2	Sum - Période-3
Dispenser	Flexibilité	Flexibilité Sum	Nombre de commandes (des équipes de garde)	13,29%	1,33%	6,64%	9,30%
				13,29%	1,33%	6,64%	9,30%
	Contexte	Flexibilité Sum	Pourcentage de lits occupés	11,33%	11,33%	0,00%	5,03%
				11,33%	11,33%	0,00%	5,03%
	Contexte Sum				11,33%	11,33%	0,00%	5,03%
Dispenser Sum				24,61%	12,66%	6,64%	14,33%
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock	6,40%	4,38%	3,37%	5,72%
				6,40%	4,38%	3,37%	5,72%
		Flexibilité	Stock total	9,87%	5,82%	7,07%	9,04%
				9,87%	5,82%	7,07%	9,04%
	Activité Sum				16,27%	10,20%	10,43%	14,76%
Intrant	Qualité	Qualité Sum	Date de péremption	29,52%	22,31%	24,60%	21,32%
				29,52%	22,31%	24,60%	21,32%
Intrant Sum				29,52%	22,31%	24,60%	21,32%
Gérer les stocks Sum				45,79%	32,50%	35,04%	36,09%
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût des produits dispensés	10,54%	7,24%	0,31%	4,01%
				19,05%	12,70%	9,53%	10,46%
	Finance/Coût Sum				29,59%	19,94%	9,84%	14,47%
Résultat Sum				29,59%	19,94%	9,84%	14,47%
Piloter Sum				29,59%	19,94%	9,84%	14,47%
Total Result				100,00%	65,10%	51,52%	64,89%

Figure 3.81. Aperçu de l'évolution de la performance dans le TBL-SS.

Toutefois, dans l'ensemble les scores sont restés alentour du même niveau. L'analyse par processus révèle que la gestion des stocks s'améliore progressivement en concourant de façon prépondérante et positive à la formation de la performance globale. Il apparaît également que les autres processus (pilotage et dispensation) sont les activités qui affectent négativement la performance globale. Ils présentent une petite instabilité accusée par un pic au cours de la deuxième période.

En regardant la courbe d'analyse par type d'indicateur, on pourrait remarquer une inflexion prononcée du contexte dans la deuxième période, ce qui laisse supposer qu'il a été la

principale cause du déclin des autres performances. L'évolution par perspective révèle d'un autre côté que la qualité n'a pas été très affectée par les variations ; elle est restée dans des niveaux satisfaisants. Par contre, la flexibilité et la perspective finance/coût ont été suffisamment mal affectées. Sur le même plan d'observation, et en effectuant une comparaison dans le tableau des détails entre la métrique « Pourcentage de lits occupés » et la métrique « Coût des produits dispensés », on pourrait présupposer l'existence d'une corrélation. Si elle s'affirmait, on pourrait l'expliquer par le fait que l'augmentation du taux d'occupation des lits provoque un accroissement des produits dispensés.

4.3.5.3. Aspect du tableau de bord logistique de l'établissement hospitalier

Le tableau de bord logistique de l'établissement hospitalier a été conçu pour être exploité par plusieurs utilisateurs éventuels. Il peut être destiné en ce sens au directeur de l'EPH, au directeur des services de santé, aux inspecteurs de la direction de santé publique de la wilaya, au chef de service de la pharmacie de l'hôpital, et dans le cas échéant d'une réorganisation, au directeur logistique de l'hôpital. Il est adapté ainsi à tous ces rôles organisationnels, puisqu'il regroupe selon l'architecture du système de mesure de la performance (cf. fig. 3.7, p. 425) les scores des deux maillons : PP et SS. Ceci dit, le maillon SS représente un ensemble de services de santé et non pas une seule entité, contrairement à ce qui a été présenté dans le cas d'exemple. Dès lors, une consolidation des performances des services de santé s'avère nécessaire. Cette consolidation est réalisée au moment de composer les feuilles de synthèse du TBL-EH.

4.3.5.3.1. Les synthèses du TBL-EH

La feuille synoptique du TBL-EH dans les opérations de synthèses représente un assemblage des feuilles synoptiques des maillons. Or le tableau synoptique du maillon SS devrait exposer des données agrégées de plusieurs services de santé. L'agrégation est réalisée par une moyenne géométrique, et en supposant que tous les services de santé ont une importance égale (pas de pondération). Mentionnons entre parenthèses que la figure 3.82 ne présente pas de consolidation, car nous avons développé notre cas d'exemple avec un seul service de santé.

SYNOPTIQUE PERFORMANCE					Performance		
Structure TBL					Période-1	Période-2	Période-3
Maillon	Processus	Type Indicateur	Perspective	Nom Métrique			
PP	Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash	100,00%	100,00%	44,46%
PP	Dispenser	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison	100,00%	46,43%	25,00%
PP	Dispenser	Activité	Finance/Coût	Consumations par employé	60,61%	71,43%	82,39%
PP	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par bon de pharmacie	58,33%	25,00%	75,00%
PP	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par ordonnance	56,36%	90,00%	68,18%
PP	Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision des documents	100,00%	95,92%	99,31%
PP	Dispenser	Résultat	Flexibilité	Croissance du volume par service de soins	52,78%	94,44%	79,17%
PP	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par catégorie	76,67%	91,33%	100,00%
PP	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par famille	100,00%	100,00%	90,13%
PP	Gérer les stocks	Activité	Qualité	Encours	7,97%	55,80%	52,17%
PP	Gérer les stocks	Activité	Temps	Débit des produits du stock	78,82%	63,53%	27,06%
PP	Gérer les stocks	Activité	Temps	Rotation des stocks	94,70%	60,61%	30,30%
PP	Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Exactitude des inventaires	100,00%	88,00%	56,00%
PP	Piloter	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines	87,72%	90,91%	86,41%
PP	Piloter	Activité	Qualité	Respect de la règle FIFO	75,00%	83,33%	38,39%
PP	Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de service en références	51,25%	6,48%	9,58%
PP	Se fournir	Activité	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	55,56%	86,42%	47,62%
PP	Se fournir	Activité	Fiabilité	Capacité d'éviter les litiges	55,56%	24,69%	63,49%
PP	Se fournir	Risque	Fiabilité	Niveau de service des fournisseurs	92,78%	64,19%	70,29%
SS	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes (des équipes de garde)	10,00%	50,00%	70,00%
SS	Dispenser	Contexte	Flexibilité	Pourcentage de lits occupés	100,00%	0,00%	44,44%
SS	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock	68,42%	52,63%	89,47%
SS	Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Stock total	58,95%	71,58%	91,58%
SS	Gérer les stocks	Intrant	Qualité	Date de péremption	75,56%	83,33%	72,22%
SS	Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par patient	66,67%	50,00%	54,90%
SS	Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total des produits dispensés	68,65%	2,98%	38,00%

Figure 3.82. Aperçu du tableau synoptique dans le TBL-EH.

Au même titre que les performances pondérées présentées dans les maillons précédents, celles du TBL-EH (cf. fig. 3.83) s'en remettent aux poids relatifs des métriques. Ces importances

ont été développées par rapport à la structure globale du tableau de bord qui est tributaire du niveau propre du maillon EH dans l'architecture du système de mesure de la performance (cf. sect. 4.2.2.1.3).



PERFORMANCE PONDÉRÉE

Structure TBL						Période-1	Période-2	Période-3
Maillon	Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique				
PP	Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash		5,56%	5,56%	2,47%
PP	Dispenser	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison		1,94%	0,90%	0,49%
PP	Dispenser	Activité	Finance/Coût	Consommations par employé		1,29%	1,52%	1,76%
PP	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par bon de pharmacie		1,30%	0,56%	1,67%
PP	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par ordonnance		0,92%	1,47%	1,11%
PP	Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision des documents		2,70%	2,59%	2,68%
PP	Dispenser	Résultat	Flexibilité	Croissance du volume par service de soins		1,10%	1,96%	1,64%
PP	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par catégorie		1,19%	1,41%	1,55%
PP	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par famille		1,15%	1,15%	1,04%
PP	Gérer les stocks	Activité	Qualité	Encours		0,21%	1,47%	1,37%
PP	Gérer les stocks	Activité	Temps	Débit des produits du stock		0,86%	0,69%	0,29%
PP	Gérer les stocks	Activité	Temps	Rotation des stocks		1,77%	1,14%	0,57%
PP	Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Exactitude des inventaires		7,67%	6,75%	4,30%
PP	Piloter	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines		2,49%	2,58%	2,45%
PP	Piloter	Activité	Qualité	Respect de la règle FIFO		3,64%	4,05%	1,87%
PP	Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de service en références		5,12%	0,65%	0,96%
PP	Se fournir	Activité	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur		1,85%	2,87%	1,58%
PP	Se fournir	Activité	Fiabilité	Capacité d'éviter les litiges		0,89%	0,39%	1,01%
PP	Se fournir	Risque	Fiabilité	Niveau de service des fournisseurs		5,34%	3,69%	4,04%
SS	Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes (des équipes de garde)		0,39%	1,93%	2,70%
SS	Dispenser	Contexte	Flexibilité	Pourcentage de lits occupés		4,95%	0,00%	2,20%
SS	Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock		1,84%	1,42%	2,41%
SS	Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Stock total		2,82%	3,42%	4,38%
SS	Gérer les stocks	Intrant	Qualité	Date de péremption		8,43%	9,29%	8,05%
SS	Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par patient		4,28%	3,21%	3,53%
SS	Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total des produits dispensés		2,44%	0,11%	1,35%

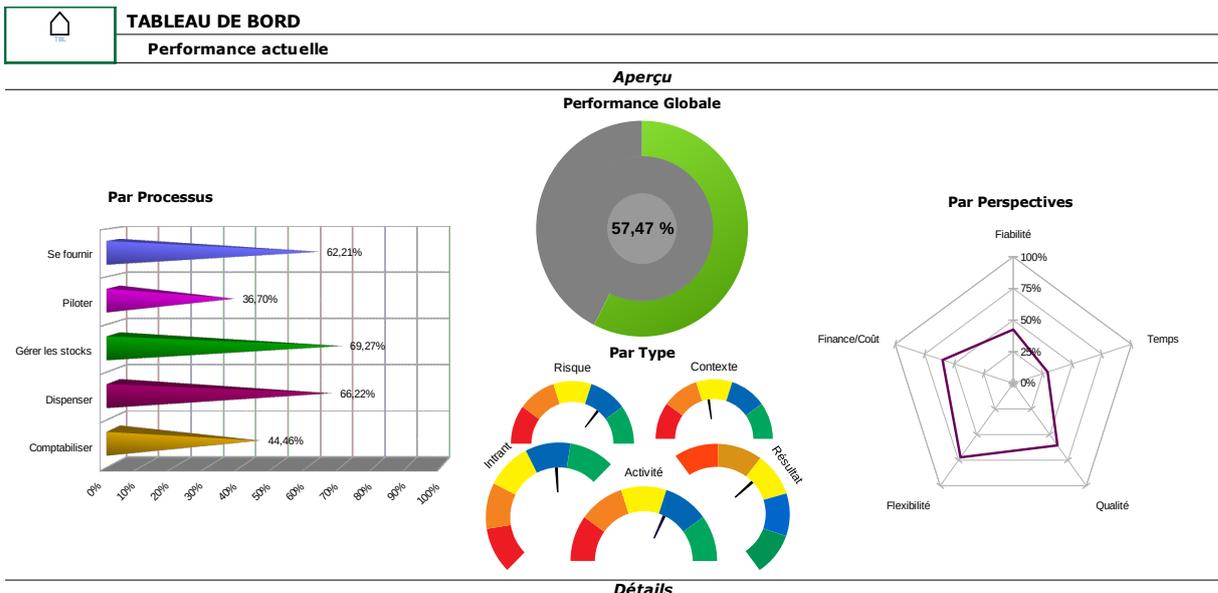
Figure 3.83. Aperçu du tableau de la performance pondérée dans le TBL-EH.

4.3.5.3.2. La performance actuelle dans le TBL-EH

Avant d'aborder l'étude du cas d'exemple, il nous a paru important d'indiquer que l'analyse développée dans cette partie a été facilitée avec la table pilote (cf. fig. 3.84). La manipulation des colonnes du tableau selon un axe d'analyse (en mettant cet axe en première colonne sur la gauche) nous a permis de mener une investigation complète et minutieuse.

La performance globale exhibée par le TBL-EH laisse paraître une situation moyenne. Elle serait positivement provoquée avec des amplitudes convenables par trois processus : se fournir, gérer les stocks, et dispenser. Par contre, le processus de pilotage et le processus de comptabilisation affaiblissent la performance globale de manière assez importante. En outre, la lecture des jauges montre un état satisfaisant en matière de risque, d'intrant, et d'activité. Toutefois, le contexte et les résultats ne semblent pas être assez favorables. Par ailleurs, les processus ont eu des effets appréciables par la flexibilité, et ont montré une performance acceptable par les perspectives finance/coût et qualité. En revanche, la fiabilité et le temps ont manifesté une incidence inverse.

En se concentrant sur les données de détails relatives au processus du pilotage, on peut constater que les métriques de résultat ont présenté des scores médiocres induits par une fiabilité presque nulle. L'activité du processus, qui a été dans l'ensemble acceptable, n'a pas été appréciable avec la qualité. Cette dernière reste grandement à améliorer. Un examen plus approfondi de la perspective du temps nous révèle que l'activité du processus de gestion des stocks, dans le maillon PP, a été altérée en raison d'un mauvais écoulement du flux pharmaceutique. L'observation des indicateurs et du maillon liés à cette constatation laisse penser que PP est une structure relativement problématique, et ce, vu la qualité de service qu'elle affiche. Par ailleurs, si l'on se focalisait sur la métrique du contexte pour investiguer sa faible valeur, la première remarque qu'on pourrait faire c'est que celle-ci se rapporte au maillon SS, puis on verrait que la flexibilité du processus de dispensation a été réduite en raison d'une très grande utilisation de la capacité d'hospitalisation du service de santé.



Perspective	Type indicateur	Processus	Nom Métrique	Maillon	Data	
					Sum - Idéal	Sum - Performance Actuelle
Fiabilité	Activité	Dispenser	Erreurs d'apprêtage de la livraison	PP	1,94 %	0,49 %
		Dispenser Sum			1,94 %	0,49 %
		Se fournir	Accomplissement parfait de la commande par le	PP	3,33 %	1,58 %
			Capacité d'éviter les litiges	PP	1,60 %	1,01 %
		Se fournir Sum			4,92 %	2,60 %
		Activité Sum			6,87 %	3,08 %
	Résultat	Dispenser	Précision des documents	PP	2,70 %	2,68 %
		Dispenser Sum			2,70 %	2,68 %
		Piloter	Taux de service en références	PP	9,98 %	0,96 %
		Piloter Sum			9,98 %	0,96 %
	Résultat Sum			12,68 %	3,64 %	
	Risque	Se fournir	Niveau de service des fournisseurs	PP	5,75 %	4,04 %
Se fournir Sum				5,75 %	4,04 %	
Risque Sum			5,75 %	4,04 %		
Fiabilité Sum				25,30 %	10,76 %	
Finance/Coût	Activité	Comptabiliser	Temps de cycle du cash au cash	PP	5,56 %	2,47 %
		Comptabiliser Sum			5,56 %	2,47 %
		Dispenser	Consommations par employé	PP	2,13 %	1,76 %
		Dispenser Sum			2,13 %	1,76 %
		Gérer les stocks	Productivité du stock	SS	2,70 %	2,41 %
			Stock en valeur par catégorie	PP	1,55 %	1,55 %
		Stock en valeur par famille	PP	1,15 %	1,04 %	
	Gérer les stocks Sum			5,39 %	4,99 %	
	Activité Sum			13,08 %	9,22 %	
	Résultat	Gérer les stocks	Exactitude des inventaires	PP	7,67 %	4,30 %
		Gérer les stocks Sum			7,67 %	4,30 %
		Piloter	Coût par patient	SS	6,43 %	3,53 %
	Coût total des produits dispensés	SS	3,56 %	1,35 %		
Piloter Sum			9,98 %	4,88 %		
Résultat Sum			17,66 %	9,18 %		
Finance/Coût Sum			30,73 %	18,40 %		
Flexibilité	Activité	Dispenser	Nombre de commandes (des équipes de garde)	SS	3,86 %	2,70 %
			Nombre de commandes par bon de pharmacie	PP	2,23 %	1,67 %
		Dispenser Sum			6,09 %	4,37 %
		Gérer les stocks	Nombre de commandes par ordonnance	PP	1,63 %	1,11 %
		Gérer les stocks Sum			4,78 %	4,38 %
		Piloter	Taux d'utilisation des ressources humaines	PP	2,83 %	2,45 %
	Piloter Sum			2,83 %	2,45 %	
	Activité Sum			15,53 %	12,31 %	
	Contexte	Dispenser	Pourcentage de lits occupés	SS	4,95 %	2,20 %
		Dispenser Sum			4,95 %	2,20 %
	Contexte Sum			4,95 %	2,20 %	
	Résultat	Dispenser	Croissance du volume par service de soins	PP	2,07 %	1,64 %
Dispenser Sum				2,07 %	1,64 %	
Résultat Sum			2,07 %	1,64 %		
Flexibilité Sum			22,36 %	16,16 %		
Qualité	Activité	Gérer les stocks	Encours	PP	2,83 %	1,37 %
		Gérer les stocks Sum			2,83 %	1,37 %
		Piloter	Respect de la règle FIFO	PP	4,86 %	1,87 %
	Piloter Sum			4,86 %	1,87 %	
	Activité Sum			7,49 %	3,24 %	
	Intrant	Gérer les stocks	Date de péremption	SS	11,15 %	8,05 %
Gérer les stocks Sum				11,15 %	8,05 %	
Intrant Sum			11,15 %	8,05 %		
Qualité Sum			18,64 %	11,29 %		
Temps	Activité	Gérer les stocks	Débit des produits du stock	PP	1,09 %	0,29 %
			Rotation des stocks	PP	1,87 %	0,57 %
	Gérer les stocks Sum			2,96 %	0,86 %	
Activité Sum			2,96 %	0,86 %		
Temps Sum			2,96 %	0,86 %		
Total Result				100,00 %	57,47 %	

Navigation

ANALYSE

📊 Évolution de la performance

SYNTHESES

● Performance Pondérée
● Synoptique

SYNTHESE MAILLON

📊 Synoptique-PP
📊 Synoptique-SS

Figure 3.84. Aperçu de la performance actuelle dans le TBL-EH.

4.3.5.3.3. L'évolution de la performance dans le TBL-EH

L'étude de la performance à partir d'analyses dynamiques nous permet de détecter les anomalies persistantes. L'évolution de la performance, d'après le cas d'exemple, indique une

baisse globale sur les deux dernières périodes (cf. fig. 3.85). Cette baisse est provoquée par la plupart des processus, et de façon un peu plus prononcée par le processus de pilotage.

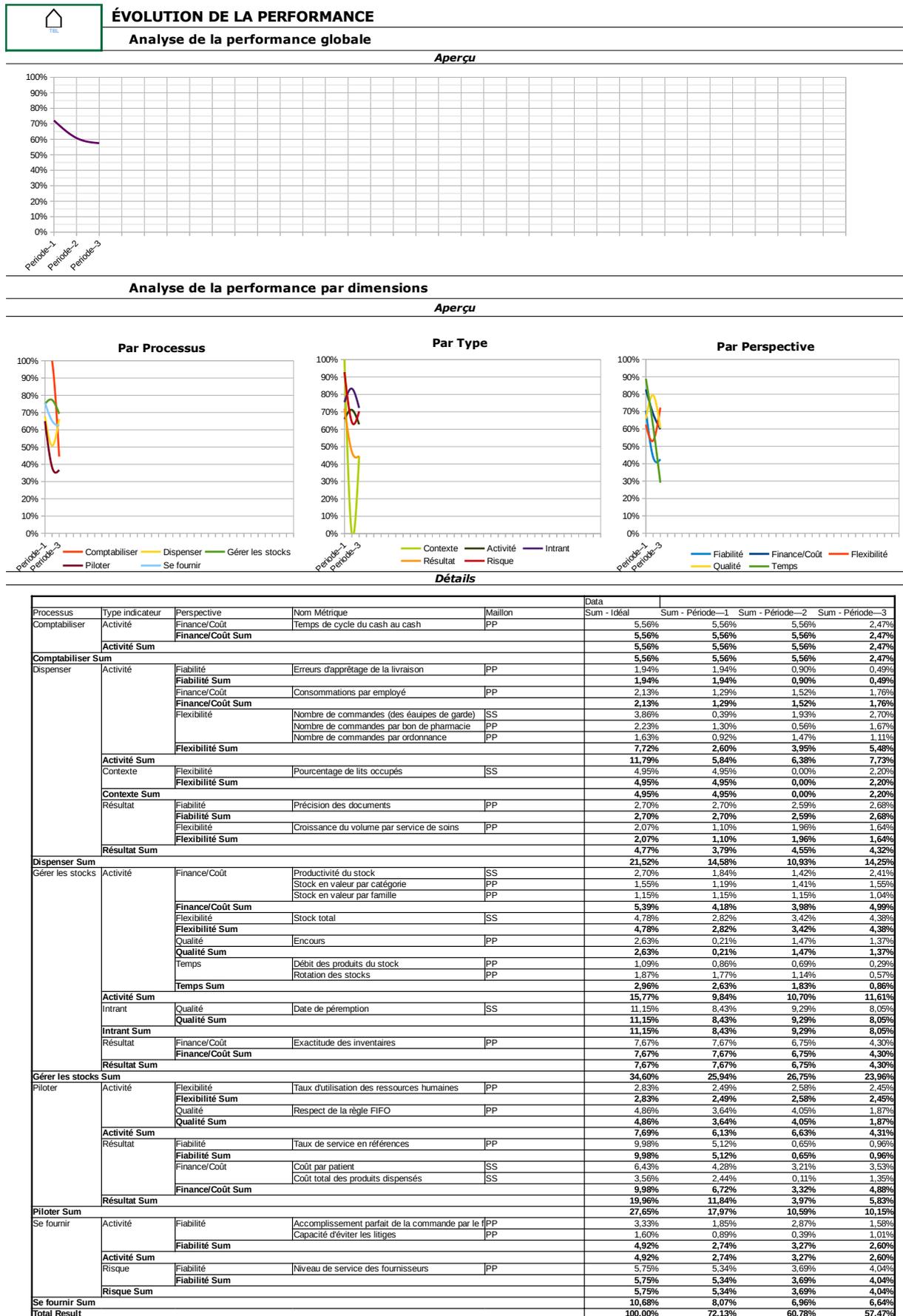


Figure 3.85. Aperçu de l'évolution de la performance dans le TBL-EH.

En regardant le reste des graphiques, la tendance baissière de la performance est également constatable sur la majorité des types d'indicateurs et des perspectives. En outre, l'examen approfondi du processus de pilotage à partir des détails révèle deux points reliés. Le premier indique une sous-performance du processus qui provient des indicateurs de résultat des deux maillons (PP et SS). Le deuxième point se rapporte au fait que les scores médiocres de ces indicateurs ont trait d'un côté à la fiabilité du maillon PP, et de l'autre à l'aspect finance/coût du maillon SS. Le premier fait manifeste le déclin de la capacité à fournir les articles demandés, et le deuxième dénote l'accroissement des produits dispensés. Ces constatations devraient engendrer des dispositions de remédiation urgentes, car si cette situation perdure, elles laissent présager l'arrivée d'un dysfonctionnement qui se répercutera forcément sur la qualité de prise en charge du patient.

Conclusions

À l'issue de ce chapitre, nous avons proposé un cadre théorique et générique pour la modélisation des processus logistiques inhérents à la circulation du flux pharmaceutique dans le secteur de la santé. Ce cadre a été conçu avec l'intention de standardiser les processus du flux pharmaceutique en tenant compte de la réalité des pratiques exercées. Bien que la circulaire n° 007/SP/MIN/MSPRH/05 du 22/11/2005 fournit certaines règles et procédures pour la tenue de ce flux, elle reste néanmoins non adaptée et déphasée en regard de l'évolution du terrain et de ses contraintes.

En outre, la méthodologie que nous avons conceptuellement conçue au départ n'avait pas prévu les obstacles du terrain et certaines de ses spécificités. Il a fallu l'adapter au fur et à mesure que ses difficultés se sont manifestées, et ce, en restant fidèle à ses grandes lignes, et en résolvant les problèmes avec des solutions ancrées sur des fondements théoriques louables. La tenue de cette méthodologie avait produit en dépit des écueils plusieurs résultats :

i) Sur le cadre des processus et la cartographie

Le cadre générique qui a été proposé pour soutenir la cartographie des processus pourrait tenir lieu de guide pour auditer et comparer les activités de plusieurs entités intervenantes dans le secteur de la santé. Ce cadre pourrait aussi servir de canevas contribuant à établir des améliorations dans la circulaire citée auparavant, et prendre en considération les lacunes qui ont été observées. Il est possible en ce sens de détailler de façon plus précise les activités, les tâches, ainsi que les responsabilités de chacun des acteurs intervenants sur le flux pharmaceutique. Ce cadre pourrait également être utilisé comme une plateforme sur laquelle il est possible de bâtir un modèle partial (modèle prototype) de la chaîne logistique du flux pharmaceutique. Le modèle partial deviendrait en cela un standard à partir duquel la réforme du système logistique pourrait être envisagée, en particulier sur les établissements hospitaliers. Le modèle partial servirait, en ce sens, comme un outil d'homogénéisation des activités, qui facilite aussitôt la comparaison des performances.

ii) Sur la typologie conceptuelle

La classification des indicateurs qui a été réalisée s'est avérée, outre le fait qu'elle constituait au départ un moyen de tri et d'homogénéisation des mesures, comme une sorte de catalogue qui permettrait de construire systématiquement la structure du tableau de bord. En effet, vu que les indicateurs étaient répertoriés par attributs, et que ces attributs étaient liés à des processus et à une dimension de la performance, la sélection d'une mesure produisait simultanément la configuration du tableau de bord.

iii) Sur les résultats du 1^{er} questionnaire

La procédure de sélection des indicateurs qui a été menée par le biais d'un questionnaire avait pour objets de déterminer les indicateurs les plus pertinents pour chaque maillon étudié dans l'EPH. Les résultats de ce questionnaire ont permis de soulever 19 métriques pour la

pharmacie principale et 9 métriques pour les services de santé. En dépit de ce nombre relativement important, aucun indicateur ne s'est révélé comme une mesure partagée entre les deux maillons.

iv) Sur les résultats du 2^e questionnaire

Après avoir déterminé les métriques, le deuxième questionnaire a été distribué en vue de pondérer les indicateurs en employant la méthode AHP. Les valeurs relativement faibles qui se sont manifestées ont laissé paraître une certaine difficulté à apporter un jugement. Cela est probablement dû au fait qu'il a été demandé aux participants d'éliciter des connaissances de nature implicites, difficiles à extérioriser. Cela pourrait s'expliquer, pour une catégorie de répondants, par le fait que la gestion du flux pharmaceutique prend la place d'une activité secondaire dans leur fonction.

v) Sur le TBL

La méthodologie engagée s'est réellement soldée par le développement de l'artefact que nous avons projeté d'élaborer. Le tableau de bord logistique conçu s'est finalement accompagné de plusieurs fonctionnalités. La première fonction est celle du pilotage, la seconde concerne la mesure de la performance, la troisième revient à l'évaluation de cette performance, et la quatrième fonction — qui est sous-entendue — se rapporte à la promotion de la notion abstraite d'objectif. Cette dernière fonction qui nous a semblé être à caractère didactique n'a pas été prévue au départ, elle s'est révélée lors de la mise en œuvre de l'outil.

*

*

*

Conclusion générale

Les établissements publics de santé constituent dans la plupart des pays un fardeau financier qui se produit inexorablement en répercussion de la croissance démographique et de la longévité de la population. Cet embarras prend de l'ampleur lorsque la gratuité des soins est instaurée, ou lorsque la politique de l'abondance est pratiquée. La question du coût dans le secteur de la santé demeure sensible à certains égards. Le manque de considération qui lui est portée se justifie parfois par la responsabilité morale de l'état envers ses citoyens. Ceci en contrepartie altère le sens de la performance dans le secteur de la santé, fait apparaître des activités sans valeur ajoutée, et favorise le gaspillage. La logistique hospitalière a joué dans certains pays, notamment ceux qui ont ressenti l'effet budgétaire, un rôle prééminent dans la conciliation entre la réduction des coûts et le maintien de la qualité de prise en charge du patient.

Notre travail de recherche s'est porté avec cet arrière-plan sur le pilotage du produit pharmaceutique dans le milieu hospitalier, et ce, après avoir jeté un regard sur la gestion de la chaîne logistique dans le secteur de la santé. L'étude avait plus précisément pour but de proposer une approche systématique permettant d'élaborer un tableau de bord logistique adapté au contexte du secteur de la santé. La méthodologie développée s'est constituée en tenant compte des sous-problématiques soulevées par le projet de recherche. Ces sous-problématiques ont trouvé leur réponse à travers le déroulement des chapitres. Ainsi, les conclusions qui lui ont été dégagées se résument par les points suivants :

- ◆ Pour la sous-problématique 1 : l'identification des processus logistiques doit d'abord passer par un cadre conceptuel qui décrit les activités organisées dans les établissements de santé. Outre le fait que ce cadre facilite la représentation du système logistique, il permet de standardiser les processus. À l'aide d'une grille constituée essentiellement des sept questions fondamentales (QQOQCCP) pour la collecte des données, il est possible de former une cartographie de la chaîne logistique en employant le langage BPMN 2.0. Cet instrument de modélisation a été estimé comme le plus adapté parmi ceux qui favorisent l'approche par processus ;
- ◆ Pour la sous-problématique 2 : l'analyse des caractéristiques des indicateurs et la mise en exergue de ses principaux attributs en termes de processus, de type, et de perspective de la performance, permettent de réaliser une typologie conceptuelle. Au-delà du fait qu'elle sert à identifier de manière générale les mesures applicables aux processus logistiques, cette typologie tient lieu d'une sorte de vade-mecum facilitant le choix des indicateurs les plus pertinents à une entité, en particulier sous l'absence d'objectifs prédéfinis. La précision de cette sélection pourrait être améliorée suivant une approche visant à constater un accord entre les acteurs du système logistique ;
- ◆ Pour la sous-problématique 3 : la comparaison des performances d'un système logistique peut être traitée comme un problème qui s'inscrit dans le domaine de l'analyse multicritère de prise de décision. Sachant que la classification préalable des indicateurs permet de constituer systématiquement la structure du tableau de bord après la sélection des mesures, l'évaluation de la performance de tout le système logistique par un seul score peut être effectuée par la technique AHP. De cette façon, il est possible de choisir une dimension de cette structure comme un axe d'analyse (processus, type, perspective) pour réaliser une comparaison de la performance. Ainsi, le tableau de bord qui découle de la méthodologie d'élaboration permet d'apprécier la contribution des processus dans la performance globale, en tenant compte leur niveau d'importance dans le système ;

Cette recherche se démarque des études antérieures par le fait qu'elle a organisé les indicateurs sous forme d'un système structuré et hiérarchisé, permettant de synthétiser les différents aspects de la performance en une seule quantification. Tous les dispositifs et techniques conjugués à travers la méthodologie suggérée pourraient être considérés comme

une trousse à outils prédéfinie pour la conception d'un tableau de bord logistique contextualisé à un terrain particulier. Le processus d'élaboration de cet artefact a été détaillé et argumenté dans chacune de ses étapes. De surcroît, l'ensemble des opérations révélées est reproductible, au point de considérer l'approche adoptée comme un modus operandi enseignable. La méthodologie s'est accompagnée d'autant plus par la concrétisation effective du tableau de bord, ce qui marque son adéquation et pragmatisme. L'adéquation et l'enseignabilité confèreraient au travail de recherche mené une certaine validité sous l'angle de l'épistémologie constructiviste.

Du reste, cette étude a révélé que les établissements hospitaliers souffrent d'une immaturité en matière de gestion des flux pharmaceutiques. La situation est aggravée par l'inexistence de formations aux techniques de management des flux physiques, et aux pratiques logistiques. La désuétude de la plate-forme technologique et les échecs qui ont suivi l'implémentation de nouveau progiciel de gestion ont rendu les choses en état d'enlisement.

La participation des personnes clés de la chaîne logistique au cours de la phase de la cartographie des processus a permis de valoriser leur expérience respective en tant qu'acteur d'abord, puis leur a fourni l'occasion de réfléchir de manière critique sur leur rôle, et sur leurs pratiques à l'intérieur du maillon dans lequel elles interviennent. Par ailleurs, la démarche de sélection des indicateurs de performance a nécessité chez elles l'observation du quotidien de leur activité, ce qui les a conduites par la suite à juger le niveau de pertinence de chaque mesure proposée. En cela, cette étude désirait de sensibiliser les acteurs pour que surviennent les changements nécessaires sur le plan organisationnel.

Concernant les limites de l'étude, elles sont sur le plan conceptuel associées au fait que les principales perspectives de la performance ont été traitées comme des catégories indépendantes, alors qu'en réalité des interactions existent entre elles. Sur le plan empirique, l'échantillon des entités qui a servi à l'étude n'est pas représentatif de la population mère. Le mode de sélection des participants est également une limite qui s'ajoute à l'étude. Cette sélection, qui a été opérée de façon volontaire, suggère une certaine prudence vis-à-vis de la représentativité des acteurs. Néanmoins, la généralisation des résultats doit tenir compte de l'aspect exploratoire de l'étude.

En tout état de cause, les résultats doivent être interprétés à la lumière de ces limites, bien que certaines d'entre elles ont été inhérentes aux conditions du déroulement de la recherche : refus de certains établissements à conduire l'étude au sein de leur entité, inacceptation ou réticence de certains sujets à participer ou à collaborer, insuccès de nos requêtes adressées au ministère de la Santé en vue d'obtenir leur approbation pour pénétrer certains établissements.

Au vu des observations, constatations, et analyses faites par cette étude, nous avons formulé, en complément, des recommandations relatives à l'amélioration de la chaîne logistique dans le secteur de la santé sur deux niveaux :

i) Niveau global

Les suggestions de ce niveau adoptent une vision holistique sur la chaîne logistique. Elles concernent particulièrement les dispositions d'intégration que les acteurs principaux devraient mettre en place. Dans ce cadre, il serait avantageux de constituer :

- ◆ Un pilotage du flux pharmaceutique dans le secteur de la santé au niveau ministériel, et d'assurer la coordination entre les maillons du système, et ce, en se basant sur un tableau de bord couvrant tout la chaîne logistique, tel que celui proposé au sommet de l'architecture du système de mesure de la performance (cf. Chap. 3 sect. 4.2) ;
- ◆ Un système de benchmarking mettant en place une analyse comparative entre les établissements hospitaliers sur la base du score calculé par le tableau de bord logistique suggéré. Ce moyen devrait en outre faciliter le classement des infrastructures de santé, et promouvoir les comportements organisationnels appropriés en l'associant à un

- système d'intéressement ;
- ◆ Une standardisation des activités logistiques, en détaillant les opérations de chaque processus. En cela, la cartographie qui a été constituée par notre étude pourrait être utilisée avec cette intention. Elle servirait en ce sens comme un support avec lequel il serait possible d'analyser les pratiques observées et apporter les améliorations requises au système. Ce modèle sera considéré par conséquent comme un modèle *to be* (processus cible), ou comme un modèle partial, tenant lieu de référentiel pour engager des réformes et organiser des audits. Nonobstant, un projet de standardisation ne devrait pas se cantonner à la gestion du produit pharmaceutique, il devrait également s'étaler sur les autres activités logistiques comme le pilotage du parcours du patient, et l'hôtellerie ;
 - ◆ Des moyens contribuant à améliorer la traçabilité des produits pharmaceutiques, particulièrement pour les stupéfiants et les psychotropes, par le biais du système à code à barres, ou encore, par l'implantation des technologies basées sur la RFID, comme le code produit électronique ;
 - ◆ Une réflexion en matière d'intégration des systèmes, puis instaurer des mécanismes de coopération inter-fonctionnels (entre la pharmacie de l'hôpital et les services de santé), et inter-organisationnels (entre les établissements de santé, la PCH, et les laboratoires). Il est possible par exemple d'instaurer un dispositif calqué sur le CRP ou le CPF, lequel pourrait être appuyé par une technologie EAI¹ pour assurer l'interopérabilité, et un EDI pour fluidifier les commandes et gérer les cas urgents de manière rapide et sécurisée. Toutes ces mesures impliquent en d'autres termes qu'un système d'information performant et partagé entre les acteurs clés du secteur de la santé soit mis en place pour bien manager les flux physiques ;
 - ◆ Une étude globale sur la possibilité d'appliquer la sous-traitance et établir un partenariat avec des prestataires de service spécialisés dans la logistique hospitalière (3PL). En effet, la formule des contrats basés sur la performance — ou en un mot la contractualisation — est une alternative intéressante. Elle procure la possibilité au gouvernement de rationaliser ses dépenses en santé, de réduire les gaspillages, et d'avoir une meilleure qualité de service en adoptant une stratégie d'incitation à la performance. D'autre part, elle serait un levier qui permettrait d'améliorer la qualité des soins, car le personnel de santé (le professionnel médical, les auxiliaires médicaux) se concentrerait sur le cœur de leur métier ;

Il est évident que certaines de ces recommandations ne peuvent pas se réaliser sans qu'il n'y ait entre les parties prenantes de la chaîne logistique hospitalière un minimum de coopération préalable. Cependant, une stratégie de chaîne logistique basée sur la collaboration entre les acteurs est confrontée à des barrières qui sont plus importantes sur plan culturel que sur le plan technique (Ebel, Larsen, & Shah, 2013). Cela insinue que les principaux agents devront assurer la transparence et le partage de l'information. Il est vrai toutefois que ces exigences sont plus faciles à identifier qu'à satisfaire. C'est pour cette raison que les autorités devront contribuer à ce que ces acteurs apprennent à collaborer, comme le suggère Roy, Landry, et Beaulieu (2006), plutôt que d'user leur pouvoir de tutelle pour imposer les réformes. Autrement dit, un travail de sensibilisation, de formation, et d'accompagnement accrus et adéquats devrait être accompli avant toute démarche de restructuration et d'optimisation de la chaîne logistique dans le secteur de la santé. Il va sans dire qu'expliquer et démontrer les bénéfices et les retombés positifs d'une telle démarche est un élément facilitateur qui permet d'estomper les résistances aux changements. Il ne faut pas aussi négliger le fait que la

¹ *Enterprise Application Integration* ou intégration d'application d'entreprise est un type de logiciels qui permet d'instaurer une compatibilité entre plusieurs applications informatiques. Autrement dit, l'EAI permet de faire l'échange de données entre des programmes différents, qui n'ont pas été destinés au départ à communiquer entre eux, ou fonctionner ensemble.

collaboration est un moyen qui offre aux partenaires l'occasion d'apprendre mutuellement certaines compétences. Ainsi, la collaboration n'est pas seulement un levier de coordination, mais également un des moteurs de l'apprentissage organisationnel.

ii) Niveau local

Contrairement au niveau précédent, les recommandations de ce niveau sous-entendent les mesures qui devraient être prises pour optimiser la chaîne logistique interne, propre à chaque maillon qui compose le système logistique. Les suggestions se focalisent sur les établissements publics de santé, du seul fait qu'ils ont été étudiés singulièrement dans notre travail de recherche. En cela, il serait intéressant de :

- ◆ Introduire une culture basée sur l'approche par processus, afin de faciliter toute démarche de progrès orientée vers la satisfaction du patient en tant que client prééminent de l'organisation. En somme, toutes réflexions fondées sur une perception transversale de fonctionnement constituent un facteur qui favorise l'adoption du paradigme SCM dans le secteur de la santé ;
- ◆ Constituer des fiches de poste dans lesquelles seront définies les missions, les tâches, et les procédures de travail, ainsi que les objectifs de chaque agent intervenant dans la chaîne logistique. Chaque processus important lui doit être assigné un propriétaire qui sera le premier responsable de sa performance. Cette mesure, qui devrait être cadrée par la standardisation des activités logistiques évoquées préalablement, constitue un élément essentiel pour délimiter les responsabilités et instaurer un contrôle efficace ;
- ◆ Mettre en place un SIH centré sur le dossier électronique du patient en vue d'offrir, en plus d'une gestion efficace du flux des malades, une meilleure traçabilité sur l'utilisation des produits pharmaceutiques. D'autre part, ce système devrait avoir des fonctionnalités qui permettraient d'améliorer les prévisions de consommation, assister le mode de réapprovisionnement des articles pharmaceutiques, établir une base de données partagée entre les services de santé, piloter les processus logistiques et productifs à l'aide de tableaux de bord adaptés ;
- ◆ Faire un choix technologique et instaurer un système automatique (par code-barre), ou semi-automatique, pour la saisie des commandes passées par les services de santé et adressées à la pharmacie de l'hôpital. Ceci permet de réduire le temps de cycle du processus d'approvisionnement, et en même temps les erreurs de saisie. La solution idéale serait d'implanter le CPOE, ou de le coupler au SIH afin de :
 - ▶ laminer les erreurs de prescription,
 - ▶ préserver une traçabilité et une transparence dans la gestion des médicaments,
 - ▶ baisser les coûts de gestions ;
- ◆ Adopter un mode de réapprovisionnement et de livraison, entre la pharmacie principale et les services de santé, semblable à la méthode Kanban. Au mieux, appliquer le *Lean healthcare*, ce qui permettrait de réduire les stocks, le temps de traitement des commandes, et la charge des activités logistiques menées par le personnel soignant ;
- ◆ Moduler la dotation des produits pharmaceutiques, allouée au service de santé, d'après la dynamique de la consommation au lieu de la laisser comme une valeur constante. La pratique traditionnelle qui consiste à établir ce quota par une moyenne fixe n'est pas adaptée, et pour cause la réalité hospitalière révèle des consommations accompagnées de fluctuations saisonnières. Ainsi, la mesure proposée devrait mieux approvisionner les services de santé et éviter simultanément : les ruptures, le surstockage, et les conflits entre les services ;
- ◆ Conférer aux pharmaciens des établissements publics de santé plus d'autorités et en contrepartie plus de responsabilités dans la dispensation des produits pharmaceutiques. Effectivement, une enquête réalisée par ASHP (*American Society of Health-System Pharmacists*) sur 1091 structures de santé révèle que dans 79 % des hôpitaux les pharmaciens participaient activement à l'opération de prescription médicale. Ces

professionnels de la santé apportaient principalement des conseils sur le dosage des médicaments, ainsi que des informations complémentaires pour optimiser la médication (Pedersen, Schneider, & Scheckelhoff, 2005). Dans ce cadre, il faudrait donc développer la pharmacie clinique et l'accompagner d'un texte légal modifiant le statut du pharmacien dans les établissements publics de santé ;

- ◆ Réviser la circulaire N° 007/SP/MIN/MSPRH/05 du 22/11/2005 relative à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé. Cette réglementation devrait être amendée et mise à jour aux évolutions actuelles. En cette matière, il est nécessaire, en premier lieu de :
 - ▶ désigner explicitement le pharmacien comme le responsable de la pharmacie de l'hôpital,
 - ▶ standardiser certains documents (comme les décharges), et clarifier certaines opérations (prévision des consommations, mode de réapprovisionnement, certains points dans le déroulement de la dispensation) en se référant sur les meilleures pratiques de la logistique hospitalière,
 - ▶ réorganiser le processus de gestion des produits pharmaceutiques dans tout l'établissement (éliminer les activités sans valeur ajoutée).

En deuxième lieu, la gestion des articles pharmaceutiques au niveau des services de santé devrait être confiée au pharmacien reconnu comme tel, afin de :

- ▶ réduire les risques provenant des carences cognitives,
 - ▶ instaurer convenablement la pharmacie clinique,
 - ▶ laisser le personnel soignant se focaliser sur sa fonction principale ;
- ◆ Concevoir à l'intérieur des établissements publics de santé un système de livraison moyennant un pipeline : des tubes à propulsion permettant de faire convoier des articles pharmaceutiques vers des emplacements précis de l'hôpital. Si ce système ne peut pas être introduit dans les structures actuelles, il pourrait être envisagé, tout au moins, dans les entités qui sont en construction ou celles qui sont projetées.

Dans l'ensemble, les suggestions présentées impliquent la remise en cause des pratiques actuelles de la chaîne logistique. Elles insistent sur le développement des TIC sous l'effet de l'expérience vécue par cette étude. Ces moyens sont indispensables à l'essor du secteur, et essentiels pour la mise en place d'un pilotage efficace par le biais d'un tableau de bord. Il est nécessaire en outre d'engager des réformes d'ordre général en améliorant les textes juridiques qui sont restés pendant longtemps imprécis sur certaines questions, telles que la classification du produit pharmaceutique, et l'explicitation des personnes habilitées à le manipuler et à le gérer.

Enfin, les perspectives de recherche qui découlent de cette étude sont multiples et variées. Il est possible, par exemple, d'utiliser notre cartographie comme point de départ pour optimiser le système actuel, et suggérer une organisation plus performante, qui serait évaluée par la simulation. Il est également envisageable de chercher pour les indicateurs du tableau de bord des seuils standards qui permettraient d'interpréter uniformément la performance des processus. Pour terminer, la prochaine étape, après avoir effectué l'étude exploratoire, serait, conformément au cycle de la recherche, de tester empiriquement notre tableau de bord, et de constituer un autre point de départ pour ajuster l'outil ou la méthodologie, si les résultats reflètent cette nécessité.

* *

*

Bibliographie

- A22. 2013. « Coûts logistiques ». Web-Logistique. 2013. <http://web-logistique.com/nouvelle-page1.htm>.
- Aagesen, Gustav, et John Krogstie. 2015. « BPMN 2.0 for Modeling Business Processes ». In *Handbook on Business Process Management 1*, édité par Jan vom Brocke et Michael Rosemann, 219-50. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-45100-3_10.
- Adams, Bill. 2011. « SuperDecisions limit matrix calculations ». USA : Decision Lens Inc, 1-8.
- Afshari, Alireza, Majid Mojahed, et Rosnah Mohd Yusuff. 2010. « Simple additive weighting approach to personnel selection problem ». *International Journal of Innovation, Management and Technology* 1 (5) : 511-15.
- Aguilar-Savén, Ruth Sara. 2004. « Business Process Modelling : Review and Framework ». *International Journal of Production Economics* 90 (2) : 129-49. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00102-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00102-6).
- Aiache, J. M, Jean-Michel Cardot, Yahia Cherrah, Pascal Coudert, et Alain Dufour. 2011. UE 6, initiation à la connaissance du médicament. Paris : Elsevier Masson. <http://site.ebrary.com/id/10538404>.
- Aiache, Jean-Marc, Eric Beyssac, Jean-michel Cardot, Valérie Hoffart, et Robert Renoux. 2008. *Initiation à la connaissance du médicament*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- Ainapur, Brijesh, Ritesh Kumar Singh, et P. R. Vittal. 2011. « Strategic Study on Enhancement of Supply Chain Performance. » *International Journal of Business Insights & Transformation* 5 (1) : 98-106.
- Ait Hssain, Addi. 2005. *Optimisation des flux de production : méthodes et outils pour la performance de votre supply chain*. Paris : Dunod.
- Alchian, Armen A, et Harold Demsetz. 1972. « Production, information costs, and economic organization ». *The American economic review* 62 (5) : 777-95.
- Allab, Slimane, Nicolas Swyngedauw, Dominique Talandier, et Philippe Fournier. 2000. *La logistique et les nouvelles technologies de l'information et de la communication*. Economica.
- Alvesson, Mats, et Dan Kärreman. 2004. « Interfaces of control. Technocratic and socio-ideological control in a global management consultancy firm ». *Accounting, Organizations and Society* 29 (3-4) : 423-44. [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(03\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(03)00034-5).
- Amaratunga, Dilanthi, et David Baldry. 2002. « Moving from Performance Measurement to Performance Management ». *Facilities* 20 (5/6) : 217-23. <https://doi.org/10.1108/02632770210426701>.
- Anderson, David L, Frank F Britt, et Donavon J Favre. 2007. « The 7 principles of supply chain management ». *Supply Chain Management Review* 11 (3) : 41-46.
- Antarès. 2004. « Élaborer et conduire un programme de mesure de la performance des activités pharmaceutiques ». Antarès. <http://www.antares.adiph.fr/files/2007/12/the-book-2004.pdf>.
- Anthony, Robert N. 1965. *Planning and Control Systems : A Framework for Analysis*. Boston : Graduate School of Business Administration Harvard University. Cité dans Langfield-Smith, Kim « Management control systems and strategy : A critical review ». (*Accounting, Organizations and Society* 22 (2) : 207-32, 1997, [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(95\)00040-2](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(95)00040-2)).
- APICS Supply Chain Council. 2015. « Quick Reference Guide SCOR Version 11.0 ». APICS. http://www.apics.org/docs/default-source/scc-non-research/apicscc_scor_quick_reference_guide.pdf.
- . 2019. « About APICS Supply Chain Council ». Présentation. APICS. 2019. <http://www.apics.org/about/overview/about-apics-scc>.

- APQC. 2018. « Cross Industry Process Classification Framework Version 7.2.0 ». https://www.apqc.org/knowledge-base/download/426790/PCF_Cross%20Industry_v7.2.0_July_2018.pdf.
- Aramyan, Lusine H., Alfons GJM Oude Lansink, Jack GAJ Van Der Vorst, et Olaf Van Kooten. 2007. « Performance measurement in agri-food supply chains : a case study ». *Supply Chain Management : An International Journal* 12 (4) : 304–315.
- Argyris, Chris, et Donald A Schön. 1978. *Organizational Learning*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co.
- Arnould, Philippe, Jean Renaud, et Association française de normalisation. 2002a. *Capacité, stocks et prévisions : gestion industrielle*. Saint Denis La Plaine, France : AFNOR.
- . 2002b. *Les niveaux de planification : gestion industrielle*. Saint-Denis La Plaine, France : AFNOR.
- Arntzen, Bruce C, Gerald G Brown, Terry P Harrison, et Linda L Trafton. 1995. « Global supply chain management at Digital Equipment Corporation ». *Interfaces* 25 (1) : 69-93.
- Ashby, William Ross. 1956. *An introduction to cybernetics*. New York, : J. Wiley,. <http://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/5851>.
- ASLOG (Association française de la supply chain et de la logistique). 2005. « Le référentiel logistique de l'ASLOG ». ASLOG. <https://tuxdoc.com/download/referentiel-aslog-completpdf.pdf>.
- Augusto, Vincent. 2008. « Modélisation, analyse et pilotage de flux en milieu hospitalier à l'aide d'UML et des réseaux de Petri ». Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.
- Avenier, Marie-josé. 2011. « Les paradigmes épistémologiques constructivistes : post-modernisme ou pragmatisme ? » *Management & Avenir* 3 (43) : 372-91. <https://doi.org/10.3917/mav.043.0372>.
- Axelrod, Robert. 1997. « Advancing the art of simulation in the social sciences ». In *Simulating social phenomena*, 21-40. Springer.
- Azfar, Khan Rai Waqas, Nawar Khan, et Hamza Farooq Gabriel. 2014. « Performance Measurement : A Conceptual Framework for Supply Chain Practices ». *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 10th International Strategic Management Conference 2014, 150 (septembre) : 803-12. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.089>.
- Azoulay, Pierre, et Patrick Dassonville. 1976. *Recherche opérationnelle de gestion*. Paris : Presses universitaires de France.
- Badica, C, A Badica, et V Litoiu. 2003. « Role activity diagrams as finite state processes ». In, 15-22. Ljubljana, Slovenia : IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/ISPDC.2003.1267638>.
- Baglin, Gérard, Olivier Bruel, Alain Garreau, et Michel Greif. 1996. *Management industriel et logistique*. Paris : Economica.
- . 2001. *Management industriel et logistique*. Paris : Economica.
- Bailey, Kenneth D. 1994. *Typologies and taxonomies : an introduction to classification techniques*. Quantitative applications in the social sciences 07-102. Thousand Oaks, Calif : Sage Publications.
- Balci, Osman, et Virginia Tech. 1998. « CHAPTER 10 Verification, Validation and Testing ». In *Handbook of Simulation*, 335-93. Jhon Wiley & Sons.
- Balfaqih, Hasan, Zulkifli Mohd. Nopiah, Nizaroyani Saibani, et Malak T. Al-Nory. 2016. « Review of Supply Chain Performance Measurement Systems : 1998–2015 ». *Computers in Industry* 82 (octobre) : 135-50. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.07.002>.
- Balfaqih, Hasan, et Bahisham Yunus. 2014. « Supply Chain Performance in Electronics Manufacturing Industry ». *Applied Mechanics and Materials* 554 (juin) : 633-37. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.554.633>.

- Ball, Marion J. 1981. « Medical Information Systems in the U.S.A., 1980 ». In *Medical Informatics Europe* 81, 22-32. Lecture Notes in Medical Informatics. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-93169-7_3.
- Ballou, Ronald H. 1978. *Basic business logistics : transportation, materials management, & physical distribution*. Englewood Cliffs, N.J : Prentice-Hall. Cité dans Colin, J., H. Mathé, et D. Tixier. *La logistique d'entreprise : vers un management plus compétitif* (Paris : Dunod, 1998).
- Bandara, Wasana, Guy G. Gable, et Michael Rosemann. 2005. « Factors and Measures of Business Process Modelling : Model Building through a Multiple Case Study ». *European Journal of Information Systems* 14 (4) : 347-60. <https://doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000546>.
- Banque Mondiale. 2016. « Algérie – Dépenses en santé (en % du PIB) ». Présentation. Actualitix : Atlas de statistiques sur les pays. 10 janvier 2016. <https://fr.actualitix.com/pays/dza/algerie-depenses-en-sante.php#tableau-de-donnees>.
- Barbier, Étienne. 1989. *L'Audit interne : pourquoi ? comment ?* Paris : Editions d'Organisation.
- Barnetson, Bob, et Marc Cutright. 2000. « Performance indicators as conceptual technologies ». *Higher Education* 40 (3) : 277-92. <https://doi.org/10.1023/A:1004066415147>.
- Bartoli, Annie. 1997. *Le management dans les organisations publiques*. Gestion sup. Paris : Dunod. Cité dans Fabbe-Costes, Nathalie, et Cécile Romeyer. 2004 : « La traçabilité des activités de soins par les systèmes d'information hospitaliers : état des lieux » (*Logistique & Management* 12 (sup1) : 119-33. <https://doi.org/10.1080/12507970.2004.11516825>).
- Basu, Ron, et J. Nevan Wright. 2008. *Total Supply Chain Management*. Amsterdam ; London : Butterworth-Heinemann. <http://site.ebrary.com/id/10382881>.
- Bause, F., M. Fischer, P. Kemper, et M. Völker. 2001. « Performance and Cost Analysis of Supply Chain Models ». In, 425-34. Seoul : Seoul Sim 2001 Conference.
- Beamon, Benita M. 1998. « Supply chain design and analysis : Models and methods ». *International journal of production economics* 55 (3) : 281–294.
- . 1999. « Measuring supply chain performance ». *International journal of operations & production management* 19 (3) : 275-92.
- Beaulieu, Martin, Sylvain Chaussé, Sylvain Landry, et Pierre Madore. 2011. « L'implantation de l'approche Lean : le cas de la pharmacie de l'Hôpital Fleurimont au Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke ». *Pharmactuel* 44 (3) : 217-20.
- Beaulieu, Martin, et Gilles Patenaude. 2004. « La gestion des approvisionnements en réseau : le cas du Centre hospitalier Notre-Dame de la Merci ». *Logistique & Management* 12 (sup1) : 59-64. <https://doi.org/10.1080/12507970.2004.11516819>.
- Becker, Jörg, Michael Rosemann, et Christoph von Uthmann. 2000. « Guidelines of business process modeling ». In *Business Process Management*, 30–49. Springer.
- Belt, Bill. 2008. *Les basiques de la gestion industrielle et logistique*. Paris : Editions d'Organisation.
- Benanteur, Younes. 2004. « La sous-traitance de fonctions logistiques en milieu hospitalier : un enjeu complexe dans un contexte budgétaire contraint et structurant ». *Logistique & Management* 12 (sup1) : 41-48. <https://doi.org/10.1080/12507970.2004.11516817>.
- Benner, M. J., et M. L. Tushman. 2003. « Exploitation, Exploration, and Process Management : The Productivity Dilemma Revisited ». *Academy of Management Review* 28 (2) : 238-56. <https://doi.org/10.5465/AMR.2003.9416096>.
- Bennour, Meziane. 2004. « Contribution à la modélisation et à l'affectation des ressources humaines dans les processus ». Thèse de doctorat, France : Montpellier 2.
- Bériot, Dominique. 2006. *Manager par l'approche systémique*. Paris : Editions d'Organisation.

- Bernus, Peter, Laszlo Nemes, et Günter Schmidt, éd. 2003. *Handbook on Enterprise Architecture*. Berlin, Heidelberg : Springer. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-24744-9>.
- Berrah, Lamia, et François Vernadat. 2012. « Towards a system-based model for overall performance evaluation in a supply chain context ». *The Open Industrial & Manufacturing Engineering Journal* 5 (1874-1525) : 8–18.
- Berry, A. J., A. F. Coad, E. P. Harris, D. T. Otley, et C. Stringer. 2009. « Emerging Themes in Management Control : A Review of Recent Literature ». *The British Accounting Review* 41 (1) : 2-20. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2008.09.001>.
- Bertalanffy, Ludwig von. 1969. *General System Theory ; Foundations, Development, Applications*. New York : George Braziller.
- Bessire, Dominique. 1999. « Définir la performance ». *Comptabilité – Contrôle – Audit* 5 (2) : 127. <https://doi.org/10.3917/cca.052.0127>.
- Bhagwat, Rajat, et Milind Kumar Sharma. 2009. « An application of the integrated AHP-PGP model for performance measurement of supply chain management ». *Production Planning and Control* 20 (8) : 678-90.
- Bhattacharjee, Anol, et Neset Hikmet. 2007. « Physicians' resistance toward healthcare information technologies : a dual-factor model ». In *System Sciences, 2007. HICSS 2007. 40th Annual Hawaii International Conference on*, 141–141. IEEE. http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4076654.
- Birnberg, Jacob G., et Coral Snodgrass. 1988. « Culture and control : A field study ». *Accounting, Organizations and Society* 13 (5) : 447-64. [https://doi.org/10.1016/0361-3682\(88\)90016-5](https://doi.org/10.1016/0361-3682(88)90016-5).
- Bisbe, Josep, et Ricardo Malagueño. 2012. « Using strategic performance measurement systems for strategy formulation : Does it work in dynamic environments ? ». *Management Accounting Research* 23 (4) : 296–311.
- Biteau, Raymond, et Stephanie Biteau. 1998. *Maitriser les flux industriels : les outils d'analyse*. Paris : Éditions d'Organisation.
- Bititci, Umit S., Allan S. Carrie, et Liam McDevitt. 1997. « Integrated performance measurement systems : a development guide ». *International journal of operations & production management* 17 (5) : 522–534.
- Blanc, Séverine. 2006. « Contribution à la caractérisation et à l'évaluation de l'interopérabilité pour les entreprises collaboratives ». Thèse de doctorat, France : Université Sciences et Technologies-Bordeaux I. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00399408/>.
- Blondel, François. 2000. *Gestion industrielle*. Paris : Dunod.
- . 2003. *Gestion industrielle*. 4e éd. Paris : Dunod.
- Blouin, Jean-Philippe, Martin Beaulieu, et Sylvain Landry. 2001. « Systèmes de réapprovisionnement des unités de soins : description et implications organisationnelles ». *Logistique & Management* 9 (2) : 43-53. Cité dans Landry, Sylvain, Jean-Philippe Blouin, et Martin Beaulieu : « Réapprovisionnement des unités de soins : Portrait de six hôpitaux québécois et français » (*Logistique&Management* 12 (sup 1) : 13-20,2004).
- Börger, Egon. 2007. « Modeling workflow patterns from first principles ». In *Conceptual Modeling-ER 2007*, 1-20. Springer.
- . 2012. « Approaches to Modeling Business Processes : A Critical Analysis of BPMN, Workflow Patterns and YAWL ». *Software & Systems Modeling* 11 (3) : 305-18. <https://doi.org/10.1007/s10270-011-0214-z>.
- Borgès Da Silva, Roxane. 2013. « Taxonomie et typologie : est-ce vraiment des synonymes ? ». *Santé Publique* Vol. 25 (5) : 633-37.
- Bouchard, Érick-Noël, et Pascal Besse. 2009. *Glossaire des indicateurs references, définitions, typologie, introduction, schéma*. Gouvernement du Québec. Canada : Secretariat du Conseil du Trésor, Sous-secretariat a la modernisation de l'Etat. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2218574>.

- Bouquin, Henri. 2001. *Le Contrôle de gestion : contrôle de gestion, contrôle d'entreprise*. Paris : Presses universitaires de France.
- Bourbonnais, Régis. 2002. *Econométrie*. 3e éd. Dunod.
- Bourne, Mike, John Mills, Mark Wilcox, Andy Neely, et Ken Platts. 2000. « Designing, implementing and updating performance measurement systems ». *International journal of operations & production management* 20 (7) : 754-71.
- Bourne, Mike, Andy Neely, John Mills, et Ken Platts. 2003a. « Implementing Performance Measurement Systems : A Literature Review ». *International Journal of Business Performance Management* 5 (1) : 1. <https://doi.org/10.1504/IJBPM.2003.002097>.
- . 2003b. « Why Some Performance Measurement Initiatives Fail : Lessons from the Change Management Literature ». *International Journal of Business Performance Management* 5 (2/3) : 245-69. <https://doi.org/10.1504/IJBPM.2003.003250>.
- Boys, Kathryn, Stanislav Karapetrovic, et Anne Wilcock. 2004. « Is ISO 9004 a path to business excellence ? Opinion of Canadian standards experts ». *International Journal of Quality & Reliability Management* 21 (8) : 841-860.
- Brandenburg, Hans, et Jean-Pierre Wojtyna. 2003. *L'approche processus : mode d'emploi*. Paris : Ed. d'Organisation.
- . 2009. *L'approche processus mode d'emploi*. Eyrolles-Ed. d'organisation.
- Brébion, Patrick. 2006. « L'EDI va s'imposer à toutes les entreprises ». Présentation. BFM BUSINESS. 24 avril 2006. <https://bfmbusiness.bfmtv.com/01-business-forum/ledi-va-simposer-a-toutes-les-entreprises-314166.html>.
- Briol, Patrice. 2013. *BPMN 2.0 Distilled : The Business Process Modeling Notation*. lulu.-com.
- Brocke, Jan vom, et Michael Rosemann, éd. 2015. *Handbook on Business Process Management 1*. Berlin, Heidelberg : Springer. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-45100-3>.
- Buchwald, Hagen, Albert Fleischmann, Detlef Seese, et Christian Stary, éd. 2010. *S-BPM ONE : Setting the Stage for Subject-Oriented Business Process Management First International Workshop, Karlsruhe, Germany, October 22, 2009 ; Revised Selected Papers. Communications in Computer and Information Science 85*. Berlin [u.a.] : Springer.
- Buckley, J.J. 1985. « Fuzzy hierarchical analysis ». *Fuzzy Sets and Systems* 17 (3) : 233-47. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(85\)90090-9](https://doi.org/10.1016/0165-0114(85)90090-9).
- Bullinger, Hans-Jörg, Michael Kühner, et Antonius Van Hoof. 2002. « Analysing supply chain performance using a balanced measurement method ». *International Journal of Production Research* 40 (15) : 3533-43.
- Camp, Robert C. 1989. *The search for industry best practices that lead to superior performance*. ASQC.
- Carricano, Manu, Fanny Pujol, et Laurent Bertrandias. 2008. *Analyse de données avec SPSS*. Paris : Pearson Éducation France.
- Cartier, Manuel, et Bernard Forgues. 2006. « Intérêt de la simulation pour les sciences de gestion ». *Revue française de gestion* 165 (6) : 125-37.
- Castagna, P., N. Mebarki, et R. Gauduel. 2001. « Apport de la simulation comme outil d'aide au pilotage des systèmes de production-exemples d'application ». In *Proceedings of the 3e Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation « Conception, Analyse et Gestion des Systèmes Industriels » MOSIM'01*. Troyes.
- Cave, Martin. 1997. *The use of performance indicators in higher education : The challenge of the quality movement*. Jessica Kingsley Publishers.
- Chan, Felix TS, et H. J. Qi. 2003. « Feasibility of performance measurement system for supply chain : a process-based approach and measures ». *Integrated manufacturing systems* 14 (3) : 179-190.

- Chang, Da-Yong. 1996. « Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP ». *European Journal of Operational Research* 95 (3) : 649-55. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2).
- Chang, P.-T., et E.S. Lee. 1995. « The Estimation of Normalized Fuzzy Weights ». *Computers & Mathematics with Applications* 29 (5) : 21-42. [https://doi.org/10.1016/0898-1221\(94\)00246-H](https://doi.org/10.1016/0898-1221(94)00246-H).
- Charmot, Claude. 2001. L'échange de données informatisé (EDI) : l'échange de données du commerce électronique. Vol. 3598. Ed. Techniques Ingénieur.
- Charreaux, Gérard. 1992. Mode de contrôle des dirigeants et performance des firmes. Faculté de science économique et de gestion, Université de Bourgogne. <http://leg.u-bourgogne.fr/wp/0920601.pdf>.
- . 1994. « Conseil d'administration et pouvoirs dans l'entreprise ». *Revue d'économie financière* 31 (4) : 49-79. <https://doi.org/10.3406/ecofi.1994.2103>.
- . 1998. « La théorie positive de l'agence : lecture et relectures ». Université de Bourgogne-CREGO EA7317 Centre de recherches en gestion des ...
- Charreire, Sandra, et Isabelle Huault. 2001. « Le constructivisme dans la pratique de recherche : une évaluation à partir de seize thèses de doctorat ». *Finance contrôle stratégie* 4 (3) : 31-55.
- Chen, David, Bruno Vallespir, et Guy Doumeings. 1997. « GRAI integrated methodology and its mapping onto generic enterprise reference architecture and methodology ». *Computers in industry* 33 (2) : 387-394.
- Chen, Shimin, et James L. Dodd. 1997. « Economic Value Added (EVATM) : An Empirical Examination Of A New Corporate Performance Measure ». *Journal of Managerial Issues* 9 (3) : 318-33.
- . 2001. « Operating Income, Residual Income And EVATM : Which Metric Is More Value Relevant ? ». *Journal of Managerial Issues* 13 (1) : 65-86.
- Chen, Shu-Jen, et Ching-Lai Hwang. 1992. « Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods ». In *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making*, 289-486. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* 375. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-46768-4_5.
- Cheng, Peter C.-H., et Herbert A. Simon. 1995. « Scientific discovery and creative reasoning with diagrams. », 205-28.
- Chenhall, Robert H. 2003. « Management Control Systems Design within Its Organizational Context : Findings from Contingency-Based Research and Directions for the Future ». *Accounting, Organizations and Society* 28 (2-3) : 127-68. [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(01\)00027-7](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(01)00027-7).
- Chenhall, Robert H. 2005. « Integrative Strategic Performance Measurement Systems, Strategic Alignment of Manufacturing, Learning and Strategic Outcomes : An Exploratory Study ». *Accounting, Organizations and Society* 30 (5) : 395-422. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2004.08.001>.
- Chinosi, Michele, et Alberto Trombetta. 2009. « A Design Methodology for BPMN ». In *2009 Bpm and Workflow Handbook : Spotlight on Government.*, 211-24. *Future Strategies*.
- . 2012. « BPMN : An Introduction to the Standard ». *Computer Standards & Interfaces* 34 (1) : 124-34. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>.
- Chougrani, Saada, et Miloud Kaddar. 2010. « Expérience de la contractualisation dans le secteur de la santé en Algérie ». *Journal de gestion et d'économie médicales* 28 (5) : 179-93. <https://doi.org/10.3917/jgem.105.0179>.
- Christopher, M. 1992. *Logistics and Supply Chain Management : Strategies for Reducing Costs and Improving Services*. London : Pitman Publ. Cité dans Gunasekaran, Angappa, Christopher Patel, et Ronald E. McGaughey : « A framework for supply chain performance measurement » (*International journal of production economics* 87 (3) : 333-347, 2004).

- Christopher, Martin. 2011. *Logistics & Supply Chain Management*. 4. ed. Harlow : Financial Times Prentice Hall.
- Christopher, Martin, Helen Peck, et Denis Towill. 2006. « A Taxonomy for Selecting Global Supply Chain Strategies ». *The International Journal of Logistics Management* 17 (2) : 277-87. <https://doi.org/10.1108/09574090610689998>.
- Cimino, Antonio, Francesco Longo, et Giovanni Mirabelli. 2010. « A General Simulation Framework for Supply Chain Modeling : State of the Art and Case Study ». 27 (3) : 1-9.
- Clarke, Rod, et Association française de normalisation. 2004. *7 mesures de performances : pilotage et avenir de l'entreprise*. Saint-Denis La Plaine : AFNOR.
- Coase Ronald. 1937. *The nature of the firm*. Vol. 4. *Economica*.
- Cobbold, Ian, et Gavin Lawrie. 2002. « The Development of the Balanced Scorecard as a Strategic Management Tool ». In *2GC Conference Paper*, 1-9. Boston, USA : 2GC. <http://www.drjohnsulivan.comwww.workinfo.com/free/Downloads/BSC.pdf>.
- Colin, J., H. Mathé, et D. Tixier. 1998. *La logistique d'entreprise : vers un management plus compétitif*. Paris : Dunod.
- Colin, Jaques. 1996. « Panorama de la logistique ». In *La Logistique : recherches et mise en œuvre*. Actes du colloque ARFILOG, 25 et 26 mars 1996. Paris : Hermes.
- Collier, Paul M. 2005. « Entrepreneurial control and the construction of a relevant accounting ». *Management Accounting Research* 16 (3) : 321-39. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2005.06.007>.
- « Computerized Physician Order Entry ». 2016. In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Computerized_physician_order_entry&oldid=752064036.
- CSCMP. 2019a. « SCM Definitions and Glossary of Terms ». Présentation. Council of Supply Chain Management Professionals. 2019. https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921.
- . 2019b. « Supply Chain Management Concepts ». Council of Supply Chain Management Professionals. 2019. https://cscmp.org/CSCMP/Develop/Starting_Your_SCM_Career/SCM_Concepts/CSCMP/Develop/Starting_Your_Career/Supply_Chain_Management_Concepts.aspx?hkey=96af0d8b-21ad-4bca-b7d1-956a25ced524.
- Cumbo, Dan, D. Earl Kline, et Matthew S. Bumgardner. 2006. « Benchmarking performance measurement and lean manufacturing in the rough mill ». *Forest Products Journal* 56 (6) : 25-30.
- Curatolo, Niccolo, Milena Ludwikowska, Loïc Lecocq, Samir Lamouri, et André Rieutord. 2013. « Mener le changement par approche processus : révolution de velours en pharmacie hospitalière ». *Journal de Pharmacie Clinique* 32 (2) : 113-119.
- Curtis, Bill, Marc I. Kellner, et Jim Over. 1992. « Process modeling ». *Communications of the ACM* 35 (9) : 75-90. <https://doi.org/10.1145/130994.130998>.
- Dalkey, Norman C, Bernice B Brown, et Samuel W Cochran. 1970. *The delphi method, IV : Effect of percentile feedback and feed-in of relevant facts*. Rand Corporation.
- Davenport, Thomas H. 1993. *Process innovation : reengineering work through information technology*. Harvard Business Press. [https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=kL-IIOMGaKnsC&oi=fnd&pg=PA3&dq=+Thomas+Davenport+\(1993\).+Process+Innovation:+Reengineering+work+through+information+technology.+Harvard+Business+School+Press,+Boston&ots=_6nVZBlwuc&sig=F-i0Xb-SAuiy7U6y_Fh_hfEBfK0](https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=kL-IIOMGaKnsC&oi=fnd&pg=PA3&dq=+Thomas+Davenport+(1993).+Process+Innovation:+Reengineering+work+through+information+technology.+Harvard+Business+School+Press,+Boston&ots=_6nVZBlwuc&sig=F-i0Xb-SAuiy7U6y_Fh_hfEBfK0).
- Davenport, Thomas H, et James E Short. 1990. « The new industrial engineering : information technology and business process redesign ». *Sloan Management Review* 31 (4) : 46.
- David, Albert. 1999. « Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion ». In, 1-23.

- David, René, et Hassane Alla. 1992. *Du Grafset aux réseaux de Petri*. 2^ee édition. Paris : Hermès.
- Davies, Islay, Peter Green, Michael Rosemann, Marta Indulska, et Stan Gallo. 2006. « How Do Practitioners Use Conceptual Modelling in Practice ? » *Data & Knowledge Engineering* 58 (3) : 358-80.
- Davies, Islay, et Micheal Reeves. 2015. « BPM tool selection : The case of the queensland court of justice ». In *Handbook on Business Process Management 1*, 339-60. Springer.
- Davis, Rob. 2001. *Business Process Modelling with ARIS : A Practical Guide*. London : Springer London. <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-0321-9>.
- Davis, Rob, et Eric Brabänder. 2007. *ARIS Design Platform : Getting Started with BPM*. London : Springer.
- De Vries, Jan, et Robbert Huijsman. 2011. « Supply chain management in health services : an overview ». *Supply Chain Management : An International Journal* 16 (3) : 159-65.
- Deixonne, J-L. 2001. *Piloter un projet ERP : Transformer et dynamiser par un système d'information intégré et orienté métier*. Paris : Dunod.
- Demeestère, René, Philippe Lorino, et Nicolas Mottis. 2013. *Pilotage de l'entreprise et contrôle de gestion*. 5^e éd. Paris : Dunod. <http://sbiproxy.uqac.ca/login?url=http://international.scholarvox.com/book/88815280>.
- . 2013. *Pilotage de l'entreprise et contrôle de gestion*. Paris : Dunod.
- Der Aalst, Wil MP van, Arthur HM Ter Hofstede, Bartek Kiepuszewski, et Alistair P Barros. 2003. « Workflow patterns ». *Distributed and parallel databases* 14 (1) : 5-51.
- Desreumaux, Alain. 2005. *Théorie des organisations*. Colombelles : EMS.
- Di Martinelly, Christine, Fouad Riane, et Alain Guinet. 2009. « A Porter-SCOR modelling approach for the hospital supply chain ». *International Journal of Logistics Systems and Management* 5 (3-4) : 436-456.
- Diaz, Michel. 2001. *Les réseaux de Petri : modèles fondamentaux*. Paris : Hermes Science.
- Dornier, Philippe-Pierre, et Michel Fender. 2001. *La logistique globale : enjeux, principes, exemples*. Paris : Éditions d'Organisation.
- Doumeings, Guy, David Chen, Bruno Vallespir, P Fenie, et François Marcotte. 1993. « GIM (GRAI Integrated Methodology) and its Evolutions-A Methodology to Design and Specify Advanced Manufacturing Systems. » In, 93:101-20.
- Doumeings, Guy, Bruno Vallespir, et David Chen. 1998. « GRAI Grid Decisional Modelling ». In *Handbook on Architectures of Information Systems*, édité par Peter Bernus, Kai Mertins, et Günter Schmidt, 313-37. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-03526-9_14.
- Dubois, Didier. 2011. « The role of fuzzy sets in decision sciences : Old techniques and new directions ». *Fuzzy Sets and Systems* 184 (1) : 3-28.
- Ducq, Yves, et Lamia Berrah. 2009. « Supply Chain Performance Measurement : management models, performance indicators and interoperability ». *IFAC Proceedings Volumes, 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing*, 42 (4) : 2053-58. <https://doi.org/10.3182/20090603-3-RU-2001.0498>.
- Dufresne, Thomas, et James Martin,. 2003. « Process Modeling for E-Business », *Spring 2003, INFS 770 Method for Information System Engineering : Knowledge Management and E-Business* édition.
- Dumas, Marlon, Marcello La Rosa, Jan Mendling, et Hajo A. Reijers. 2013. *Fundamentals of Business Process Management*. Berlin, Heidelberg : Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-33143-5>.
- Ebel, Thomas, Erik Larsen, et Ketan Shah. 2013. « Strengthening health care's supply chain : A five-step plan ». McKinsey & Company.
- Eccles, Robert G., et Philip J. Pyburn. 1992. « Creating a comprehensive system to measure performance ». *Strategic Finance* 74 (4) : 41-45.

- ECOSIP. 1990. *Gestion industrielle et mesure économique : approches et applications nouvelles*. Paris : Economica.
- Edvinsson, Leif. 1997. « Developing intellectual capital at Skandia ». *Long range planning* 30 (3) : 366–373.
- Employé de l'EPH Kouba. 2016. Interview selon la vue performance (Grille de collecte des données [Modèle Annexe C.2]).
- Engerran, Nicole, Marc Ledauphin, et René Le moigne. 2005. « Trois retours d'expérience ». In *Tableaux de bord : pour diriger dans un contexte incertain*, 157-68. Paris : Éditions d'Organisation.
- Enns, ST, et Pattita Suwanruji. 2000. « Distribution planning and control : an experimental comparison of DRP and order point replenishment strategies ». In *Conference Proceedings of the Academy of Business and Administrative Sciences, Prague, Czech Republic*, 1-16. Citeseer.
- EPH Zeralda. 2016. « Monographie ».
- Fabbe-Costes, Nathalie, et Cécile Romeyer. 2004. « La traçabilité des activités de soins par les systèmes d'information hospitaliers : état des lieux ». *Logistique & Management* 12 (sup1) : 119-33. <https://doi.org/10.1080/12507970.2004.11516825>.
- Fender, Michel, et Franck Baron. 2012. *Pratique du supply chain management : En 37 outils*. Dunod.
- Fernandez, Alain. 2011. *Les nouveaux tableaux de bord des managers : le projet décisionnel dans sa totalité*. Paris : Ed. d'Organisation.
- Ferreira, Aldónio, et David Otley. 2009. « The design and use of performance management systems : An extended framework for analysis ». *Management Accounting Research* 20 (4) : 263-82. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2009.07.003>.
- Figl, Kathrin, Jan Mendling, Mark Strembeck, et Jan Recker. 2010. « On the Cognitive Effectiveness of Routing Symbols in Process Modeling Languages ». In *Business Information Systems*, édité par Witold Abramowicz et Robert Tolksdorf, 230-41. *Lecture Notes in Business Information Processing*. Springer Berlin Heidelberg.
- FIPS PUBS. 1993. « Announcing the standard for integration definition for function modeling (idef0) ». *Draft Federal Information Processing Standards Publication 183*.
- Fischer, Layna. 2012. *BPMN 2.0 Handbook : Methods, Concepts, Case Studies and Standards in Business Process Modeling Notation (BPMN)*. Lighthouse Point, Florida : Future Strategies.
- Fischer, Layna, et Bruce Silver, éd. 2011. *BPMN 2.0 Handbook : Methods, Concepts, Case Studies and Standards in Business Process Management Notation*. Lighthouse Point, Fla : Future Strategies Inc.
- Flamholtz, Eric. 1996. « Effective organizational control : A framework, applications, and implications ». *European Management Journal* 14 (6) : 596-611. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(96\)00056-4](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(96)00056-4).
- Fleischmann, Albert. 2010. « What Is S-BPM ? » In *S-BPM ONE – Setting the Stage for Subject-Oriented Business Process Management*, édité par Hagen Buchwald, Albert Fleischmann, Detlef Seese, et Christian Stary, 85:85-106. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-15915-2_7.
- Fleischmann, Albert, Werner Schmidt, Christian Stary, Stefan Obermeier, et Egon Börger. 2012. *Subject-Oriented Business Process Management*. Berlin, Heidelberg : Springer. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-32392-8>.
- Fliedner, Gene. 2003. « CPMR : an emerging supply chain tool ». *Industrial Management & data systems* 103 (1) : 14–21.
- Forrester, Jay. 1961. *Industrial Dynamics*. Cambridge : MIT Press.
- Forrester, Jay Wright. 1999. *Principles of Systems*. Waltham, MA : Pegasus Communications, Inc.
- Fox, Mark S, et Michael Gruninger. 1998. « Enterprise modeling ». *AI magazine* 19 (3) : 109.

- Frank, Ulrich. 2000. « Multi-perspective enterprise models as a conceptual foundation for knowledge management ». In *System Sciences, 2000. Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on*, 2:1-10. IEEE.
- . 2002. « Multi-perspective enterprise modeling (memo) conceptual framework and modeling languages ». In *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'02)*, 3:1258-67. IEEE.
- . 2014. « Multi-perspective enterprise modeling : foundational concepts, prospects and future research challenges ». *Software & Systems Modeling* 13 (3) : 941-62.
- Fu, Hsin-Pin, Yung-Ching Ho, Roger C.Y. Chen, Tien-Hsiang Chang, et Pei-Hsiang Chien. 2006. « Factors Affecting the Adoption of Electronic Marketplaces : A Fuzzy AHP Analysis ». *International Journal of Operations & Production Management* 26 (12) : 1301-24. <https://doi.org/10.1108/01443570610710560>.
- Galasso, François, Yves Ducq, Matthieu Lauras, Didier Gourc, et Mamadou Camara. 2016. « A method to select a successful interoperability solution through a simulation approach ». *Journal of Intelligent Manufacturing* 27 (1) : 217–229.
- Galbraith, Jay R. 1973. *Designing Complex Organizations*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co.
- Galbraith, John Kenneth, Maurice Le Nan, et J. L Cremieux-Brilhac. 1968. *Le Nouvel état industriel. Essai sur le système économique américain*. Paris : Gallimard. Cité dans Colin, Jaques : « Panorama de la logistique ». Dans *La Logistique : recherches et mise en œuvre. Actes du colloque ARFILOG*, 25 et 26 mars 1996 (Paris : Hermes, 1996).
- Ganga, Gilberto Miller Devós, et Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti. 2011. « A fuzzy logic approach to supply chain performance management ». *International Journal of Production Economics* 134 (1) : 177-87. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.06.011>.
- Garengo, Patrizia, Stefano Biazzo, et Umit S. Bititci. 2005. « Performance measurement systems in SMEs : a review for a research agenda ». *International journal of management reviews* 7 (1) : 25-47.
- Garvin, David A. 1987. « Competing on the Eight Dimensions of Quality ». *Harvard Business Review* 65 (6). <https://hbr.org/1987/11/competing-on-the-eight-dimensions-of-quality>.
- Gerber, Aurlona, Paula Kotzé, et Alta Van der Merwe. 2010. « Towards the Formalisation of the TOGAF Content Metamodel Using Ontologies ». <http://hdl.handle.net/10204/4075>.
- Ghertman, Michel. 2003. « Oliver Williamson et la théorie des coûts de transaction », *Manager les activités culturelles*, 1 (142) : 43-63. <https://doi.org/10.3166/rfg.142.43-64>.
- Giaglis, George M. 2001. « A taxonomy of business process modeling and information systems modeling techniques ». *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 13 (2) : 209-28. <https://doi.org/10.1023/A:1011139719773>.
- Giard, Vincent. 1988. *Gestion de la production*. Paris : Economica.
- Gimbert, Xavier, Josep Bisbe, et Xavier Mendoza. 2010. « The Role of Performance Measurement Systems in Strategy Formulation Processes ». *Long Range Planning* 43 (4) : 477-97. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.01.001>.
- Glaserfeld, Ernst von. 1994. « Pourquoi le constructivisme doit-il être radical ? » *Revue des sciences de l'éducation* 20 (1) : 21-27. <https://doi.org/10.7202/031698ar>.
- Globerson, Shlomo. 1985. « Issues in developing a performance criteria system for an organization ». *International Journal of production research* 23 (4) : 639-46.
- Glouberman, Sholom, et Henry Mintzberg. 2002. « Gérer les soins de santé et le traitement de la maladie ». *Gestion* 27 (3) : 12. <https://doi.org/10.3917/riges.273.0012>.
- Gourgand, Michel, et Pascal Lièvre. 1996. *La Logistique : recherches et mise en œuvre. Actes du colloque ARFILOG*, 25 et 26 mars 1996. Paris : Hermès.
- Grabinski, Michael. 2007. *Management Methods and Tools : Practical Know-How for Students, Managers, and Consultants*. 1. ed. Gabler-Lehrbuch. Wiesbaden : Gabler.

- Great Britain, et Department for Communities and Local Government. 2009. *Multi-Criteria Analysis : A Manual*. Wetherby : Communities and Local Government. <http://www.communities.gov.uk/documents/corporate/pdf/1132618.pdf>.
- Guarino, Nicola, Daniel Oberle, et Steffen Staab. 2009. « What is an Ontology ? » In *Handbook on ontologies*, 1-17. Springer.
- Guillaume, Jean-Philippe. 2006. « Dossier logistique hospitalière ». Paris : *Supply Chain Magazine*, 2006.
- Guinet, Florence, et Armand Baboli. 2009. « Logistique hospitalière : Besoins de gestion des flux pharmaceutiques ». *Techniques de l'ingénieur*, no AG5430 v1 : 1-25.
- Gunasekaran, Angappa, et Bulent Kobu. 2007. « Performance measures and metrics in logistics and supply chain management : a review of recent literature (1995–2004) for research and applications ». *International Journal of Production Research* 45 (12) : 2819–2840.
- Gunasekaran, Angappa, Christopher Patel, et Ronald E. McGaughey. 2004. « A framework for supply chain performance measurement ». *International journal of production economics* 87 (3) : 333–347.
- Gurd, Bruce, et Tian Gao. 2007. « Lives in the balance : an analysis of the balanced scorecard (BSC) in healthcare organizations ». *International Journal of Productivity and Performance Management* 57 (1) : 6–21.
- H. Kazemkhanlou, et H. Ahadi. 2015. « An integrated approach using data envelopment analysis and balanced score card to supply chain performance evaluation ». In *2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)*, 1-8. Dubai, United Arab Emirates : IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093780>.
- Hammer, Michael, éd. 2015. « What Is Business Process Management ? » In *Handbook on Business Process Management* 1, 4-16. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-45100-3>.
- Hammer, Michael, et James Champy. 1993. *Reengineering the Corporation : A Manifesto for Business Revolution*. London ; St Leonards, N.S.W.: Nicholas Brealey Pub. ; Allen & Unwin.
- Hammer, Michael, James Champy, et Michel Le Séac'h. 2000. *Le reengineering*. Paris : Dunod.
- Harmon, Paul. 2002. « An Introduction to the Supply Chain Council's SCOR Framework ». *Business Process Trends*.
- Hassan, Taher. 2006. « Logistique hospitalière : organisation de la chaîne logistique pharmaceutique aval et optimisation des flux de consommables et des matériels à usage unique ». Thèse de doctorat, INSA de Lyon.
- Hatch, Mary Jo. 2000. *Théorie des organisations : de l'intérêt de perspectives multiples*. Management. Paris : De Boeck Supérieur.
- Haux, Reinhold. 2006. « Health Information Systems – Past, Present, Future ». *International Journal of Medical Informatics* 75 (3-4) : 268-81. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2005.08.002>.
- Haux, Reinhold, Alfred Winter, Elske Ammenwerth, et Birgit Brigl. 2013. *Strategic information management in hospitals : an introduction to hospital information systems*. Springer Science & Business Media.
- HE, Gang, Gang XUE, Shaowen YAO, et Zhongwei WU. 2010. « Business Process Modeling : A Survey ». In *Proceedings of Annual Conference of China Institute of Communications (CIC2009)*, 10:172-78. Scientific Research Publishing.
- Helmer, Olaf. 1964. *Convergence of expert consensus through feedback*. RAND corporation Santa Monica, CA.
- Hepp, Martin, et Dumitru Roman. 2007. « An Ontology Framework for Semantic Business Process Management ». In *Proceedings of Wirtschaftsinformatik 2007*, 1-18.

- Heskett, James L. 1977. « Logistics-essential to strategy ». *Harvard Business Review* 55 (6) : 85-96.
- Hollocks, B. W. 2006. « Forty Years of Discrete-Event Simulation : A Personal Reflection ». *The Journal of the Operational Research Society* 57 (12) : 1383-99. <https://doi.org/10.2307/4622639>.
- Holmberg, Stefan. 2000. « A systems perspective on supply chain measurements ». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 30 (10) : 847-68.
- Hommel, Bart-Jan, et Victor van Reijswoud. 2000. « The Quality of Business Process Modelling Methods ». In *Information System Concepts : An Integrated Discipline Emerging*, édité par Eckhard D. Falkenberg, Kalle Lyytinen, et Alexander A. Verrijn-Stuart, 36:117-36. Boston, MA : Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35500-9_10.
- Hommel, B.-J., et V. van Reijswoud. 2000. « Assessing the Quality of Business Process Modelling Techniques ». In, 1:1-10. *IEEE Comput. Soc.* <https://doi.org/10.1109/HICSS.2000.926591>.
- Horngrén, Charles T, Alnoor Bhimani, Srikant Datar, et George Foster. 2009. *Comptabilité de gestion*. Traduit par Georges Langlois. Paris : Pearson Éducation.
- Imaoka, Zenjiro. 2012. « CRP (Continuous Replenishment Program) ». Présentation. *Lean-Manufacturing-Japan*. 2012. <http://lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/crp-continuous-replenishment-program.html>.
- Indulska, Marta, Jan Recker, Michael Rosemann, et Peter Green. 2009. « Business Process Modeling : Current Issues and Future Challenges ». In *Advanced Information Systems Engineering*, édité par Pascal van Eck, Jaap Gordijn, et Roel Wieringa, 501-14. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg.
- Institut français de l'audit et du contrôle internes, et Olivier Lemant. 1991. *La conduite d'une mission d'audit interne : méthodologie élaborée par un groupe de recherche*. Paris : Dunod.
- Ishizaka, A, D Balkenborg, et T Kaplan. 2011. « Influence of Aggregation and Measurement Scale on Ranking a Compromise Alternative in AHP ». *Journal of the Operational Research Society* 62 (4) : 700-710. <https://doi.org/10.1057/jors.2010.23>.
- ISO (International Organization for Standardization), NFEN. 2000. « 9001 : Systèmes de management de la qualité-Exigences ». Édition Afnor, décembre.
- ISO/IEC 15504. 2013. *Information technology – Object Management Group Business Process Model and Notation*. 1re éd. Geneva : ISO.
- Issor, Zineb. 2017. « « La performance de l'entreprise : un concept complexe aux multiples dimensions » ». *Projectics / Proyectica / Projectique* n°17 (2) : 93-103.
- Ittner, Christopher D., et David F. Larcker. 1998. « Are nonfinancial measures leading indicators of financial performance ? An analysis of customer satisfaction ». *Journal of accounting research* 36 (1) : 1–35.
- . 2003. « Coming up short on nonfinancial performance measurement ». *Harvard business review* 81 (11) : 88-95.
- Jaganathan, Srihari, Jinson J. Erinjeri, et Jun-ing Ker. 2006. « Fuzzy Analytic Hierarchy Process Based Group Decision Support System to Select and Evaluate New Manufacturing Technologies ». *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 32 (11-12) : 1253-62. <https://doi.org/10.1007/s00170-006-0446-1>.
- Jäger, Anna-Lena. 2014. « Process Modeling with BPMN ». In *Global Purchasing Processes in the Business Sector Automotive Aftermarket*, par Anna-Lena Jäger, 35-43. Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden. http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-04648-4_5.
- Jaquet, L. 1997. « Techniques quantitatives de gestion et information ». In *Encyclopédie de gestion*, 2e éd. 172. Paris : Economica.
- Javel, Georges. 2003. *Pratique de la gestion industrielle : organisation, méthodes et outils*. Paris : Dunod.

- Jensen, Michael C. 1993. « The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems ». *The Journal of Finance* 48 (3) : 831–880. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04022.x>.
- Jensen, Michael C., et William H. Meckling. 1976. « Theory of the Firm : Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure ». *Journal of Financial Economics* 3 (4) : 305-60. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X).
- Jensen, Michael C., et Richard S. Ruback. 1983. « The market for corporate control : The scientific evidence ». *Journal of Financial Economics* 11 (1–4) : 5-50. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(83\)90004-1](https://doi.org/10.1016/0304-405X(83)90004-1).
- Jobin, Marie-Hélène, Martin Beaulieu, et Alexis Boivin. 2003. *Gérer la performance de la logistique hospitalière*. HEC Montréal, Groupe de recherche Chaîne.
- Johanson, Ulf, Matti Skoog, Andreas Backlund, et Roland Almqvist. 2006. « Balancing dilemmas of the balanced scorecard ». *Accounting, Auditing & Accountability Journal* 19 (6) : 842-57. <https://doi.org/10.1108/09513570610709890>.
- Josey, Andrew. 2018. « An Introduction to the TOGAF® Standard, Version 9.2 ». The Open Group. <https://publications.opengroup.org/w182>.
- Kaddar, Miloud. 2017. « Projet de loi sanitaire en Algérie : des avancées et des questions ». *le Quotidien d'Oran* <http://www.lequotidien-oran.com/?news=5238478>, 5 janvier 2017.
- Kagdis, John, et Michael R. Lackner. 1963. « A Management Control Systems Simulation Model ». *Management Technology* 3 (2) : 145-59. <https://doi.org/10.2307/2635352>.
- Kahraman, Cengiz, Ufuk Cebeci, et Ziya Ulukan. 2003. « Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP ». *Logistics information management* 16 (6) : 382–394.
- Kametani, Tsuyoshi, Ken Nishina, et Kuniaki Suzuki. 2010. « Attractive Quality and Must-Be Quality from the Viewpoint of Environmental Lifestyle in Japan ». In *Frontiers in Statistical Quality Control 9*, édité par Hans-Joachim Lenz, Peter-Theodor Wilrich, et Wolfgang Schmid, 315-27. Heidelberg : Physica-Verlag HD. https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2380-6_20.
- Kanji, Gopal K., et Mike Asher. 1996. *100 Methods for Total Quality Management*. London ; Thousand Oaks, Calif : Sage.
- Kaplan, Robert S, et David P Norton. 1992. « The Balanced Scorecard Measures That Drive Performance ». *Harvard Business Review* 71-79 (1) : 1-11.
- . 2000. « Having Trouble with Your Strategy ? Then Map It. » *Harvard Business Review* 78 (5) : 51-61.
- Kaplan, Robert S., et Michael E. Porter. 2011. « How to solve the cost crisis in health care ». *Harv Bus Rev* 89 (9) : 46–52.
- Kaushal, Rainu, Kaveh G. Shojania, et David W. Bates. 2003. « Effects of Computerized Physician Order Entry and Clinical Decision Support Systems on Medication Safety : A Systematic Review ». *Archives of Internal Medicine* 163 (12) : 1409-16. <https://doi.org/10.1001/archinte.163.12.1409>.
- Kearney, AT. 1992. « Qualité et productivité logistique en Europe, étude réalisée pour l'European Logistics Association par le cabinet AT Kearney, éditée par Logistiques Magazine à l'occasion des 7èmes Assises Nationale de l'Économie Logistique ».
- Keng Siau, et M. Rossi. 1998. « Evaluation of Information Modeling Methods-a Review ». In *Proceedings of the Thirty-First Hawaii International Conference on System Sciences*, 5:314-22. Kohala Coast, HI, USA : IEEE Comput. Soc. <https://doi.org/10.1109/HICSS.1998.648327>.
- Kettinger, William J, James TC Teng, et Subashish Guha. 1997. « Business process change : a study of methodologies, techniques, and tools ». *MIS quarterly* 21 (1) : 55-80.
- Kim, Young Gil, Sang Chan Park, Chul Young Kim, et Jin Ho Kim. 2005. « An effective content management methodology for business process management ». In *Business Process Management*, 416–421. Springer.

- Kondo, Yoshio. 2000. « Attractive Quality : Its Importance and the Points of Remark ». *Total Quality Management* 11 (4-6) : 647-51. <https://doi.org/10.1080/09544120050008011>.
- Koul, Saroj, et Rakesh Verma. 2011. « Dynamic vendor selection based on fuzzy AHP ». *Journal of Manufacturing Technology Management* 22 (8) : 963-71. <https://doi.org/10.1108/17410381111177421>.
- Krajewski, Lee J., Larry P. Ritzman, et Manoj Kumar Malhotra. 2013. *Operations Management : Processes and Supply Chains*. 10. éd., global ed. Always Learning. Boston, Mass.: Pearson.
- Krogstie, John. 2008. « Using Eeml for Combined Goal and Process Oriented Modeling : A Case Study ». In *Proceedings of EMMSAD*, 8:112-29.
- . 2012a. « Quality of Modelling Languages ». In *Model-Based Development and Evolution of Information Systems*, par John Krogstie, 249-80. London : Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2936-3_5.
- . 2012b. « Quality of Models ». In *Model-Based Development and Evolution of Information Systems*, par John Krogstie, 205-47. London : Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2936-3_4.
- Krogstie, John, Guttorm Sindre, et Håvard Jørgensen. 2006. « Process Models Representing Knowledge for Action : A Revised Quality Framework ». *European Journal of Information Systems* 15 (1) : 91-102. <https://doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000598>.
- Kubler, Sylvain, Jérémy Robert, William Derigent, Alexandre Voisin, et Yves Le Traon. 2016. « A State-of-the-Art Survey & Testbed of Fuzzy AHP (FAHP) Applications ». *Expert Systems with Applications* 65 (décembre) : 398-422. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.08.064>.
- Kuhn, Thomas S. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*. 2e éd. *International Encyclopedia of Unified Science. Foundations of the Unity of Science*, v. 2, No. 2. Chicago : University of Chicago Press. Cité dans Vladislav A. Lektorski : « Le réalisme constructif dans l'épistémologie et les sciences cognitives » (*Revue Philosophique de la France et de l'Étranger*, T. 203 138 (2) : 171-86, 2013).
- Kuperman, Gilad J., et Richard F. Gibson. 2003. « Computer Physician Order Entry : Benefits, Costs, and Issues ». *Annals of Internal Medicine* 139 (1) : 31. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-139-1-200307010-00010>.
- « La médication personnelle – Formes pharmaceutiques d'automédication, Galéniques produits, Galien ». 2011. Information. [Monautomedication.fr](http://monautomedication.fr). 26 mars 2011. <http://monautomedication.fr/Srv-Formes-Produits-Automedication.php>.
- Lambert, Douglas M., Sebastián J. García-Dastugue, et Keely L. Croxton. 2005. « An evaluation of process-oriented supply chain management frameworks ». *Journal of business Logistics* 26 (1) : 25–51.
- Landry, Sylvain, et Martin Beaulieu. 2001. « La logistique hospitalière : un remède aux maux du secteur de la santé ? » *Gestion* 26 (4) : 34. <https://doi.org/10.3917/riges.264.0034>.
- . 2010. « Achieving lean healthcare by combining the two-bin kanban replenishment system with RFID technology ». *International Journal of Health Management and Information* 1 (1) : 85–98.
- Landry, Sylvain, Jean-Philippe Blouin, et Martin Beaulieu. 2004. « Réapprovisionnement des unités de soins : Portrait de six hôpitaux québécois et français ». *Logistique & Management* 12 (sup 1) : 13-20.
- Langfield-Smith, Kim. 1997. « Management control systems and strategy : A critical review ». *Accounting, Organizations and Society* 22 (2) : 207-32. [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(95\)00040-2](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(95)00040-2).
- Lapalme, James, Aurna Gerber, Alta Van der Merwe, John Zachman, Marne De Vries, et Knut Hinkelmann. 2016. « Exploring the future of enterprise architecture : A Zachman perspective ». *Computers in Industry, Special Issue on Future Perspectives On Next Ge-*

- neration Enterprise Information Systems, 79 (juin) : 103-13. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2015.06.010>.
- Lapide, Larry. 2000. « What about measuring supply chain performance ». *Achieving Supply Chain Excellence Through Technology 2* (2) : 287-297.
- Lapointe, et Rivard. 2005. « A Multilevel Model of Resistance to Information Technology Implementation ». *MIS Quarterly* 29 (3) : 461-91. <https://doi.org/10.2307/25148692>.
- Laradji, Mourad. 2019. « Indicateurs de gestion du flux pharmaceutique dans le secteur de la santé sous la perspective logistique ». *Revue des Réformes Économiques et Intégration En Économie Mondiale*, 13 (1) : 82-112.
- Laurentie, Jean, François Berthelemy, Laurent Grégoire, Christian Terrier, et Association française de normalisation. 2000. *Processus et méthodes logistiques : supply chain management*. AFNOR.
- Lawrence, Paul R, Jay William Lorsch, Jacques Ledru, et Michel Crozier. 1973. *Adapter les structures de l'entreprise : intégration ou différenciation*. Éditions d'Organisation.
- Le Goff, Joan, et Faouzi Bensebaa. 2009. *Mesurer la performance de la fonction logistique*. Paris : Eyrolles-Éd. d'Organisation.
- Le Moigne, Jean-Louis. 1994a. *La théorie du système général : théorie de la modélisation*. Les Classiques du Réseau Intelligence de la Complexité. www.mcxapc.org. <http://www.mcxapc.org/inserts/ouvrages/0609tshtm.pdf>.
- . 1994b. *Les épistémologies constructivistes*. Paris : Presses universitaires de France.
- Lebas, Michel, et Ken Euske. 2007. « A Conceptual and Operational Delineation of Performance ». In *Business Performance Measurement : Unifying Theory and Integrating Practice.*, 65-79. Leiden : Cambridge University Press. <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=328900>.
- Lee, Hau L. 2000. « Creating value through supply chain integration ». *Supply chain management review* 4 (4) : 30-36.
- . 2004. « The Triple-A Supply Chain ». *Harvard Business Review* 82 (10) : 102-13.
- Lee, Hau L., Venkata Padmanabhan, et Seungjin Whang. 1997. « The bullwhip effect in supply chains ». *Sloan management review* 38 (3) : 93-102.
- Leong, G. K., D. L. Snyder, et P. T. Ward. 1990. « Research in the process and content of manufacturing strategy ». *Omega* 18 (2) : 109-22. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(90\)90058-H](https://doi.org/10.1016/0305-0483(90)90058-H).
- Lequeux, J-L. 1999. *Manager avec les ERP*. Paris : Éditions d'Organisation.
- Liou, Tian-Shy, et Mao-Jiun J. Wang. 1992. « Ranking fuzzy numbers with integral value ». *Fuzzy Sets and Systems* 50 (3) : 247-55. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(92\)90223-Q](https://doi.org/10.1016/0165-0114(92)90223-Q).
- List, Beate, et Birgit Korherr. 2006. « An evaluation of conceptual business process modelling languages ». In *Proceedings of the 21st ACM symposium on Applied computing*, 1532-39. New York : Association for Computing Machinery.
- Livieri, Barbara, et Mario Boichicchio. 2014. « Performance Modeling for Collaborative Enterprises : Review and Discussion ». In *Perspectives in Business Informatics Research*, édité par Björn Johansson, Bo Andersson, et Nicklas Holmberg, 194:57-71. *Lecture Notes in Business Information Processing*. Sweden : Springer International Publishing. http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-11370-8_5.
- Löfgren, Martin, et Lars Witell. 2008. « Two Decades of Using Kano's Theory of Attractive Quality : A Literature Review ». *Quality Management Journal* 15 (1) : 59-75. <https://doi.org/10.1080/10686967.2008.11918056>.
- Lorino, Philippe. 1995. *Comptes et récits de la performance : Essai sur le pilotage de l'entreprise*. Paris : Éditions d'Organisation.
- . 1999. *Les indicateurs de performance dans le pilotage organisationnel*. Cergy-Pontoise : Groupe ESSEC.
- . 2001. *Méthodes et pratique de la performance : le pilotage par les processus et les compétences*. Paris : Éditions d'Organisation.

- Lu, Ruopeng, et Shazia Sadiq. 2007. « A Survey of Comparative Business Process Modeling Approaches ». In *Business Information Systems*, édité par Witold Abramowicz, 82-94. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg.
- Lummus, Rhonda R., et Robert J. Vokurka. 1999. « Defining Supply Chain Management : A Historical Perspective and Practical Guidelines ». *Industrial Management & Data Systems* 99 (1) : 11-17. <https://doi.org/10.1108/02635579910243851>.
- Luo, Wenhong, et Y. Alex Tung. 1999. « A Framework for Selecting Business Process Modeling Methods ». *Industrial Management & Data Systems* 99 (7) : 312-19. <https://doi.org/10.1108/02635579910262535>.
- Lussato, Bruno. 1992. *Introduction critique aux théories d'organisation : Modèles cybernétiques, hommes, entreprises*. Paris : Dunod.
- Maadani, Martine, et Karim Saïd. 2009. *Management et pilotage de la performance : version export*. Paris : Hachette Supérieur.
- Macal, Charles M., et Michael J. North. 2005. « Tutorial on agent-based modeling and simulation ». In *Proceedings of the 37th conference on Winter simulation*, 2-15. Winter Simulation Conference.
- Magee, John F. 1967. *Industrial Logistics ; Analysis and Management of Physical Supply and Distribution Systems*. New York : McGraw-Hill. Cité dans Colin, J., H. Mathé, et D. Tixier. *La logistique d'entreprise : vers un management plus compétitif* (Paris : Dunod, 1998).
- Mahendran, P., M. B. K. Moorthy, et S. Saravanan. 2014. « A fuzzy AHP approach for selection of measuring instrument for engineering college selection ». *Applied Mathematical Sciences* 8 (44) : 2149-61. <https://doi.org/10.12988/ams.2014.44232>.
- Mahfoud, Nacera, Brahim Brahamia, et Coppieters Yves. 2017. « Consommation de médicaments et maîtrise des dépenses de santé en Algérie ». *Algerian business performance review*, no 11 : 41-54.
- Mahner, Martin, et Mario Bunge. 1997. *Foundations of Biophilosophy*. Berlin, Heidelberg : Springer. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-03368-5>.
- Maloni, Michael J., et W. C. Benton. 1997. « Supply chain partnerships : opportunities for operations research ». *European Journal of Operational Research* 101 (3) : 419-429. Cité dans Gunasekaran, Angappa, Christopher Patel, et Ronald E. McGaughey : « A framework for supply chain performance measurement » (*International journal of production economics* 87 (3) : 333-347, 2004).
- Marie-Laure Gavard-Perret, David Gotteland, et Christophe Haon. 2012. *Méthodologie de la recherche : réussir son mémoire ou sa thèse en sciences de gestion*. Montreuil : Pearson.
- Marks, Norton E, et Robert Martin Taylor. 1967. *Marketing Logistics : Perspectives and Viewpoints*. New York : Wiley. Cité dans Colin, J., H. Mathé, et D. Tixier. *La logistique d'entreprise : vers un management plus compétitif* (Paris : Dunod, 1998).
- Marquardt, W. 1996. « Trends in computer-aided process modeling ». *Computers & Chemical Engineering, Fifth International Symposium on Process Systems Engineering*, 20 (6-7) : 591-609. [https://doi.org/10.1016/0098-1354\(95\)00195-6](https://doi.org/10.1016/0098-1354(95)00195-6).
- Martin, André J. 1995. *DRP : Distribution Resource Planning : The Gateway to True Quick Response and Continuous Replenishment*. John Wiley & Sons.
- Martinelly, Christine Di, Fouad Riane, James Rappold, et Alain Guinet. 2011. « Implémentation d'une armoire automatique de dispensation des médicaments dans un hôpital : une méthodologie pour évaluer la performance ». *Logistique & management* 19 (2) : 53-67.
- Martinet, Alain Charles, A Silem, et Alain Asquin. 2005. *Lexique de gestion*. Paris : Dalloz.
- Martínez Sánchez, Angel, et Manuela Pérez Pérez. 2005. « Supply chain flexibility and firm performance : A conceptual model and empirical study in the automotive industry ». *International Journal of Operations & Production Management* 25 (7) : 681-700. <https://doi.org/10.1108/01443570510605090>.

- Maskell, Brian H. 1991. *Performance Measurement for World Class Manufacturing : A Model for American Companies*. CRC Press.
- Mayer, Richard J., Christopher P. Menzel, Michael K. Painter, Paula S. Dewitte, Thomas Blinn, et Benjamin Perakath. 1995. « Information integration for concurrent engineering (IICE) IDEF3 process description capture method report ». DTIC Document. <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA530528>.
- Mélèse, Jacques. 1972. *L'analyse modulaire des systèmes de gestion : une méthode efficace pour appliquer la théorie des systèmes au management*. Boulogne-Billancourt : Éditions Hommes et techniques.
- Mendling, J., H.A. Reijers, et W.M.P. van der Aalst. 2010. « Seven Process Modeling Guidelines (7PMG) ». *Information and Software Technology* 52 (2) : 127-36. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2009.08.004>.
- Mendling, Jan. 2008. *Metrics for process models : empirical foundations of verification, error prediction, and guidelines for correctness*. Lecture notes in business information processing 6. Berlin ; New York : Springer.
- Mendling, Jan, Gustaf Neumann, et Wil Van Der Aalst. 2007. « Understanding the occurrence of errors in process models based on metrics ». In *On the Move to Meaningful Internet Systems 2007 : CoopIS, DOA, ODBASE, GADA, and IS*, 113–130. Springer.
- Merode, Godefridus G van, Siebren Groothuis, et Arie Hasman. 2004. « Enterprise Resource Planning for Hospitals ». *International Journal of Medical Informatics* 73 (6) : 493-501. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2004.02.007>.
- Ministère français de l'emploi et de la solidarité. 2001. *Bonnes pratique de pharmacie hospitalière*. Vol. 2001-BOS 2 BIS. <http://nosobase.chu-lyon.fr/Reglementation/2001/Rapport/bpph.pdf>.
- Mintzberg, Henry. 1982. *Structure et dynamique des organisations*. Paris : Éditions d'Organisation.
- . 1990. « The design school : reconsidering the basic premises of strategic management ». *Strategic management journal* 11 (3) : 171–195.
- . 2002. *Structure et dynamique des organisations*. Traduit par Pierre Romalaer. Éditions d'Organisation.
- Mintzberg, Henry, et Jean-Michel Béhar. 1997. *Le Management : voyage au centre des organisations*. [Paris] : les Ed. d'Organisation.
- Mir, Raza, et Andrew Watson. 2000. « Strategic Management and the Philosophy of Science : The Case for a Constructivist Methodology ». *Strategic Management Journal* 21 (9) : 941-53.
- Mollard, Dominique. 2006. *Systèmes décisionnels et pilotage de la performance*. Management et informatique. Paris : Hermès science publications : Lavoisier.
- Moody, Daniel L. 2005. « Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models : current state and future directions ». *Data & Knowledge Engineering* 55 (3) : 243-76.
- . 2009. « The “Physics” of Notations : Towards a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering ». *IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING* 35 (5) : 756-78.
- Moody, Daniel L, et Jos van Hilleberg. 2009. « Evaluating the Visual Syntax of UML : An Analysis of the Cognitive Effectiveness of the UML Family of Diagrams ». In *Software Language Engineering*, édité par Dragan Gašević, Ralf Lämmel, et Eric Van Wyk, 16-34. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg.
- Moore, James C., et Andrew B. Whinston. 1987. « A model of decision-making with sequential information-acquisition (part 2) ». *Decision Support Systems* 3 (1) : 47–72.
- Moradi-Moghadam, Mohsen, Hossein Safari, et Meysam Maleki. 2013. « A novel model for business process maturity assessment through combining maturity models with EFQM

- and ISO 9004 : 2009 ». *International Journal of Business Process Integration and Management* 6 (2) : 167–184.
- Mordal, Karine, Jannik Laval, et Stéphane Ducasse. 2011. « Modèles de mesure de la qualité des logiciels ». In *Évolution et rénovation des systèmes logiciels*. Hermès.
- Morgan, Gareth. 1999. *Les images de l'organisation*. Bruxelles : De Boeck Université-Management.
- Morin, Edgar, et Jean-Louis Le Moigne. 1999. *L'intelligence de la complexité*. Paris, France : L'Harmattan.
- Mosse, Roberto, et Leigh Ellen Sontheimer. 1996. *Performance monitoring indicators handbook*. World Bank technical paper, no. 334. Washington, D.C : The World Bank.
- Mougin, Yvon. 2004. *La cartographie des processus : maîtriser les interfaces, la méthode de la voix du client*. Paris : Éditions d'Organisation.
- MSPRH (Ministère de la santé de la population et de la réforme hospitalière). 2005. *Circulaire relative à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé*. Vol. 007.
- . 2015. « Indicateurs ». Gouvernemental. Ministère de la santé de la population et de la réforme hospitalière. 2015. <http://www.sante.gov.dz/index.php/indicateurs>.
- . 2018. « Établissements sous tutelle ». Gouvernemental. Ministère de la santé de la population et de la réforme hospitalière. 2018. <http://www.sante.gov.dz/index.php/2015-07-02-12-48-03>.
- Mujtaba, Mohamed Shahid. 1994. « Enterprise modeling and simulation : Complex dynamic behavior of a simple model of manufacturing ». *Hewlett-Packard Journal*, décembre 1994.
- Müller, Richard, et Andreas Rogge-Solti. 2011. « BPMN for healthcare processes ». In *Proceedings of the 3rd Central-European Workshop on Services and their Composition (ZEUS 2011)*, Karlsruhe, Germany. Vol. 705. CEUR Workshop Proceedings. Karlsruhe, Germany : CEUR-WS.org. <http://CEUR-WS.org/Vol-705/>.
- Munda, Giuseppe, et Michela Nardo. 2005. « Non-Compensatory Composite Indicators for Ranking Countries : A Defensible Setting ». *EUR Report EUR 21833 EN*. Luxembourg : European Commission, Ispra.
- Murata, Tadao. 1989. « Petri nets : Properties, analysis and applications ». *Proceedings of the IEEE* 77 (4) : 541–580.
- Murdoch, John, et John A McDermid. 2000. « Modelling Engineering Design Processes with Role Activity Diagrams ». *Journal of Integrated Design and Process Science* 4 (2) : 45-65.
- Mylopoulos, John. 1992. « Conceptual modelling and Telos ». *Conceptual Modelling, Databases, and CASE : an Integrated View of Information System Development*, New York : John Wiley & Sons, 49-68.
- Najmi, Ali, Mohammad Reza Gholamian, et Ahamad Makui. 2013. « Supply chain performance models : A literature review on approaches, techniques, and criteria ». *Journal of Operations and Supply Chain Management* 6 (2) : 94-113. <https://doi.org/10.12660/joscmv6n2p94-113>.
- Nardo, Michela, Michaela Saisana, Andrea Saltelli, et Stefano Tarantola. 2005. « Tools for Composite Indicators Building ». *EUR Report EUR 21682 EN*. European Commission, Ispra.
- Neely, Andy. 2007. *Business Performance Measurement : Unifying Theory and Integrating Practice*. Leiden : Cambridge University Press. <http://public.eblib.com/choice/publicfull-record.aspx?p=328900>.
- Neely, Andy, et Chris Adams. 2000. « Perspectives on performance : the performance prism ». *Focus Magazine for the Performance Management Professional* 4. <https://pdfs.semantic-scholar.org/4a2d/f66a2941cccc0ba632d3ed5ed71a5bebecea.pdf>.

- Neely, Andy, Chris Adams, et Paul Crowe. 2001. « The Performance Prism in Practice ». *Measuring Business Excellence* 5 (2) : 6-13. <https://doi.org/10.1108/13683040110385142>.
- Neely, Andy D., Chris Adams, et Mike Kennerley. 2002. *The performance prism : The scorecard for measuring and managing business success*. Prentice Hall Financial Times London. <http://210.55.20.100/news/Events/Tertiary%20Services%20Conference/Tertiary%20Conference/PDF's/2009/General%20Papers/NM%20Performance%2520Prism.pdf>.
- Neely, Andy, Mike Gregory, et Ken Platts. 2005. « Performance Measurement System Design : A Literature Review and Research Agenda ». *International Journal of Operations & Production Management* 25 (12) : 1228-63.
- Neely, Andy, Huw Richards, John Mills, Ken Platts, et Mike Bourne. 1997. « Designing Performance Measures : A Structured Approach ». *International Journal of Operations & Production Management* 17 (11) : 1131-52. <https://doi.org/10.1108/01443579710177888>.
- Neiger, Dina, et Leonid Churilov. 2008. « Process-Based Decision Support ». In *Handbook on Decision Support Systems 2*, 211–237. Springer. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-48716-6_11.
- Nelson, H James, Geert Poels, Marcela Genero, et Mario Piattini. 2012. « A conceptual modeling quality framework ». *Software Quality Journal* 20 (1) : 201-28.
- Neville, Colin. 2007. *Introduction to research and research methods*. Effective Learning Service. Bradford university school of management.
- NFEN ISO (International Organization for Standardization). 1995. « Norme européenne norme française ». *Int J Acad Res Bus Soc Sci*. http://dbruneau.free.fr/GED-IML/IMG/pdf/NF_EN_ISO_9001.pdf.
- Norreklit, Hanne. 2000. « The balance on the balanced scorecard a critical analysis of some of its assumptions ». *Management Accounting Research* 11 (1) : 65-88. <https://doi.org/10.1006/mare.1999.0121>.
- Nsamzinshuti, A., C. Van Elslande, et B. A. Ndiaye. 2014. « Managing hospital efficiency and effectiveness : Designing a hospital performance measurement system ». In *2014 International Conference on Logistics Operations Management*, 188-200. IEEE. <https://doi.org/10.1109/GOL.2014.6887440>.
- Ntabe, E.N., L. LeBel, A.D. Munson, et L.A. Santa-Eulalia. 2015. « A Systematic Literature Review of the Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model Application with Special Attention to Environmental Issues ». *International Journal of Production Economics* 169 (novembre) : 310-32. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.08.008>.
- OECD, European Union, et Joint Research Centre – European Commission. 2008. *Handbook on Constructing Composite Indicators : Methodology and User Guide*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>.
- Oge, C, et H Dickinson. 1992. « Product development in the 1990 s–new assets for improved capability ». *Economist Intelligence Unit, Japan Motor Business*, décembre, 132-144. Cité dans Neely, Andy, Mike Gregory, et Ken Platts : « Performance Measurement System Design : A Literature Review and Research Agenda » (*International Journal of Operations & Production Management* 25 (12) : 1228-63, 2005).
- Ohnishi, Shin-ichi, Didier Dubois, Henri Prade, et Takahiro Yamanoi. 2008. « A Fuzzy Constraint-Based Approach to the Analytic Hierarchy Process ». In *Uncertainty and Intelligent Information Systems*, édité par Ronald R. Yager, 217-28. World Scientific Pub Co Inc. [https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=5EW13_d-KxUC&oi=fnd&pg=PA217&dq=Ohnishi,+S.-I.,+Dubois,+D.,+Prade,+H.,+%26+Yamanoi,+T.+\(2008\).+A+fuzzy+constraint-based+approach+to+the+analytic+hierarchy+process.+In+Uncertainty+and+intelligent+information+systems&ots=9UGFJUrjzw&sig=cx-T9B_qxJalSpmCGbSZ_JyVB1Y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=5EW13_d-KxUC&oi=fnd&pg=PA217&dq=Ohnishi,+S.-I.,+Dubois,+D.,+Prade,+H.,+%26+Yamanoi,+T.+(2008).+A+fuzzy+constraint-based+approach+to+the+analytic+hierarchy+process.+In+Uncertainty+and+intelligent+information+systems&ots=9UGFJUrjzw&sig=cx-T9B_qxJalSpmCGbSZ_JyVB1Y#v=onepage&q&f=false).
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota production system : beyond large-scale production*. crc Press.

- Oliver, R Keith, et Michael D Webber. 1982. « Supply-chain management : logistics catches up with strategy ». *Outlook* 5 (1) : 42-47. Cité dans Holmberg, Stefan : « A systems perspective on supply chain measurements » (*International Journal of Physical Distribution&Logistics Management* 30 (10) : 847-68,2000).
- OMG. 2010. « BPMN 2.0 by Example Version 1.0 (Non-Normative) ». Object Management Group. <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?dtc/10-06-02>.
- . 2011. « Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0 ». Object Management Group. <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>.
- . 2017. « Unified Modeling Language, v2.5.1 ». <http://www.omg.org/spec/UML/2.5.1>.
- OMS (Organisation mondiale de la santé). 2014. « Algérie ». Présentation. Organisation Mondiale de la Santé. 2014. <http://www.who.int/countries/dza/fr/>.
- Ordoobadi, Sharon M. 2012. « Application of ANP methodology in evaluation of advanced technologies ». *Journal of Manufacturing Technology Management* 23 (2) : 229-52. <https://doi.org/10.1108/17410381211202214>.
- Ortega, Adela del-Río-, Manuel Resinas, et Antonio Ruiz-Cortés. 2010. « Defining Process Performance Indicators : An Ontological Approach ». In *On the Move to Meaningful Internet Systems : OTM 2010*, édité par Robert Meersman, Tharam Dillon, et Pilar Herro, 6426:555-72. Springer. http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-16934-2_41.
- Ostic, J. K., et C. E. Cannon. 1996. « An Introduction to Enterprise Modeling and Simulation ». LA-UR-96-3554. Los Alamos National Lab., NM (United States). <https://doi.org/10.2172/432930>.
- Otley, David. 1999. « Performance management : a framework for management control systems research ». *Management Accounting Research* 10 (4) : 363-382. <https://doi.org/10.1006/mare.1999.0115>. Cité dans Ferreira, Aldónio, et David Otley : « The design and use of performance management systems : An extended framework for analysis » (*Management Accounting Research* 20 (4) : 263-82,2009, <https://doi.org/10.1016/j.mar.2009.07.003>).
- Ottensooser, Avner, Alan Fekete, Hajo A. Reijers, Jan Mendling, et Con Menictas. 2012. « Making sense of business process descriptions : An experimental comparison of graphical and textual notations ». *Journal of Systems and Software* 85 (3) : 596-606.
- Otto, Andreas, et Herbert Kotzab. 2003. « Does supply chain management really pay ? Six perspectives to measure the performance of managing a supply chain ». *European Journal of Operational Research* 144 (2) : 306–320.
- Ouchi, William G. 1979. « A Conceptual Framework for the Design of Organizational Control Mechanisms ». *Management Science* 25 (9) : 833-48. <https://doi.org/10.1287/mnsc.25.9.833>.
- Ould, Martyn A. 2005. *Business Process Management : A Rigorous Approach*. Swindon : British Computer Society. <http://www.books24x7.com/marc.asp?bookid=35458>.
- Parker, Lee D. 1979. « Divisional Performance Measurement : Beyond an Exclusive Profit Test ». *Accounting and Business Research*, no Autumn : 309-19. Cité dans Johanson, Ulf, Matti Skoog, Andreas Backlund, et Roland Almqvist : « Balancing dilemmas of the balanced scorecard » (*Accounting, Auditing & Accountability Journal* 19 (6) : 842-57, 2006, <https://doi.org/10.1108/09513570610709890>).
- Parmenter, David. 2010. *Key Performance Indicators (KPI) : Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. 2 édition. Hoboken, N.J : Wiley.
- Paul, John, et Jean-Jacques Laville. 2007. « Le modèle SCOR, vecteur d'excellence de la Supply Chain ». *Supply chain magazine*, mars 2007.
- PCH (Pharmacie Centrale des Hôpitaux). 2016. « Besoins prévisionnels en produits pharmaceutiques – 2017 ». Présentation. Santé-Algérie Portail d'Information, de Documentation et de Communication. 14 novembre 2016. http://www.sante.dz/prevision_prod_pharm_2017.html.

- Pebret, François. 2005. Dictionnaire de pharmacologie générale : suivi de suivi de Dictionnaire de statistique médicale. Paris : Heures de France.
- Pedersen, Craig A., Philip J. Schneider, et Douglas J. Scheckelhoff. 2005. « ASHP National Survey of Pharmacy Practice in Hospital Settings : Prescribing and Transcribing—2004 ». *American Journal of Health-System Pharmacy* 62 (4) : 378-90.
- Perini, Anna, Marco Pistore, Marco Roveri, et Angelo Susi. 2004. « Agent-oriented modeling by interleaving formal and informal specification ». In *Agent-Oriented Software Engineering IV*, 36-52. Springer.
- Perrow, Charles. 1970. *Organizational Analysis : A Sociological View*. Vol. 50. California : Wadsworth Publishing Company.
- Persson, Fredrik, et Jan Olhager. 2002. « Performance simulation of supply chain designs ». *International Journal of Production Economics* 77 (3) : 231-45. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00088-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00088-8).
- Pezzotta, Giuditta, Sergio Cavalieri, et Paolo Gaiardelli. 2012. « A spiral process model to engineer a product service system : An explorative analysis through case studies ». *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 5 (3) : 214-25. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2012.07.008>.
- Phalp, Keith Thomas. 1998. « The CAP Framework for Business Process Modelling ». *Information and Software Technology* 40 (13) : 731-44. [https://doi.org/10.1016/S0950-5849\(98\)00058-5](https://doi.org/10.1016/S0950-5849(98)00058-5).
- Phélizon, Jean François. 1998. *Méthodes et modèles de la recherche opérationnelle*. Collection Gestion : série : politique générale, finance et marketing. Paris : Economica.
- Pillet, Maurice. 2003. *Six sigma : comment l'appliquer*. Paris : Éd. d'Organisation.
- . 2005. *Six Sigma : comment l'appliquer*. Paris : Éditions d'Organisation.
- Pimor, Yves. 1998. *Logistique : techniques et mise en œuvre*. Paris : Dunod.
- Pimor, Yves, et Michel Fender. 2008. *Logistique production, distribution, soutien*. Paris : Dunod. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=304134>.
- Pink, George H, Ian McKillop, Ellen G Schraa, Colin Preyra, Catherine Montgomery, et G Ross Baker. 2001. « Creating a balanced scorecard for a hospital system ». *Journal of health care finance* 27 (3) : 1-20.
- Plane, Jean-Michel. 2017. *Théorie des organisations*. Dunod.
- Plauchu, Vincent. 2005. *Mesure et amélioration des performances industrielles*. Grenoble : Université Pierre Mendès France.
- Poirier, Charles C, et Stephen E Reiter. 2001. *La supply chain : optimiser la chaîne logistique et le réseau interentreprises*. Paris : Dunod : Institut Renault.
- Popova, V., et A. Sharpanskykh. 2006. « Performance-Oriented Organisation Modelling ». <http://dare.uvu.vu.nl/handle/1871/10213>.
- Popova, Viara, et Alexei Sharpanskykh. 2010. « Modeling organizational performance indicators ». *Information Systems* 35 (4) : 505-27.
- . 2011a. « Formal analysis of executions of organizational scenarios based on process-oriented specifications ». *Applied Intelligence* 34 (2) : 226-44.
- . 2011b. « Formal Modelling of Organisational Goals Based on Performance Indicators ». *Data & Knowledge Engineering* 70 (4) : 335-64. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2011.01.001>.
- Porter, Michael E. 1986. *L'avantage concurrentiel : comment devancer ses concurrents et maintenir son avance*. Paris : InterÉditions.
- . 1998. *Competitive Advantage : Creating and Sustaining Superior Performance : With a New Introduction*. New York : Free Press.
- Pourshahid, Alireza, Daniel Amyot, Liam Peyton, Sepideh Ghanavati, Pengfei Chen, Michael Weiss, et Alan J. Forster. 2009. « Business process management with the user requirements notation ». *Electronic Commerce Research* 9 (4) : 269-316.

- Powell, Thomas C. 1995. « Total quality management as competitive advantage : a review and empirical study ». *Strategic management journal* 16 (1) : 15–37.
- PSF-CI. 2004. « L’approvisionnement en produits pharmaceutiques ». http://psfci.acted.org/images/PSF_dossiers_pdf/guides_techniques/guide-pharma_appro-medoc.pdf.
- Pujo, Patrick, et Jean-Paul Kieffer. 2002. *Fondements du pilotage des systèmes de production*. Paris : Hermès Science Publications.
- Radnor, Zoe J., et David Barnes. 2007. « Historical Analysis of Performance Measurement and Management in Operations Management ». Édité par Veronica Martinez. *International Journal of Productivity and Performance Management* 56 (5/6) : 384-96. <https://doi.org/10.1108/17410400710757105>.
- Rao, R. Venkata. 2013. *Decision Making in Manufacturing Environment Using Graph Theory and Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods*. Springer Series in Advanced Manufacturing. London : Springer. <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-4375-8>.
- Rappaport, Alfred. 1998. *Creating Shareholder Value : A Guide for Managers and Investors*. Rev. and Updated. New York : Free Press.
- Rasmussen, Anne. 2004. « Les enjeux d’une histoire des formes pharmaceutiques : La galénique, l’officine et l’industrie (XIXe ? début XXe siècle) ». *Entreprises et histoire* 36 (2) : 12. <https://doi.org/10.3917/eh.036.0012>.
- Ravelomanantsoa, Michel, Yves Ducq, et Bruno Vallespir. 2010. « Integration of Requirements for Performance Indicator System Definition and Implementation Methods ». In *Advances in Production Management Systems. New Challenges, New Approaches*, édité par Bruno Vallespir et Thècle Alix, 338:530-37. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16358-6_66.
- Ravelomanantsoa, Michel Stella. 2009. « Contribution à la définition d’un cadre générique pour la définition, l’implantation et l’exploitation de la performance : Application à la méthode ECOGRAI ». Thèse de doctorat, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis. http://ori-oai.u-bordeaux1.fr/pdf/2009/RAVELOMANANTSOA_MICHEL_STELLA_2009.pdf.
- Recker, Jan. 2010. « Opportunities and Constraints : The Current Struggle with BPMN ». *Business Process Management Journal* 16 (1) : 181-201. <https://doi.org/10.1108/14637151011018001>.
- Recker, Jan C, Marta Indulska, Michael Rosemann, et Peter Green. 2005. « Do process modelling techniques get better ? A comparative ontological analysis of BPMN ». In *Sydney*.
- . 2006. « How good is BPMN really ? Insights from theory and practice ». In *Proceedings 14th European Conference on Information Systems*, édité par Ljungberg, Jan et Andersson, Magnus, 1-12. Goeteborg, Sweden.
- Recker, Jan, Michael Rosemann, Marta Indulska, et Peter Green. 2009. « Business process modeling-a comparative analysis ». *Journal of the Association for Information Systems* 10 (4) : 1.
- Recker, Jan, Michael Rosemann, et John Krogstie. 2007. « Ontology-versus pattern-based evaluation of process modeling languages : a comparison ». *Communications of the Association for Information Systems* 20 (1) : 48.
- Reichertz, Peter L. 2006. « Hospital Information Systems—Past, Present, Future ». *International Journal of Medical Informatics* 75 (3-4) : 282-99. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2005.10.001>.
- Reijers, Hajo A., et S. Liman Mansar. 2005. « Best practices in business process redesign : an overview and qualitative evaluation of successful redesign heuristics ». *Omega* 33 (4) : 283–306.
- Reix, Robert. 1995. *Systèmes d’information et management des organisations*. Paris : Vuibert.

- Renard, Jacques, et Institut de l'audit interne. 2003. *Audit interne : ce qui fait débat*. Institut de l'audit interne. Paris : Maxima.
- Repa, Vaclav. 2011. « Business Process Modelling Notation from the Methodical Perspective ». In *Towards a Service-Based Internet. ServiceWave 2010 Workshops*, édité par Michel Cezon et Yaron Wolfsthal, 160-71. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg.
- Rezig, Amira. 2010. « L'enjeu de la stratégie marketing dans la commercialisation des produits pharmaceutiques, Cas de : l'Amoxypen (Amoxicilline) de Sidal ». Magistère, Alger : École des hautes études commerciales.
- Robert, Paul, Alain Rey, et Josette Rey-Debove. 1990. *Le Petit Robert 1 : dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*. Nouv. éd. rev., corr.mise À jour en 1990. Paris : Le Robert.
- Robert, Paul, Alain Rey, Josette Rey-Debove, et Henri Cottez. 1989. « Logistique ». In *Le petit Robert 1 : dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Nouv. éd. rev., corr.mise à jour en 1989. Paris : Le Robert.
- Rosemann, Michael, Jan Recker, Peter F. Green, et Marta Indulska. 2009. « Using ontology for the representational analysis of process modelling techniques ». *International Journal of Business Process Integration and Management* 4 (4) : 251-65.
- Rosemann, Michael, Jan Recker, Marta Indulska, et Peter Green. 2006. « A Study of the Evolution of the Representational Capabilities of Process Modeling Grammars ». In *Advanced Information Systems Engineering*, édité par Eric Dubois et Klaus Pohl, 4001:447-61. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/10.1007/11767138_30.
- Rosing, Mark von, Stephen White, Fred Cummins, et Henk de Man. 2015. « Business Process Model and Notation—BPMN ». In *The Complete Business Process Handbook*, 433-57. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799959-3.00021-5>.
- Rosnay, Joël de. 1975. *Le macroscope : vers une vision globale*. Paris : Éditions du Seuil.
- Rossi-Turck, Danielle, Jonathan Wrincq, Anne Marie Danhier, et Annick Menne. 2004. « L'approvisionnement duposable au bloc opératoire : couplage d'une approche MRP2 et d'une livraison en kits ». *Logistique & Management* 12 (sup1) : 65-77. <https://doi.org/10.1080/12507970.2004.11516820>.
- Roth, Aleda V, et Roland Dierdonck. 1995. « Hospital resource planning : concepts, feasibility, and framework ». *Production and operations management* 4 (1) : 2-29.
- Roubtsova, Ella, et Vaughan Michell. 2014. « KPIs and Their Properties Defined with the EXTREME Method ». In *Business Modeling and Software Design*, édité par Boris Shishkov, 173:128-49. Cham : Springer International Publishing. http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-06671-4_7.
- Roussopoulos, Nick, et Dimitris Karagiannis. 2009. « Conceptual modeling : past, present and the continuum of the future ». In *Conceptual modeling : Foundations and applications*, 139-52. Springer.
- Rowe, Gene, George Wright, et Fergus Bolger. 1991. « Delphi : A reevaluation of research and theory ». *Technological forecasting and social change* 39 (3) : 235-251.
- Roy, Jacques, Sylvain Landry, et Martin Beaulieu. 2006. « Collaborer dans la chaîne logistique : où en sommes-nous ? » *Gestion* 31 (3) : 70-76. <https://doi.org/10.3917/riges.313.0070>.
- Ruffolo, Massimo, Rosario Curia, et Lorenzo Gallucci. 2005. « Process management in health care : A system for preventing risks and medical errors ». In *Business Process Management*, 334-343. Springer.
- Saaty, Rosann W. 1987. « The analytic hierarchy process—what it is and how it is used ». *Mathematical modelling* 9 (3-5) : 161-176.
- Saaty, Rozann W. 2003. « Decision making in complex environments ».

- Saaty, Thomas L. 1977. « A scaling method for priorities in hierarchical structures ». *Journal of mathematical psychology* 15 (3) : 234–281.
- Saaty, Thomas L. 2004a. « Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP) ». *Journal of systems science and systems engineering* 13 (1) : 1-35.
- Saaty, Thomas L. 2004b. « Fundamentals of the analytic network process—multiple networks with benefits, costs, opportunities and risks ». *Journal of systems science and systems engineering* 13 (3) : 348–379.
- Samii, Alexandre Kamyab. 2004. *Stratégie logistique : supply chain management*. Paris : Dunod.
- Sampierie, N., et I. Bongiovanni. 2000. « Enjeux et perspectives des pratiques logistiques : pour une amélioration globale de la performance-le cas de l'hôpital français ». In *3e Rencontre Internationale de la recherche en logistique RIRL*. Trois Rivières, Canada.
- Sampieri-Teissier, Nathalie. 2002. « Proposition d'une typologie des pratiques logistiques des hôpitaux publics français Enseignements à partir d'une étude empirique ». *Logistique & Management* 10 (1) : 85–95.
- . 2004. « Enjeux et limites d'une amélioration des pratiques logistiques dans les hôpitaux publics français ». *Logistique & Management* 12 (sup1) : 31–39.
- Santos Bernardes, Ednilson, et Mark D. Hanna. 2009. « A Theoretical Review of Flexibility, Agility and Responsiveness in the Operations Management Literature : Toward a Conceptual Definition of Customer Responsiveness ». *International Journal of Operations & Production Management* 29 (1) : 30-53. <https://doi.org/10.1108/01443570910925352>.
- SAP Community. 2008a. « Investment Rate ». SAP Community WIKI. 28 septembre 2008. <https://wiki.scn.sap.com/wiki/display/KPI/Investment+Rate>.
- . 2008b. « Training Hours per Full Time Equivalent (FTE) ». SAP Community WIKI. 28 septembre 2008. <https://wiki.scn.sap.com/wiki/pages/viewpage.action?pageId=35631>.
- . 2012. « R&D Costs as a % of Gross Revenue – Earned ». SAP Community WIKI. 29 août 2012. <https://wiki.scn.sap.com/wiki/pages/viewpage.action?pageId=34534>.
- . 2014. « Innovation Rate ». SAP Community WIKI. 30 septembre 2014. <https://wiki.scn.sap.com/wiki/display/KPI/Innovation+Rate>.
- Sarshar, Kamyar, et Peter Loos. 2005. « Comparing the control-flow of epc and petri net from the end-user perspective ». In *Business Process Management*, 434–439. Springer.
- Scheer, August-Wilhelm. 2000. *ARIS – Business Process Modeling*. Berlin : Springer.
- Scheer, August-Wilhelm, et Markus Nüttgens. 2000. *ARIS architecture and reference models for business process management*. Springer.
- Scheibe, M., M. Skutsch, et J. Schofer. 2002. « IV. C. Experiments in Delphi methodology ». dans : Linstone H, Turoff M (eds) *The Delphi method : techniques and applications*, 257–281.
- Scheuerlein, Hubert, Falk Rauchfuss, Yves Dittmar, Rüdiger Molle, Torsten Lehmann, Nicole Pienkos, et Utz Settmacher. 2012. « New Methods for Clinical Pathways—Business Process Modeling Notation (BPMN) and Tangible Business Process Modeling (t. BPM) ». *Langenbeck's Archives of Surgery* 397 (5) : 755-61. <https://doi.org/10.1007/s00423-012-0914-z>.
- Schoemaker, Paul JH, et C Carter Waid. 1982. « An experimental comparison of different approaches to determining weights in additive utility models ». *Management science* 28 (2) : 182-96.
- Schroer, Bernard J. 2004. « Simulation as a tool in understanding the concepts of lean manufacturing ». *Simulation* 80 (3) : 171–175.
- Schuette, Reinhard, et Thomas Rotthowe. 1998. « The guidelines of modeling—an approach to enhance the quality in information models ». In *Conceptual Modeling—ER'98*, 240-54. Springer.

- Sessions, Roger. 2007. « A Comparison of the Top Four Enterprise-Architecture Methodologies ». Houston : ObjectWatch Inc. <http://www3.cis.gsu.edu/dtruex/courses/CIS8090/2013Articles/A%20Comparison%20of%20the%20Top%20Four%20Enterprise-Architecture%20Methodologies.html>.
- Shannon, Claude Elwood, et Warren Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana : University of Illinois Press.
- Shapiro, Roy D, et James L Heskett. 1985. *Logistics Strategy : Cases and Concepts*. St. Paul, Minn.: West Group. Cité dans Samii, Alexandre Kamyab : *Stratégie logistique : supply chain management* (Paris : Dunod, 2004).
- Showalter, Michael J. 1987. « Are manufacturing inventory concepts applicable for materiel management in hospitals ? » *Hospital materiel management quarterly* 8 (4) : 70-75.
- Silver, Bruce. 2011. *Bpmn Method and Stylen, with Bpmn Implementer's Guide : A Structured Approach for Business Process Modeling and Implementation Using Bpmn 2*. 2e éd. Aptos, Calif : Cody-Cassidy Press.
- . 2014. « BPMN Method and Style Training Overview ». Cours.
- . s. d. « BPMS Watch : Ten Tips for Effective Process Modeling ». Commerciale. BPMInstitute. Org. Consulté le 12 août 2018. <http://www.bpminstitute.org/resources/articles/bpms-watch-ten-tips-effective-process-modeling>.
- Simon, Herbert A. 1945. *Administrative Behavior*. New York : Free Press. Cité dans Plane, Jean-Michel : *Théorie des organisations* (Dunod, 2017).
- Simon, Herbert A. 1991. « Bounded Rationality and Organizational Learning ». *Organization Science* 2 (1) : 125-34. <https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.125>.
- Simon, Herbert Alexander. 1982. *Models of bounded rationality : Empirically grounded economic reason*. Vol. 3. MIT press.
- Simons, Robert. 1994. *Levers of Control : How Managers Use Innovative Control Systems to Drive Strategic Renewal*. Harvard Business Press.
- Sivaraman, Eswar, et Manjunath Kamath. 2002. « On The Use of Petri Nets for Business Process Modeling ». In. Orlando,. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=178C5C891DC1E682890656E56109BA77?doi=10.1.1.19.2334&rep=rep1&type=pdf>.
- Smata, Nesrine, Cherif Tolba, Dalila Boudebous, Senouci Benmansour, et Jaouad Boukachour. 2011. « Modélisation de la chaîne logistique en réseaux de Petri continus ».
- Smolij, Kamila, et Kim Dun. 2006. « Patient Health Information Management : Searching for the Right Model ». *Perspectives in Health Information Management / AHIMA, American Health Information Management Association* 3 (décembre) : 1-10.
- Speh, Thomas W. 2009. « Understanding warehouse costs and risks ». *Ackerman Warehousing Forum* 24 (7) : 1-4.
- Stablein, Dona, Emily Welebob, Elizabeth Johnson, Jane Metzger, Robert Burgess, et David C. Classen. 2003. « Understanding Hospital Readiness for Computerized Physician Order Entry ». *The Joint Commission Journal on Quality and Safety* 29 (7) : 336-44. [https://doi.org/10.1016/S1549-3741\(03\)29041-9](https://doi.org/10.1016/S1549-3741(03)29041-9).
- Stephens, Scott. 2001. « Supply Chain Operations Reference Model Version 5.0 : A New Tool to Improve Supply Chain Efficiency and Achieve Best Practice ». *Information Systems Frontiers* 3 (4) : 471-76. <https://doi.org/10.1023/A:1012881006783>.
- Stevens, Stanley Smith. 1946. « On the theory of scales of measurement », 677-80.
- Stewart, Gordon. 1995. « Supply chain performance benchmarking study reveals keys to supply chain excellence ». *Logistics Information Management* 8 (2) : 38-44.
- . 1997. « Supply-chain Operations Reference Model (SCOR) : The First Cross-industry Framework for Integrated Supply-chain Management ». *Logistics Information Management* 10 (2) : 62-67. <https://doi.org/10.1108/09576059710815716>.

- Strecker, Stefan, Ulrich Frank, David Heise, et Heiko Kattenstroth. 2012. « MetricM : a modeling method in support of the reflective design and use of performance measurement systems ». *Information Systems and e-Business Management* 10 (2) : 241–276.
- Supply Chain Council. 2006a. « Supply Chain Operations Reference Model SCOR Version 8.0 ». <http://www.supply-chain.org/resources/scor/8.0>. Cité dans Ganga, Gilberto Miller Devós, et Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti : « A fuzzy logic approach to supply chain performance management » (*International Journal of Production Economics* 134 (1) : 177-87, 2004, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.06.011>).
- . 2006b. « Supply Chain Operations Reference-model version 8 (SCOR Overview) ». <ftp://193.25.22.84/pub/contributors/schlichtherle/Literatur/SCM/SCOR5.0Overview-Booklet.pdf>.
- . 2012. « SCOR Revision 11 ». APICS.
- Tassinari, Robert, et Henri Martre. 2003. *Pratique de l'analyse fonctionnelle*. Paris : Dunod.
- Teknomo, Kardi. 2006. « Analytic Hierarchy Process (AHP) Tutorial ». Revoledu.com. http://www.thecourse.us/5/Library/AHP/AHP_Tutorial.pdf.
- Tessier, Sophie, et David Otley. 2012. « A conceptual development of Simons' Levers of Control framework ». *Management Accounting Research* 23 (3) : 171-85. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2012.04.003>.
- Thakkar, Jitesh, Arun Kanda, et S.G. Deshmukh. 2009. « Supply Chain Management for SMEs : A Research Introduction ». *Management Research News* 32 (10) : 970-93. <https://doi.org/10.1108/01409170910994178>.
- The Open Group. 2018. « The TOGAF Standard, Version 9.2 ». Présentation. The Open Group. avril 2018. <https://publications.opengroup.org/downloadable/download/link/id/MC4wODA2NTkwMCAxNTU5MzAwMTE1Mzg2Nzc2Mzk5MTI0ODc4/>.
- Thierry, Caroline, André Thomas, et Gérard Bel. 2008. *La simulation pour la gestion des chaînes logistiques*. Paris : Hermès.
- Thiéart, Raymond-Alain. 2003. *Méthodes de recherche en management*. 2e éd. Paris : Dunod.
- Thomopoulos, Nick T. 2016. *Elements of Manufacturing, Distribution and Logistics*. Cham : Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26862-0>.
- Towill, Denis R. 1996. « Time Compression and Supply Chain Management – a Guided Tour ». *Logistics Information Management* 9 (6) : 41-53. <https://doi.org/10.1108/09576059610148694>.
- Tremblay, Réjean, Gilles St-Laurent, et Martin Beaulieu. 2004. « Les embûches à un partenariat public-privé dans le secteur de la santé ». *Logistique & Management* 12 (sup1) : 49-57. <https://doi.org/10.1080/12507970.2004.11516818>.
- Trist, E, et K Bamforth. 1951. « Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal-Getting ». *Human Relations* 4 (1) : 3-38.
- Trivin, Caroline, Benoît Allenet, Didier Vinot, Frédérick Marie, et Jean Calop. 2007. « Comment mesurer les activités pharmaceutiques hospitalières ? Validation via une démarche processus d'indicateurs et de tableaux de bord ». *Politiques et management public* 25 (1) : 65-83. <https://doi.org/10.3406/pomap.2007.2358>.
- Upton, David M. 1994. « The management of manufacturing flexibility ». *California management review* 36 (2) : 72–89.
- Uschold, Michael, et Michael Gruninger. 2004. « Ontologies and semantics for seamless connectivity ». *ACM SIGMod Record* 33 (4) : 58-64.
- Vallespir, B., C. Merle, et G. Doumeingts. 1993. « GIM : A Technico-Economic Methodology to Design Manufacturing Systems ». *Control Engineering Practice* 1 (6) : 1031-38. [https://doi.org/10.1016/0967-0661\(93\)90014-I](https://doi.org/10.1016/0967-0661(93)90014-I).
- Vallespir, Bruno, Christian Braesch, Vincent Chapurlat, et Didier Crestani. 2003. « L'intégration en modélisation d'entreprise : les chemins d'UEML ». In *MOSIM03-3e Conférence Francophone de Modélisation et Simulation*, Toulouse, 140-45. <https://www.research->

- gate.net/profile/Christian_Braesch/publication/234115570_L'Integration_en_Modelisation_d'Entreprise_Les_Chemin_d'UEML/links/55795da508ae75363755d36b.pdf.
- Vallin, Philippe. 1999. *La Logistique : modèles et méthodes du pilotage des flux*. Paris : Economica.
- . 2010. *La logistique : le pilotage de la supply chain*. 5e édition. Collection Techniques de gestion. Paris : Economica.
- Van der Aalst, Wil MP. 1998. « The application of Petri nets to workflow management ». *Journal of circuits, systems, and computers* 8 (01) : 21-66.
- . 2005. « Pi calculus versus Petri nets : Let us eat “humble pie” rather than further inflate the “Pi hype” ». *BPTrends* 3 (5) : 1–11.
- Van Der Aalst, Wil MP, et Arthur HM Ter Hofstede. 2005. « YAWL : yet another workflow language ». *Information systems* 30 (4) : 245–275.
- Van Der Aalst, Wil, et Kees Max Van Hee. 2004. *Workflow Management : Models, Methods, and Systems*. London : The MIT Press.
- Van Laarhoven, P. J. M., et Witold Pedrycz. 1983. « A fuzzy extension of Saaty’s priority theory ». *Fuzzy sets and Systems* 11 (1-3) : 229–241.
- Vandamme, Thierry F., Yveline Rival, Jean-yves Pabst, et Christiane Heitz, éd. 2010. *Initiation à la connaissance du médicament*. Lavoisier. Cachan : TEC ET DOC.
- Varma, Siddharth, Subhash Wadhwa, et S. G. Deshmukh. 2008. « Evaluating petroleum supply chain performance : application of analytical hierarchy process to balanced scorecard ». *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics* 20 (3) : 343-56.
- Vergidis, Konstantino, Christopher J Turner, et Ashutosh Tiwari. 2008. « Business process perspectives : Theoretical developments vs. real-world practice ». *International Journal of Production Economics* 114 (1) : 91–104.
- Vermorel, Estelle. 2013. « Définition des coûts de stocks ». *Commerciale. Lokad*. septembre 2013. <https://www.lokad.com/fr/couts-stock-definition>.
- Vernadat, François. 1996. *Enterprise modeling and integration : principles and applications*. London : New York : Chapman & Hall.
- . 1999. *Techniques de modélisation en entreprise : applications aux processus opérationnels*. Paris : Economica.
- Vladislav A. Lektorski. 2013. « Le réalisme constructif dans l’épistémologie et les sciences cognitives ». *Revue Philosophique de la France et de l’Étranger*, T. 203 138 (2) : 171-86.
- Voyer, Pierre. 1999. *Tableaux de bord de gestion et indicateurs de performance*. 2e éd. Sainte-Foy, Québec : Presses de l’Université du Québec.
- Wand, Yair, David E. Monarchi, Jeffrey Parsons, et Carson C. Woo. 1995. « Theoretical Foundations for Conceptual Modelling in Information Systems Development ». *Decision Support Systems* 15 (4) : 285-304. [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00043-6](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00043-6).
- Wand, Yair, et Ron Weber. 1990. « An ontological model of an information system ». *Software Engineering, IEEE Transactions on* 16 (11) : 1282-92.
- . 1995. « On the deep structure of information systems ». *Information Systems Journal* 5 (3) : 203-23.
- Wang, Ying-Ming, et Kwai-Sang Chin. 2010. « Some Alternative DEA Models for Two-Stage Process ». *Expert Systems with Applications* 37 (12) : 8799-8808. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.06.024>.
- Wanty, Jacques, et Jacques Federwisch. 1970. *Modèles globaux d’économie d’entreprise*. Paris : Dunod.
- Wen, Hua. 2014. « Process-Based Supply Chain Performance Measurement ». In *Proceedings of the Eighth International Conference on Management Science and Engineering Management*, édité par Jiuping Xu, Virgílio António Cruz-Machado, Benjamin Lev, et Stefan Nickel, 280:737-47. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-55182-6_64.

- Werber, B. 1996. *La révolution des fourmis : roman*. Romans, Nouvelles, Recits. Albin Michel. <https://books.google.dz/books?id=v9MdaQAIAAJ>.
- WfMC. 1999. « Glossaire ». In *Terminology & Glossary*. WfMC-TC-1011, Version 2.0. http://wfmc.org/docs/Glossary_French.PDF.
- White, Stephen A., et Derek Miers. 2008. *BPMN Modeling and Reference Guide : Understanding and Using BPMN ; Develop Rigorous yet Understandable Graphical Representations of Business Processes*. Future Strategies Inc., Lighthouse Pt, FL.
- Wiener, Norbert. (1948) 2007. *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. 2. ed., 14. print. Cambridge, Mass : MIT Press.
- WikiLean. 2016. « Les indicateurs du 6 Sigma ». 2016. about: reader?url=http%3A%2F%2Fwww.wikilean.com%2FArticles%2F6-Sigma%2FLes-indicateurs-du-6-Sigma.
- Williams, T. J. 1993. « The Purdue Enterprise Reference Architecture ». IFAC Proceedings Volumes, 12th Triennial World Congress of the International Federation of Automatic control. Volume 4 Applications II, Sydney, Australia, 18-23 July, 26 (2, Part 4) : 559-64. [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)48532-6](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)48532-6).
- Williamson, Oliver E. 1975. *Markets and Hierarchies, Analysis and Antitrust Implications : A Study in the Economics of Internal Organization*. New York : Free Press.
- Williamson, Oliver E. 1998. « Transaction cost economics : how it works ; where it is headed ». *De Economist* 146 (1) : 23–58.
- Wilson, RH. 1934. « A Scientific Routine for Stock Control ». *Harvard Business Review* 13 (octobre) : 116-128. Cité dans Pimor, Yves, et Michel Fender : *Logistique production, distribution, soutien* (Paris : Dunod, 2008, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=304134>).
- Wohed, P., W. M. P. van der Aalst, M. Dumas, A. H. M. ter Hofstede, et N. Russell. 2006. « On the Suitability of BPMN for Business Process Modelling ». In *Business Process Management*, édité par Schahram Dustdar, José Luiz Fiadeiro, et Amit P. Sheth, 4102:161-76. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11841760_12.
- Wu, Cheng-Ru, Chin-Tsai Lin, et Huang-Chu Chen. 2009. « Integrated Environmental Assessment of the Location Selection with Fuzzy Analytical Network Process ». *Quality and Quantity* 43 (3) : 351-80. <https://doi.org/10.1007/s11135-007-9125-z>.
- Wyssusek, Boris. 2006. « On ontological foundations of conceptual modelling ». *Scandinavian Journal of Information Systems* 18 (1) : 9.
- Yahia Zare Mehrjerdi. 2009. « Excellent Supply Chain Management ». Édité par Karen Conneely. *Assembly Automation* 29 (1) : 52-60. <https://doi.org/10.1108/01445150910929866>.
- YAWL Foundation. 2014. « YAWL – User Manual Version 3.0 ». <http://yawlfoundation.org/manuals/YAWLUserManual3.0.pdf>.
- Yeh, Duen-Yian, Ching-Hsue Cheng, et Mei-Lin Chi. 2007. « A Modified Two-Tuple FLC Model for Evaluating the Performance of SCM : By the Six Sigma DMAIC Process ». *Applied Soft Computing* 7 (3) : 1027-34. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2006.06.008>.
- Yeniurt, Sengun. 2003. « A Literature Review and Integrative Performance Measurement Framework for Multinational Companies ». *Marketing Intelligence & Planning* 21 (3) : 134-42. <https://doi.org/10.1108/02634500310474957>.
- Yin, Robert K. 2009. *Case Study Research : Design and Methods*. 4th ed. Applied Social Research Methods, v. 5. Los Angeles, Calif : Sage Publications.
- Ying, Alan. 2003. « Mobile physician order entry ». *Journal of Healthcare Information Management* 17 (1) : 59.
- Zachman, J. A. 1987. « A framework for information systems architecture ». *IBM Systems Journal* 26 (3) : 276-92. <https://doi.org/10.1147/sj.263.0276>.

- Zachman, John P. 2011. « The Zachman Framework Evolution by John P Zachman ». Présentation. Zachman International | Enterprise Architecture. 2011. <https://www.zachman.com/ea-articles-reference/54-the-zachman-framework-evolution>.
- Zehbold, Cornelia, Werner Schmidt, et Albert Fleischmann. 2013. « Activity-Based Costing for S-BPM ». In *S-BPM ONE – Running Processes*, édité par Herbert Fischer et Josef Schneeberger, 360:166-77. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-36754-0_10.
- Zhü, Kèyù. 2014. « Fuzzy Analytic Hierarchy Process : Fallacy of the Popular Methods ». *European Journal of Operational Research* 236 (1) : 209-17. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.10.034>.
- Zur Muehlen, Michael. 2008. « How much BPMN do you need ? » Center for Business Process Innovation (blog). 4 mars 2008. <http://www.cebpi.org/2008/03/03/how-much-bpmn-do-you-need/>.
- Zur Muehlen, Michael, et Jan Recker. 2008. « How Much Language Is Enough ? Theoretical and Practical Use of the Business Process Modeling Notation ». In *20th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE 2008)*, Montpellier, France, 465-79. Montpellier, France. <https://dx.doi.org/>.
- Zur Muehlen, Michael, Dennis E Wisnosky, et James Kindrick. 2010. « Primitives : design guidelines and architecture for BPMN models ». In *21st Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2010)*. Australasian Computer Society. <https://dx.doi.org/>.

*

*

*

Annexes

Annexe A. Répartition des établissements hospitaliers publics en Algérie

Wilaya	Nombre d'établissements selon catégorie					Total
	CHU	EHS	EPH	EPSP	EH	
Adrar			4	6		10
Ain Defla			4	4		8
Ain Temouchent					1	1
Ain Timouchent		1	3	4		8
Alger	5	12	8	10		35
Annaba	1	3	3	3		10
B B A		1	5	6		12
Batna	1	3	9	10		23
Bechar		1	4	7		12
Bejaia	1	1	5	8		15
Biskra		2	4	9		15
Blida	1	2	4	4		11
Bouira		1	5	5		11
Boumerdes			3	4		7
Chlef		1	7	5		13
Constantine	1	4	4	6	1	16
Djelfa		1	5	5	2	13
El Bayadh			3	4		7
El Oued		2	3	6		11
El Tarf			3	4		7
Ghardaia		1	4	5		10
Guelma			5	4		9
Ilizi			2	4		6
Jijel		1	3	6		10
Khenchela		1	4	6		11
Laghouat		1	3	7		11
M'sila		2	6	6		14
Mascara		1	6	5		12
Medea			6	7		13
Mila		1	5	5		11
Mostaganem		2	3	6		11
Naama			3	4		7
Oran	1	9	2	9	2	23
Ouargla		3	4	5	1	13
Oum El Bouaghi		1	6	3		10
Relizane		1	3	5		9
Saida		1	1	4		6
Setif	1	4	5	9	1	20
Sidi Bel Abbaes	1	2	4	7		14
Skikda		1	5	5	1	12
Souk Ahras			3	4		7
Tamanrasset			2	9		11
Tebessa		1	7	6		14
Tiaret		3	5	7		15
Tindouf			1	2		3
Tipaza		2	5	5		12
Tissemsilt			3	3		6
Tizi Ouzou	1	3	7	8		19
Tlemcen	1	1	5	7		14
Total	15	77	204	273	9	578

Source : Adaptée de la PCH (Pharmacie Centrale des Hôpitaux) 2016.

Annexe B. Recueil des indicateurs de performance

Nom Indicateur	Référence BDD	Source
Accidents/Maladies	I420	(Basu et Wright 2008)
Accomplissement parfait de la commande	I639	(Supply Chain Council 2006b) (Ainapur et al. 2011)
Achèvement des livraisons sans fautes	I200	(Gunasekaran et al. 2004)
Adhérence au programme	I198	(Gunasekaran et al. 2004)
Alignement du processus interne	I17	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Alliances stratégiques	I484	(Gurd et Gao 2007)
Amélioration de la motivation et l'autonomisation des employés	I487	(Gurd et Gao 2007)
Aptitude à satisfaire une commande complète à la date prévue	I309	(Pimor 1998)
Augmentation des dons	I510	(Gurd et Gao 2007)
Augmentation du soutien communautaire	I509	(Gurd et Gao 2007)
Base de données stratégique	I459	(Gurd et Gao 2007)
Bénéfice vendeur-fournisseur	I239	(Beamon 1998)
Capacité d'éviter les litiges	I199	(Gunasekaran et al., 2004)
Capacité de répondre à la demande à partir du stock	I380	(Thakkar et al. 2009)
Capacité disponible du système	I244	(Beamon 1998)
Capacité supplémentaire	I116	(Ducq et Berrah 2009)
Cas d'annulation	I528	(Gurd et Gao 2007)
Cas de cardiologie par mois	I553	(Gurd et Gao 2007)
Charge des bons de pharmacie	I562	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Charge des ordonnances internes	I563	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Chemin de la commande du consommateur	I190	(Gunasekaran et al. 2004)
Chiffre d'affaires	I252	(Beamon 1998)
Commandes en attente	I133	(Aramyan et al. 2007)
Commandes livrées en délai inférieur au délai contractuel	I109	(Vallin 2010)
Commandes livrées en deux fois	I108	(Vallin 2010)
Commandes parfaites	I523	(Gurd et Gao 2007)
Communication	I486	(Gurd et Gao 2007)
Conception du travail	I460	(Gurd et Gao 2007)
Condition parfaite	I158	(Supply Chain Council 2012) (Ainapur et al. 2011)
Conditions de travail	I154	(Aramyan et al. 2007) (Beamon 1998)
Conflit du travail	I431	(Baglin et al. 1996)
Conformité des bordereaux	I312	(Pimor 1998)
Conformité des commandes livrées sans défaillance	I175	(Supply Chain Council 2012)
Conformité des commandes livrées sans dommage	I173	(Supply Chain Council 2012)
Consommation d'eau	I153	(Aramyan et al. 2007)
Consommation d'énergie	I138	(Aramyan et al. 2007)
Consommation des patients	I629	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Consommation par pathologie	I620	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Contenu du coût de la main-d'œuvre	I427	(Basu et Wright 2008)
Convenance	I134	(Aramyan et al. 2007)
Coordination des soins	I329	(Pink et al. 2001)
Coût d'acquisition des matériaux	I276	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Supply Chain Council 2012)
Coût d'approvisionnement	I68	(Thierry et al. 2008)
Coût d'investissement	I18	(Schroer 2004) (Azfar, Khan, et Gabriel 2014) (Aramyan et al. 2007)
Coût de distribution	I143	(Aramyan et al. 2007)
Coût de gestion	I224	(Jobin et al. 2004)
Coût de gestion de la commande	I277	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Coût de gestion par ligne de fournitures réapprovisionnées	I222	(Supply Chain Council 2012)
Coût de l'information	I27	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Coût de la commande	I129	(Thierry et al. 2008)
Coût de la planification	I273	(Supply Chain Council 2012)
Coût de livraison	I60	(Ainapur et al. 2011)
Coût de pénalité	I132	(Aramyan et al. 2007)
Coût de possession du stock	I274	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Coût de production	I65	(Chan et Qi 2003)
Coût de R et D en pourcentage du revenu brut	I451	(Smata et al. 2011) (Aramyan et al. 2007)
Coût de retour du consommateur	I61	(SAP Community 2012)
Coût de traitement de l'information	I211	(Ainapur et al. 2011)
Coût de transaction	I151	(Landry et al. 2004)
Coût de transport amont	I98	(Aramyan et al. 2007)
Coût de transport aval	I99	(Vallin 2010)
Coût des finances et de la planification	I273	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Coût des intrants	I223	(Jobin et al. 2004)
Coût des marchandises vendues	I369	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Supply Chain Council 2012)
Coût des stocks	I305	(Basu et Wright 2008) (Thakkar et al. 2009)
Coût des technologies de l'information pour la chaîne logistique	I275	(Poirier et Reiter 2001)
Coût du management de la chaîne logistique	I36	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Coût du stockage	I130	(Ainapur et al. 2011) (Schroer 2004)
Coût du sujet/le sujet porteur dans le processus	I51	(Thierry et al. 2008)
Coût du transport	I428	(Fleischmann et al. 2012)
Coût environnemental	I32	(Basu et Wright 2008)
Coût la chaîne logistique	I272	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Coût matériel	I426	(Supply Chain Council 2006b)
Coût par cas	I533	(Basu et Wright 2008)
Coût par heure opérationnelle	I181	(Gurd et Gao 2007)
Coût par jour du patient	I530	(Thakkar et al. 2009) (Gunasekaran et al. 2004)
Coût par produit	I532	(Gurd et Gao 2007)
Coût pour les produits en achat direct	I227	(Gurd et Gao 2007)
Coût pour les produits sous contrat	I226	(Jobin et al. 2004)
Coût total	I255	(Jobin et al. 2004)
Coût total de la chaîne logistique	I272	(Van der Aalst 1998)
Coût total des produits livrés	I307	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Coût total du processus	I50	(Poirier et Reiter 2001)
Coût total du processus d'achat	I654	(Fleischmann et al. 2012)
Coût total du processus de comptabilisation	I367	(Fleischmann et al. 2012)
Coût total du processus de gestion des stocks	I366	(Fleischmann et al. 2012)
Coût total du processus de pilotage	I363	(Fleischmann et al. 2012)
Coût total du transport	I126	(Gunasekaran et al. 2004) (Thierry et al. 2008)
Coût unitaire de préparation à la commande	I100	(Vallin 2010)
Coût unitaire de transport à la palette	I69	(Vallin 2010)
Couverture du stock	I75	(ECOSIP 1990) (Vallin 2010)
Couverture médiatique favorable comprenant des médecins et du personnel	I511	(Gurd et Gao 2007)
Crédits de formation continue par ETP	I456	(Gurd et Gao 2007)
Croissance des revenus nets	I545	(Gurd et Gao 2007)
Croissance du volume par ligne de service clé	I546	(Gurd et Gao 2007)

Nom Indicateur	Référence BDD	Source
Culture d'amélioration	I485	(Gurd et Gao 2007)
Cycle cash au cash	I28	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Date de péremption	I568	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Débit	I66	(Biteau et Biteau 1998) (Baglin et al. 2001) (Smata et al. 2011)
Défauts par million opportunités (DPMO)	I319	(Pillet 2003)
Défauts par opportunités (DPO)	I318	(Pillet 2003)
Défauts par unités (DPU)	I317	(Pillet 2003)
Délai d'approvisionnement	I643	(Basu et Wright 2008)
Délai d'exécution de la commande à la livraison	I165	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Délai d'exécution des commandes livraison comprise	I302	(Poirier et Reiter 2001)
Délai d'introduction du produit dans le système	I300	(Poirier et Reiter 2001)
Délai d'obtention	I424	(Aramyan et al. 2007)
Délai de réalisation d'une commande	I125	(Thierry et al. 2008)
Délai du fournisseur face à la norme du secteur	I191	(Gunasekaran et al. 2004)
Délai moyen de paiement des clients	I280	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Supply Chain Council 2012)
Délais de la commande	I189	(Gunasekaran et al. 2004) (Azfar, Khan, et Gabriel 2014) (Thierry et al. 2008)
Délais de livraison	I288	(Cumbo, Kline, et Bumgardner 2006)
Densité	I67	(Ainapur et al. 2011) (Thierry et al. 2008) (Employé de l'EPH Kouba 2016)
Dépréciation	I543	(Gurd et Gao 2007)
Développement et utilisation du cheminement clinique	I447	(Pink et al. 2001)
Disponibilité des produits	I218	(Chan et Qi 2003 cités par Basu et Wright 2008) (Jobin et al. 2004)
Documentation précise	I163	(Supply Chain Council 2012) (Ainapur et al. 2011)
Dollars générés par de nouveaux contrats	I554	(Gurd et Gao 2007)
Dollars provenant de la collectivité	I548	(Gurd et Gao 2007)
Dose unitaire	I14	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Durée de vie acceptable	I147	(Aramyan et al. 2007)
Durée du séjour	I519	(Gurd et Gao 2007)
Durée totale de l'ordonnement	I236	(Van Der Aalst et Van Hee 2004)
Économies d'envergure	I206	(Christopher 1992. Cité dans Gunasekaran et al. 2004)
Économies dégagées sur les contrats signés	I225	(Jobin et al. 2004)
Effectifs	I72	(Vallin 2010)
Efficacité de la méthode de planification	I204	(Gunasekaran et al. 2004)
Efficacité des méthodes de délivrance de la facture	I386	(Thakkar et al. 2009)
Efficacité du programme de distribution	I208	(Gunasekaran et al. 2004)
Efficience	I295	(Pujo et Kieffer 2002)
Encours/En-cours	I259	(Baglin et al. 1996) (Schroer 2004) (Ait Hssain 2005) (Van der Aalst, 2005)
Ensemble du coût d'entrepôt	I97	(Vallin 2010)
Erreurs d'emplacement dans le stock global	I12	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Erreurs d'étiquetage	I311	(Pimor 1998)
Erreurs de localisation et d'étiquetage sur le chariot d'administration	I11	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Erreurs de médicament par dose	I521	(Gurd et Gao 2007)
Erreurs de préparation	I110	(Vallin 2010)
Erreurs de ramassage	I13	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Erreurs de transport	I638	(Aramyan et al. 2007)
Espace occupé	I410	(Basu et Wright 2008)
Espèces à espèces	I279	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
État des produits livrés	I310	(Pimor 1998)
Évaluation des employés	I477	(Gurd et Gao 2007)
Exactitude de la prévision de la demande	I650	(Clarke et Association française de normalisation 2004)
Exactitude des achats effectués	I232	(Jobin et al. 2004)
Exactitude des commandes livrées	I230	(Jobin et al. 2004)
Exactitude des factures	I219	(Jobin et al. 2004)
Exactitude des inventaires	I221	(Chan et Qi 2003) (Jobin et al. 2004)
Exactitude des prescriptions	I10	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Exécution des commandes	I268	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Extrant/Débit par heure	I415	(Basu et Wright 2008)
Fiabilité du processus de fabrication	I7	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Fiabilité du produit	I141	(Aramyan et al. 2007)
Filles d'attente de client	I440	(Basu et Wright 2008)
Flexibilité	I35	(Ainapur et al. 2011) (Schroer 2004) (Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Flexibilité de la chaîne d'approvisionnement	I264	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Flexibilité de la livraison	I267	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Aramyan et al. 2007) (Thakkar et al. 2009) (Supply Chain Council 2012)
Flexibilité de la production	I266	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Supply Chain Council 2012)
Flexibilité de la source	I265	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Supply Chain Council 2012)
Flexibilité du fournisseur	I374	(Thakkar et al. 2009)
Flexibilité du système pour répondre aux besoins des consommateurs	I385	(Thakkar et al. 2009)
Flexibilité du volume	I152	(Aramyan et al. 2007)
Flux de trésorerie	I407	(Basu et Wright 2008)
Fonds de roulement	I444	(Pink et al. 2001)
Fonds recueillis pour l'amélioration des équipements	I551	(Gurd et Gao 2007)
Formation du personnel	I514	(Gurd et Gao 2007)
Formule spéciale	I6	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Frais d'approvisionnement du bloc opératoire par cas chirurgical	I539	(Gurd et Gao 2007)
Frais de matériel	I449	(Pink et al. 2001)
Fréquence de livraison	I183	(Gunasekaran et al. 2004)
Fréquence de réapprovisionnement par semaine	I212	(Landry et al. 2004)
Gamme de produits et services	I372	(Thakkar et al. 2009)
Gaspillage	I640	(Biteau et Biteau 1998)
Gaspillage de l'entreprise	I33	(Beamon 1998) (Aramyan et al. 2007) (Thakkar et al. 2009) (Ainapur et al. 2011) (Nsamzinshuti et al. 2014)
Heures d'exploitation entre pannes par machine	I443	(Basu et Wright 2008)
Heures de formation par équivalent temps plein	I452	(SAP Community 2008b)
Heures par unité d'activité	I536	(Gurd et Gao 2007)
Incidents	I497	(Gurd et Gao 2007)
Incidents graves	I524	(Gurd et Gao 2007)
Indice de mortalité	I526	(Gurd et Gao 2007)
Innovation du produit	I513	(Gurd et Gao 2007)
Intégration des flux informationnels et physiques	I246	(Beamon 1998)
Intensité de l'utilisation de l'information	I446	(Pink et al. 2001)
Inventaire	I567	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Investissement en stock	I247	(Beamon 1998)
Jours dans les stocks	I282	(Pink et al. 2001) (Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Supply Chain Council 2012)
Jours du stock de l'offre	I63	(Ainapur et al. 2011)
Justesse de la méthode de prévision de la demande	I651	(Gunasekaran et al. 2004)
L'efficacité de la méthode du flux monétaire	I195	(Gunasekaran et al. 2004) (Thakkar et al. 2009)
L'efficacité du temps de cycle de la commande d'achat	I194	(Gunasekaran et al. 2004) (Thakkar et al. 2009)
L'heure de réception par le consommateur dans la date engagée	I166	(Supply Chain Council 2012)
la fitness	I131	(Thierry et al. 2008)
La méthode de saisie de la commande	I188	(Gunasekaran et al. 2004)
Lésions professionnelles	I522	(Gurd et Gao 2007)
Litiges	I313	(Pimor 1998)

Nom Indicateur	Référence BDD	Source
Livraison parfaite de la commande	I381	(Thakkar et al. 2009)
Livraisons à temps	I184	(Gunasekaran et al. 2004)
Management du risque	I517	(Gurd et Gao 2007)
Marge brute	I556	(Basu et Wright 2008)
Marge opérationnelle	I538	(Gurd et Gao 2007)
Marge totale	I448	(Pink et al. 2001)
Méthodologie de l'assurance qualité	I196	(Gunasekaran et al. 2004)
Minimisation des fonctions dupliquées	I240	(Arntzen et al., 1995) (Beamon 1998)
Minimisation des retards produits	I250	(Beamon 1998)
Minimisation du délai d'obtention	I156	(Beamon 1998)
Minimisation du temps de réponse du client	I155	(Beamon 1998) (Aramyan et al. 2007)
Montant de la collaboration pour améliorer la qualité	I24	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Montant du stock obsolète	I243	(Beamon 1998) (Basu et Wright 2008)
Montant/source des fonds levés	I547	(Gurd et Gao 2007)
Niveau d'assistance pour la résolution des problèmes	I201	(Maloni et Benton 1997 cité dans Gunasekaran et al. 2004)
Niveau d'utilisation de la ressource	I237	(Beamon 1998)
Niveau de qualité	I192	(Gunasekaran et al. 2004)
Niveau de service	I234	(Van der Aalst 1998) (Beamon 1998) (Jobin et al. 2004) (Poirier et Reiter 2001)
Niveau de service client	I301	(Poirier et Reiter 2001)
Niveau de service des fournisseurs	I231	(Jobin et al. 2004)
Niveau du stock	I29	(Schroer 2004) (Cumbo, Kline, et Bumgardner 2006) (Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Niveau du stock moyen	I238	(Beamon 1998)
Niveaux de satisfaction du personnel	I466	(Gurd et Gao 2007)
Nombre actuel du personnel assigné à un sujet	I39	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre d'erreurs dans le résultat	I48	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre d'expéditions	I82	(Vallin 2010)
Nombre d'initiatives de meilleures pratiques	I502	(Gurd et Gao 2007)
Nombre d'instances en progression	I261	(Van der Aalst, 2005)
Nombre d'instances par ressource	I260	(Van der Aalst, 2005)
Nombre d'instances par type de processus	I43	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre d'instances par type de processus où le sujet porteur est impliqué	I44	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre d'instances qui ont dépassé un certain temps dans une transition particulière	I45	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre d'instances terminées qui ont un débit supérieur à la moyenne	I47	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre d'institutions/agences participant à des activités conjointes	I465	(Gurd et Gao 2007)
Nombre de bons de livraison facturés sans fautes	I389	(Thakkar et al. 2009)
Nombre de clients livrés	I84	(Vallin 2010)
Nombre de clients livrés par tournée	I95	(Vallin 2010)
Nombre de colis par préparateur	I91	(Vallin 2010)
Nombre de colis préparés	I80	(Vallin 2010)
Nombre de commandes	I77	(Vallin 2010)
Nombre de commandes par préparateur	I90	(Vallin 2010)
Nombre de contrats renouvelés	I490	(Gurd et Gao 2007)
Nombre de factures impeccables	I187	(Gunasekaran et al. 2004)
Nombre de fournitures médicales réapprovisionnées	I216	(Jobin et al. 2004) (Nsaminshuti et al. 2014)
Nombre de jours d'activité	I241	(Arntzen et al., 1995) (Beamon 1998)
Nombre de jours de préparateurs	I81	(Vallin 2010)
Nombre de jours de stock disponible d'approvisionnement	I122	(Thakkar et al. 2009)
Nombre de jours des comptes créditeurs	I281	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Nombre de lignes	I78	(Supply Chain Council 2012)
Nombre de livraisons	I83	(Vallin 2010)
Nombre de livraisons par camion	I94	(Vallin 2010)
Nombre de médecins utilisant les systèmes d'information clinique en ligne	I515	(Gurd et Gao 2007)
Nombre de nouveaux contrats par période	I491	(Gurd et Gao 2007)
Nombre de palettes homogènes	I79	(Vallin 2010)
Nombre de personne requise et niveau de compétence	I433	(Basu et Wright 2008)
Nombre du personnel planifié pour un sujet	I38	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre de points de livraison	I85	(Vallin 2010)
Nombre de produits fabriqués en avance	I115	(Ducq et Berrah 2009)
Nombre de réceptions	I73	(Vallin 2010)
Nombre de références	I507	(Gurd et Gao 2007)
Nombre de références stockées	I76	(Vallin 2010)
Nombre de rotations du stock	I207	(Gunasekaran et al. 2004)
Nombre et nom des processus par sujet qui utilise une technologie de l'information particulière	I42	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre et nom des sujets impliqués dans le processus	I40	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre et nom des technologies de l'information utilisées dans le processus	I41	(Fleischmann et al. 2012)
Nombre et qualité des nouveaux services offerts au cours des cinq dernières années	I463	(Gurd et Gao 2007)
Nombre moyen de commandes traitées par personne	I633	(Plauchu 2005)
Nombre moyen de jours de crédit	I405	(Basu et Wright 2008)
Nombres d'instances par type de processus et par unité de temps	I46	(Fleischmann et al. 2012)
Nouveaux projets de recherche	I464	(Gurd et Gao 2007)
Opérations au sein du budget	I542	(Gurd et Gao 2007)
Paiements exceptionnels	I64	(Ainapur et al. 2011)
Palettes reçues	I70	(Vallin 2010)
Palettes reçues par heure de travail	I88	(Vallin 2010)
Palettes reçues par surface	I87	(Vallin 2010)
Part de marché	I492	(Gurd et Gao 2007) (Basu et Wright 2008)
Partie par million (PPM)	I321	(Pillet 2003)
Pénalités de la performance	I437	(Basu et Wright 2008)
Perfectionnement du personnel	I454	(Gurd et Gao 2007)
Performance de la livraison	I123	(Guinet, Baboli 2009)
Performance de livraison à la date engagée avec le client	I157	(Supply Chain Council 2012) (Ainapur et al. 2011)
Performance de livraison du fournisseur	I373	(Thakkar et al. 2009)
Performance des produits pharmaceutiques	I621	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Performance du fournisseur	I253	(Beamon 1998) (Basu et Wright 2008)
Pertes de produits	I93	(Vallin 2010)
Plaintes du consommateur	I135	(Aramyan et al. 2007) (Basu et Wright 2008)
Plaintes hebdomadaires de patients	I516	(Gurd et Gao 2007)
Poids moyen	I71	(Vallin 2010)
Position concurrentielle	I555	(Gurd et Gao 2007)
Pourcentage d'écart par rapport à l'engagement de la commande	I383	(Thakkar et al. 2009)
Pourcentage d'utilisation de l'espace	I376	(Thakkar et al. 2009)
Pourcentage d'utilisation du travail	I377	(Thakkar et al. 2009)
Pourcentage de contrats relatifs à la concurrence	I552	(Gurd et Gao 2007)
Pourcentage de défaillances dans les commandes	I382	(Thakkar et al. 2009)
Pourcentage de la capacité utilisée	I412	(Beamon 1998) (Basu et Wright 2008)
Pourcentage de lits occupés	I535	(Gurd et Gao 2007)

Nom Indicateur	Référence BDD	Source
Pourcentage de livraison dans les délais du client	I128	(Thierry et al. 2008)
Pourcentage de livraisons hors délai	I107	(Vallin 2010)
Pourcentage de médicaments non enregistrés	I648	(Martinelly et al. 2011)
Pourcentage de perturbation du programme existant	I379	(Thakkar et al. 2009)
Pourcentage de rendement	I421	(Basu et Wright 2008)
Pourcentage des commandes livrées complètement	I171	(Supply Chain Council 2012)
Pourcentage des défauts	I185	(Gunasekaran et al. 2004) (Thakkar et al. 2009)
Pourcentage des fournitures réapprovisionnées	I213	(Landry et al. 2004)
Pourcentage des installations sans faute	I176	(Supply Chain Council 2012)
Pourcentage des livraisons urgentes	I209	(Gunasekaran et al. 2004) (Thakkar et al. 2009)
Pourcentage des patients qui réitèrent une commande	I489	(Gurd et Gao 2007)
Pourcentage des produits finis en transit	I387	(Thakkar et al. 2009)
Pourcentage des quantités réapprovisionnées	I625	(Landry et al. 2004)
Pourcentage du personnel clinique qui reçoit une formation en gestion du changement	I458	(Gurd et Gao 2007)
Pourcentage moyen des demandes non satisfaites	I293	(Giard 1988)
Précision de l'article livré	I169	(Supply Chain Council 2012)
Précision de la documentation conforme	I336	(Supply Chain Council 2012)
Précision de la quantité de livraison	I170	(Supply Chain Council 2012)
Précision des documents	I174	
Précision des documents de livraison	I172	(Supply Chain Council 2012) (Thakkar et al. 2009) (Ainapur et al. 2011)
Précision du lieu de livraison	I167	(Supply Chain Council 2012)
Précision du stock global	I16	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Prescription générale de médicaments	I540	(Gurd et Gao 2007)
Préservation de la chaîne de froid	I8	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Principales cibles d'infrastructure	I462	(Gurd et Gao 2007)
Prix du fournisseur face à celui du marché	I193	(Gunasekaran et al. 2004) (Thakkar et al. 2009)
Probabilité de la rupture du stock	I248	(Beamon 1998)
Probabilité du rendement cumulé de plusieurs étapes	I326	(WikiLean 2016)
Production journalière	I327	(Schroer 2004)
Productivité	I294	(Pujo et Kieffer 2002)
Productivité des ressources humaines	I203	(Chan et Qi 2003 cités par Basu et Wright 2008) (Pujo et Kieffer 2002)
Productivité du stock	I371	(Gunasekaran et al. 2004)
Productivité du travail	I642	(Chan et Qi 2003)
Profit	I251	(Plauchu 2005) (Chan et Qi 2003 cités par Basu et Wright 2008)
Profit net	I285	(Beamon 1998) (Gurd et Gao 2007)
Profit/Employé	I316	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Profit/Ventes	I399	(Basu et Wright 2008)
Promotion	I144	(Aramyan et al. 2007)
Proportion de retouches des erreurs corrigibles	I49	(Fleischmann et al. 2012)
Proportion des sujets/sujets porteurs dans le coût total du processus	I52	(Fleischmann et al. 2012)
Publications	I457	(Gurd et Gao 2007)
Qualité	I30	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Qualité de l'information fournie au client	I112	(Thakkar et al. 2009) (Ainapur et al. 2011)
Qualité de la marchandise livrée	I388	(Thakkar et al. 2009)
Qualité des emballages	I111	(Vallin 2010)
Qualité du fournisseur	I4	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Rapidité de décharge	I499	(Gurd et Gao 2007)
Rappelles	I425	(Basu et Wright 2008)
Ratio d'endettement	I409	(Basu et Wright 2008)
Ratio d'incertitude	I291	(Biteau et Biteau 1998)
Ratio de fluidité	I289	(Baglin et al. 1996) (Biteau et Biteau 1998) (Blondel 2000) (Javel 2003)
Ratio de liquidité générale	I403	(Pink et al. 2001) (Gurd et Gao 2007) (Basu et Wright 2008)
Réactivité dans l'information de la commande	I384	(Thakkar et al. 2009)
Réactivité sur les demandes de renseignement du client	I390	(Gunasekaran et al., 2004) (Thakkar et al. 2009)
Réclamation de garantie	I439	(Basu et Wright 2008)
Recyclage ou réutilisation	I145	(Aramyan et al. 2007)
Relation avec les clients	I612	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Rendement de premier passage (RPP)	I322	(WikiLean 2016)
Rendement du capital utilisé	I303	(Poirier et Reiter 2001)
Rendement global cumulé (RTY)	I324	(WikiLean 2016)
Représentation technique journalière du fournisseur	I197	(Gunasekaran et al. 2004)
Reprises	I423	(Basu et Wright 2008)
Réseaux informatiques et formation	I461	(Gurd et Gao 2007)
Respect de la règle FIFO	I609	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Respect délai de livraison	I308	(Pujo et Kieffer 2002)
Respect des délais	I290	(Blondel 2000)
Respect des horaires de livraison des fournisseurs	I235	(Castagna, Mebarki, et Gauduel 2001)
Ressemblance des uns des autres dans le stock global	I3	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Retard de livraison aux clients	I441	(Basu et Wright 2008)
Rétention de patient	I488	(Gurd et Gao 2007)
Rétention du personnel	I478	(Gurd et Gao 2007)
Retouches	I297	(Pujo et Kieffer 2002) (Basu et Wright 2008)
Retour sur investissement	I242	(Beamon 1998) (Aramyan et al. 2007) (Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Retour sur le capital employé	I397	(Basu et Wright 2008)
Retour sur le fonds de roulement	I162	(Supply Chain Council 2006b) (Ainapur et al. 2011)
Retour sur les actifs	I283	(Basu et Wright 2008)
Retour sur les actifs fixes	I283	(Supply Chain Council 2012)
Retour sur les actifs fixes de la chaîne logistique	I161	(Supply Chain Council 2006b) (Ainapur et al. 2011)
Retours client	I296	(Pujo et Kieffer 2002) (Basu et Wright 2008)
Révision des points de commande	I220	(Jobin et al. 2004)
Révision des quotas de fournitures conservées aux unités de soins	I229	(Jobin et al. 2004)
Risque managérial effectif	I245	(Beamon 1998)
Rotation de l'actif net	I398	(Basu et Wright 2008)
Rotation des actifs	I284	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011)
Rotation des stocks	I121	(Basu et Wright 2008) (Guinet, Baboli, 2009) (Thakkar et al. 2009)
Rotation des stocks à l'unité de soins	I228	(Jobin et al. 2004)
Rotation du personnel	I432	(Gurd et Gao 2007) (Basu et Wright 2008)
Rupture de stock/Taux de rupture de stock	I217	(Giard 1988) (Chan et Qi 2003 cités par Basu et Wright 2008) (Jobin et al. 2004)
Satisfaction de la communauté	I508	(Gurd et Gao 2007)
Satisfaction de la transaction	I254	(Arntzen et al., 1995) (Beamon 1998)
Satisfaction des clients internes	I233	(Van der Aalst 1998) (Jobin et al. 2004)
Satisfaction des intervenants auprès des services	I504	(Gurd et Gao 2007)
Satisfaction des organismes de santé	I503	(Gurd et Gao 2007)
Satisfaction du client	I19	(Aramyan et al. 2007) (Thakkar et al. 2009) (Nsamzinshuti et al. 2014)
Satisfaction du personnel	I505	(Gurd et Gao 2007)
Satisfaction post-transaction	I249	(Beamon 1998)
Service au consommateur	I136	(Kaplan et Norton 1992) (Aramyan et al. 2007)
Service client	I298	(Pujo et Kieffer 2002)
Stock	I139	(Aramyan et al. 2007)
Stock en valeur par famille	I74	(Vallin 2010)
Stock mort	I9	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Stock total	I118	(Ducq et Berrah 2009)
Stockage et conditions de transport	I149	(Aramyan et al. 2007)
Subvention de recherche	I549	(Gurd et Gao 2007)
Sûreté des produits	I150	(Aramyan et al. 2007)

Nom Indicateur	Référence BDD	Source
Tack time	I329	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014) (Schroer 2004) (Ohno 1988)
Taux consommation du budget du trimestre	I599	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Taux d'absentéismes	I92	(Gurd et Gao 2007) (Basu et Wright 2008) (Vallin 2010)
Taux d'accidents	I430	(Basu et Wright 2008)
Taux d'approbation du leader	I483	(Gurd et Gao 2007)
Taux d'erreur de codage	I520	(Gurd et Gao 2007)
Taux d'innovation	I453	(SAP Community 2014)
Taux d'investissement	I450	(SAP Community 2008a)
Taux d'occupation des racks	I89	(Vallin 2010)
Taux d'occupation des ressources	I645	(Van der Aalst 1998)
Taux d'utilisation des ressources	I534	(Gurd et Gao 2007)
Taux d'utilisation des systèmes d'échange de données.	I304	(Poirier et Reiter 2001)
Taux de charge	I114	(Ducq et Berrah 2009)
Taux de chargement de véhicules par canal de distribution	I96	(Vallin 2010)
Taux de concordance des DCI approvisionnées	I624	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Taux de couverture	I644	(Vallin 2010)
Taux de flux	I392	(Chan et Qi 2003 par)
Taux de litiges avec les clients par commande	I104	(Pimor 1998) (Vallin 2010)
Taux de maladie	I480	(Gurd et Gao 2007)
Taux de rebuts	I106	(Pujo et Kieffer 2002) (Basu et Wright 2008) (Vallin 2010)
Taux de recyclage	I15	(Nsamzinshuti et al. 2014)
Taux de retours	I105	(Vallin 2010)
Taux de rotation	I262	(Van Der Aalst et Van Hee 2004)
Taux de rotation du stock	I315	(ECOSIP 1990)
Taux de service en lignes/références	I103	(Vallin 2010)
Taux de service en quantité	I102	(Vallin 2010)
Taux des ordres livrés à temps	I117	(Ducq et Berrah 2009)
Taux du budget non consommé	I581	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Taux du retour sur investissement	I21	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Taux du stock de travail	I395	(Chan et Qi 2003 cités par Basu et Wright 2008)
Taux mensuel de rotation des stocks	I214	(Landry et al. 2004)
Taux qualité de service	I299	(Pimor 1998)
Technologie de l'information clinique	I445	(Pink et al. 2001)
Temps	I31	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Temps d'attente du client	I434	(Gurd et Gao 2007) (Basu et Wright 2008)
Temps d'attente du patient	I493	(Gurd et Gao 2007)
Temps de cycle	I54	(Fleischmann et al. 2012)
Temps de cycle de l'accomplissement de la commande	I159	(Poirier et Reiter 2001) (Supply Chain Council 2006b)
Temps de cycle de l'approvisionnement	I57	(Schroer 2004) (Ainapur et al. 2011)
Temps de cycle de la planification	I202	(Gunasekaran et al. 2004)
Temps de cycle de la production	I58	(Blondel 2000) (Baglin et al. 2001) (Javel 2003) (Schroer 2004) (Ainapur et al. 2011)
Temps de cycle de la source	I269	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Supply Chain Council 2012)
Temps de cycle de livraison	I59	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Ganga et Carpinetti 2011) (Supply Chain Council 2012)
Temps de cycle des commandes	I306	(Ainapur et al. 2011)
Temps de cycle du cash au cash	I357	(Poirier et Reiter 2001)
Temps de cycle moyen	I328	(Supply Chain Council 2006b)
Temps de cycle pondéré de la commande	I358	(Ohno 1988)
Temps de cycle pour le développement du produit	I26	(Arntzen et al. 1995) (Beamon 1998)
Temps de début de l'instanciation par type de processus	I37	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Temps de formation	I455	(Fleischmann et al. 2012)
Temps de la demande du consommateur	I23	(Gurd et Gao 2007)
Temps de réglage	I414	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Temps de réglage de la machine ou de l'outil	I205	(Basu et Wright 2008)
Temps de réponse au centre d'appels	I527	(Gunasekaran et al. 2004)
Temps de réponse de la chaîne logistique	I124	(Gurd et Gao 2007)
Temps de réponse moyen à une demande	I127	(Supply Chain Council 2006a. Cité dans Guinet et Baboli 2009)
Temps de requête du client	I210	(Thierry et al. 2008)
Temps du cycle espèce à espèce	I113	(Gunasekaran et al. 2004)
Temps du débit	I55	(Ducq et Berrah 2009)
Temps du traitement de tous les sujets porteurs	I53	(Smata et al. 2011)
Temps inactif ou inopérant	I417	(Fleischmann et al. 2012)
Temps mort	I413	(Basu et Wright 2008)
Temps moyen d'attente	I257	(Basu et Wright 2008)
Temps moyen de débit des instances	I646	(Van der Aalst 1998) (A22 2013)
Temps total du flux monétaire	I179	(Van der Aalst 1998)
Tenue des supports de gestion	I611	(Gunasekaran et al. 2004) (Ducq et Berrah 2009) (Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Total des actifs par revenu net	I544	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Traçabilité	I647	(Gurd et Gao 2007)
Utilisation de l'unité de stock	I396	(Gunasekaran et al., 2004) (Aramyan et al. 2007) (Nsamzinshuti et al. 2014) (Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Utilisation de la capacité	I120	(Chan et Qi 2003 cités par Basu et Wright 2008)
Utilisation de la quantité économique de la commande	I378	(Jobin et al. 2004) (Thakkar et al. 2009)
Utilisation de sa propre capacité	I22	(Thakkar et al. 2009)
Valeur ajoutée par heure	I429	(Azfar, Khan, et Gabriel 2014)
Valeur du consommateur	I354	(Basu et Wright 2008)
Valeur du stock	I314	(Christopher 2011)
Valeur totale du stock immobilisé	I101	(ECOSIP 1990)
Valeur/quantité de travail en progression	I435	(Vallin 2010)
Variabilité du temps de cycle	I1	(Basu et Wright 2008)
Variété des produits et services	I186	(Schroer 2004)
Vente au mètre carré	I408	(Gunasekaran et al. 2004)
Ventes exceptionnelles	I62	(Basu et Wright 2008)
Ventes perdues	I140	(Ainapur et al. 2011)
Ventes/Actifs fixes	I401	(Aramyan et al. 2007)
Ventes/Capital employé	I400	(Basu et Wright 2008)
Ventes/Employé	I402	(Basu et Wright 2008)
Vitesse	I56	(Smata et al. 2011)
Vitesse d'écoulement du stock	I604	(Employé de l'EPH Kouba 2016)
Volumes retournés	I86	(Vallin 2010)

✱

✱

✱

Annexe C.2. Grille de collecte des données selon la vue performance

INDICATEURS			p. ____ sur : ____	Id.Agent : _____
<i>Id. But/Objectif</i>	<i>Id. But/Objectif</i>	<i>Id. But/Objectif</i>		
Q18. <i>Nom Indicateurs</i>	<i>Nom Indicateurs</i>	<i>Nom Indicateurs</i>		
<i>Définition de l'indicateur/ Expression Mathématique</i>	<i>Définition de l'indicateur/ Expression Mathématique</i>	<i>Définition de l'indicateur/ Expression Mathématique</i>		
Q.19. <i>Échelle de mesure</i>	<i>Échelle de mesure</i>	<i>Échelle de mesure</i>		
<i>Seuils</i>	<i>Seuils</i>	<i>Seuils</i>		
Q.20. <i>Périodicité de calcul</i>	<i>Périodicité de calcul</i>	<i>Périodicité de calcul</i>		
<i>Source</i>	<i>Source</i>	<i>Source</i>		
<i>Propriétaire</i>	<i>Propriétaire</i>	<i>Propriétaire</i>		
Responsable de satisfaire l'indicateur			Responsable de satisfaire l'indicateur	
Q.21. <i>Relations : Agrégation (Décomposition)</i>	<i>Agrégation (Décomposition)</i>	<i>Agrégation (Décomposition)</i>		
<i>Liste indicateurs</i>	<i>Liste indicateurs</i>	<i>Liste indicateurs</i>		
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>		
<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>		
<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>		
<i>4</i>	<i>4</i>	<i>4</i>		
<i>Agrégation (Composition)</i>	<i>Agrégation (Composition)</i>	<i>Agrégation (Composition)</i>		
<i>Liste indicateurs</i>	<i>Liste indicateurs</i>	<i>Liste indicateurs</i>		
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>		
<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>		
<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>		
<i>4</i>	<i>4</i>	<i>4</i>		
Q.22. <i>Causalité (Indicateur Influencé par :)</i>	<i>Causalité (Indicateur Influencé par :)</i>	<i>Causalité (Indicateur Influencé par :)</i>		
<i>Liste indicateurs</i>	<i>Liste indicateurs</i>	<i>Liste indicateurs</i>		
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>		
<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>		
<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>		
<i>4</i>	<i>4</i>	<i>4</i>		
<i>Causalité (Indicateur influençant)</i>	<i>Causalité (Indicateur influençant)</i>	<i>Causalité (Indicateur influençant)</i>		
<i>Liste indicateurs</i>	<i>Liste indicateurs</i>	<i>Liste indicateurs</i>		
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>		
<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>		
<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>		
<i>4</i>	<i>4</i>	<i>4</i>		

Annexe C.3. Grille de collecte des données selon la vue processus

PROCESSUS														
Activité : _____					Diagramme : _____					Niveau : _____ | p. sur : _____ | Id.Agent : _____				
Q.23. Input- : _____					Input- : _____					Input- : _____				
Q.24. Conditions sur le Input- : _____ (règles , exigences)					Conditions sur le Input- : _____ (règles , exigences)					Conditions sur le Input- : _____ (règles , exigences)				
Q.25. Méthodes de traitement Input- : _____					Méthodes de traitement Input- : _____					Méthodes de traitement Input- : _____				
Q.26. Quantité Input- : _____					Quantité Input- : _____					Quantité Input- : _____				
Moy	Max	Min	Horizon	Capacité	Moy	Max	Min	Horizon	Capacité	Moy	Max	Min	Horizon	Capacité
Q.27. Qualité Input- : _____					Qualité Input- : _____					Qualité Input- : _____				
Qual. Bonne	Qual. Acceptable		Qual. Non Acceptable		Qual. Bonne	Qual. Acceptable		Qual. Non Acceptable		Qual. Bonne	Qual. Acceptable		Qual. Non Acceptable	
%	%		%		%	%		%		%	%		%	
Q.28. Émetteurs			Rôle Émetteurs		Émetteurs			Rôle Émetteurs		Émetteurs			Rôle Émetteurs	
1.					1.					1.				
2.					2.					2.				
3.					3.					3.				
Q.29. Coordination avec Émetteur					Coordination avec Émetteur					Coordination avec Émetteur				
Em.1. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Em.1. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Em.1. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>				
Em.2. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure. <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Em.2. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure. <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Em.2. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure. <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>				
Em.3. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Em.3. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Em.3. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>				
Q.30. Output : _____					Output : _____					Output : _____				
<i>Emplacement Output</i>														
Q.31. Conditions sur le Output					Conditions sur le Output					Conditions sur le Output				
Q.32. Récepteurs			Rôle Récepteurs		Récepteurs			Rôle Récepteurs		Récepteurs			Rôle Récepteurs	
1.					1.					1.				
2.					2.					2.				
3.					3.					3.				
Coordination avec récepteur					Coordination avec récepteur					Coordination avec récepteur				
Réc.1. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Réc.1. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Réc.1. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>				
Réc.2. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure. <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Réc.2. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure. <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Réc.2. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure. <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>				
Réc.3. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Réc.3. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>					Réc.3. Collaboration <input type="checkbox"/> Procédure <input type="checkbox"/> Qbjectif <input type="checkbox"/>				

Annexe D. Référencement des diagrammes selon la méthodologie IDEF

Les concepts de référencement

Les concepts de référencement sont tous les éléments qui servent comme indication dans les renvois utilisés entre les composants d'un modèle ou différents modèles. Ces concepts ont un intérêt d'organisation et d'orientation de la lecture d'un modèle. On peut les considérer comme des plaques routières indiquant l'emplacement exact d'une partie du diagramme, ou du diagramme lui-même. Il existe deux types de concepts de référencement : des référencements textuels dits « DRE », et les référencements graphiques (FIPS PUBS 1993).

Les DRE

La décomposition d'un sous-processus (boîte avec le signe [+]) est représentée par un diagramme dit enfant à partir d'un diagramme (parent) dans lequel apparaît le sous-processus en question. Les diagrammes enfants fournissent plus de détails sur le contenu du sous-processus. Cependant, il peut y avoir plusieurs sous-processus détaillés en diagrammes. Par conséquent, il devient nécessaire de distinguer les boîtes (sous-processus) qui ont fait l'objet d'une décomposition et aussi de retrouver sans ambiguïté son diagramme correspondant parmi d'autres.

Les DRE (*Diagram Reference Expressions* [expressions de référencement du diagramme]) sont des inscriptions structurées qui permettent de faire cette distinction dans la méthodologie IDEF. Les DRE permettent de savoir quelle est la référence exacte du diagramme enfant respectif. La référence elle-même peut être de plusieurs types. Elle peut être le numéro de page, la version du diagramme ou dans le cas général un « Nœud » (FIPS PUBS 1993).

Le nœud

Est une référence alphanumérique générée systématiquement à partir du chiffre de la boîte parente décomposée. Le nœud est de format « $An_1n_2 n_3n_4\dots n_p \dots n_m$ » sachant que chacun des « $n_1, n_2, n_3 \dots n_p \dots n_m$ » représentent le numéro de la boîte parente décomposée à un niveau de détail « p », sur une structure hiérarchisée qui peut aller jusqu'à « m » niveaux de détail.

Ainsi la référence « An_1n_2 » représente le renvoi au diagramme enfant décrivant une boîte qui se situe dans un diagramme parent référencé « An_1 ». Alors que « An_1 » représente l'appel au diagramme enfant provenant d'une boîte se trouvant au premier niveau du détail du modèle. À savoir que, le premier niveau de détail est un diagramme désigné par le diagramme de contexte.

Le nœud « An_1n_2 » correspond donc au diagramme du deuxième niveau de détail et décrit une boîte ayant le numéro « n_2 » se trouvant sur le diagramme « An_1 ». Si par exemple, un diagramme de troisième niveau de détail possède le nœud A124 ; ceci indique que ce diagramme enfant détaille la boîte parente numéro 4 se trouvant sur le diagramme ayant le nœud A12. Le diagramme A12 est lui-même un diagramme enfant détaillant la boîte numéro 2 se trouvant sur le diagramme A1 (FIPS PUBS 1993).

En somme, à chaque diagramme lui est attribué un nœud. Ce nœud est composé du nœud du diagramme parent et du numéro de la boîte qu'il détaille. De cette façon, il est possible d'identifier facilement le diagramme parent de n'importe quel diagramme du modèle. En outre, le diagramme de contexte est considéré comme un cas particulier.

Index des nœuds

C'est une récapitulation de tous les diagrammes d'un modèle dans une configuration qui reflète la structure de la représentation. L'index des nœuds montre sous forme textuelle l'organisation des diagrammes par niveau de détail hiérarchisé. L'index des nœuds reprend le titre et la référence des diagrammes, et les recopie selon la disposition d'une table des

matières. L'exemple ci-dessous fournit le cas d'un index des nœuds pour représenter une architecture d'un modèle, avec deux niveaux de détail (FIPS PUBS 1993) :

A0 Produit de la fabrication

A1 Planifier pour la fabrication

A11 Identifier des méthodes de fabrication

A12 Évaluer les conditions, temps, coût de production

A2 Préparer et administrer les programmes et les budgets

A21 Développer un programme principal

A22 Développer un programme de coordination

A23 Estimer les coûts & préparer les budgets

Références du nœud

Comme son nom l'indique, c'est une référence qui est constituée sur la base du nœud. Elle est utilisée pour pouvoir localiser un diagramme appartenant à un modèle précis, lorsqu'il en existe plusieurs. La référence du nœud détermine l'emplacement exact d'un diagramme en ajoutant au début de son nœud l'abréviation du nom du modèle auquel il appartient. (FIPS PUBS 1993)

Exemple : un diagramme ayant le nœud A254 dans un modèle nommé Qualité Totale aura la référence du nœud « QT/A254 ».

Les référencement graphiques

Les référencements graphiques utilisent la schématisation avec de petites indications textuelles pour effectuer des renvois, ou pour montrer la structure d'un modèle (FIPS PUBS 1993). Le logiciel Adonis-CE v2.0® utilise plusieurs symboles pour faire des renvois. L'un d'entre eux est la boîte fléchée. Celle-ci permet de faire appel à un autre diagramme ou autre objets.

*

*

*

Annexe E. Description des diagrammes des autres aspects de la cartographie

Le format de la description qui est présenté dans les annexes qui suivent est repris directement avec quelques adaptations du rapport standard généré par le logiciel Adonis-CE 2.0®.

Annexe E.1. Description du diagramme structure organisationnelle

Agent administratif

Rôle

Description	
Description	l'agent administratif est un rôle générique qui signifie que la personne désignée est habilitée à exécuter des tâches, opérations ou des procédures administratives décrites par la direction ou le supérieur direct.

Biologiste

Rôle

Description	
Description	Agent ayant effectué des études supérieures en biologie, il est chargé de gérer les procédures d'analyse de laboratoire, d'interpréter les résultats d'analyse et de les valider.

Bureau du budget et comptabilité

Entité organisationnelle

Description	
Description	Cette structure représente le service économique de l'établissement.
Commentaire	Elle est souvent désignée de façon informelle par l'économat.

Cadre paramédical

Rôle

Description	
Description	Le cadre paramédical est le surveillant paramédical dans l'ancienne appellation, il chapeaute tous les infirmiers du service.

Cadre paramédical chargé de la pharmacie

Rôle

Description	
Description	Le cadre paramédical est le surveillant paramédical dans l'ancienne appellation, il chapeaute tous les infirmiers du service de santé. Cependant, il est, en supplément, le responsable de la gestion de la pharmacie du service de santé.
Commentaire	Ce rôle est confié de façon différente selon l'organisation du service de santé. Parfois, il est directement le coordinateur du service de santé.
Rôle générique	Cadre paramédical. page 544

Chef d'unité

Rôle

Description	
Description	Responsable d'une subdivision du service de santé. Il est doté du grade de maître assistant ou d'un grade supérieur.

Comptable

Rôle

Description	
Description	Agent administratif chargé d'enregistrer les opérations comptables et d'effectuer les tâches relevant de la comptabilité dans le service.
Rôle générique	Agent administratif, page 544

Coordinateur

Rôle

Description	
Description	Le coordinateur est un cadre paramédical qui exerce la fonction d'agent de liaison. Il est chargé de gérer les affaires et de régler les problèmes qui apparaissent entre les services ou entre les unités du même service.
Rôle générique	Cadre paramédical. page 544

Démarcheur

Rôle

Description	
Description	Agent de liaison entre le service et les fournisseurs chargés de déposer ou de récupérer certaines commandes et d'exécuter certaines procédures administratives.
Rôle générique	Agent administratif, page 544

EPH

Entité organisationnelle

Description	
Nom détaillé	Établissement Publique Hospitalier
Description	Établissement public de santé à caractère administratif régi par un décret exécutif. Il est doté d'une personnalité morale et d'une autonomie financière. Il est placé sous la tutelle du Wali et est géré par un conseil d'administration et d'un chef d'établissement. Un EPH est d'une taille moyenne. Il se situe entre un Centre Hospitalier Universitaire (CHU) et un Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS). Un EPH contient en moyenne de 5 à 7 services de soins couvrant différentes spécialités.
Objectifs	La couverture sanitaire de la population répartie en circonscriptions administratives : principalement, les communes de la daïra du lieu de domiciliation de l'établissement, et d'autres communes des daïras voisins.

Infirmiers

Rôle

Description	
Description	L'infirmier est un agent paramédical s'occupent des soins des patients et l'administration des médicaments sous instructions des cliniciens.

Jury de la commission des marchés

Rôle

Description	
Description	Membre de la commission des marchés.
Commentaire	La commission des marchés est une commission paritaire chargée d'évaluer, selon le code des marchés public, les soumissions des fournisseurs candidats.

Laborantin

Rôle

Description	
Description	Est un technicien de laboratoire intervenant comme un assistant. Il a la charge d'effectuer les analyses médicales demandées par les praticiens, en faveur de leurs patients, sous forme d'ordonnance. Il effectue des prélèvements et les étudie, puis transmet les résultats au responsable du laboratoire (biologiste).
Rôle générique	Biologiste, page 544

Maître Assistant

Rôle

Description	
Description	Est un titre est un grade médical se positionnant juste après le grade de maître de conférences.

Maître de conférences

Rôle

Description	
Description	Est un titre est un grade médical se positionnant juste après le grade de professeur.

Médecin autorisé

Rôle

Description	
Description	Conformément à la circulaire N°007/SP/MIN/MSPRH du 22/11/2005 relatif à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé, les médecins autorisés sont des praticiens habilités à signer le bon de commande hebdomadaire (bon de pharmacie). Ces praticiens doivent auparavant déposer un spécimen de leur signature auprès de la pharmacie principale de l'établissement.

Médecin généraliste

Rôle

Description	
Description	Clinicien pratiquant la médecine générale chargé de diagnostiquer les symptômes avant de traiter la maladie, ou de diriger le patient vers un autre spécialiste.

Médecin spécialiste

Rôle

Description	
Description	Clinicien pratiquant une spécialité médicale précise chargé de consulter et de traiter les malades dans son domaine de sa spécialité.

Pharmacie Principale

Entité organisationnelle

Description	
Nom abrégé	PP
Description	Est la pharmacie principale de l'EPH : le service chargé de gérer le produit pharmaceutique et l'approvisionnement des services de santé de l'établissement hospitalier. Le fonctionnement de ce service est régi par la circulaire N°007/SP/MIN/MSPRH du 22/11/2005 relatif à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé.
Informations complémentaires	
Objectifs	Conformément à la circulaire N°007/SP/MIN/MSPRH du 22/11/2005 relatif à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé, le but principal de ce service est d'assurer, suivant une gestion efficiente et rationnelle, la disponibilité permanente des produits pharmaceutiques a destination exclusive du malade.

Pharmacien

Rôle

Description	
Description	Agent ayant effectué des Études supérieures en pharmacie qui lui incombent théoriquement plusieurs fonctions : 1) L'approvisionnement et le stockage des produits pharmaceutiques ; 2) La préparation de certains produits et dispositifs médicaux stériles ; 3) La livraison des produits (aux services de santé, patients) ; 4) la sécurisation du circuit du médicament, le contrôle des produits dans les services et les produits préparés, la pharmacovigilance ; 5) Assurer la traçabilité et la fiabilité des informations enregistrées dans le système d'information.
Qualifications requises	Études supérieures en pharmacie.
Responsables	
Principales responsabilités	1) L'approvisionnement et le stockage des produits pharmaceutiques ; 2) La préparation de certains produits et dispositifs médicaux stériles ; 3) La livraison des produits (aux services de santé, patients) ; 4) la sécurisation du circuit du médicament, le contrôle des produits dans les services et les produits préparés, la pharmacovigilance ; 5) Assurer la traçabilité et la fiabilité des informations enregistrées dans le système d'information.

Préparateur

Rôle

Description	
Description	Le préparateur en pharmacie est un agent paramédical diplômé et formé pour la préparation magistrale des produits pharmaceutiques, c'est-à-dire la fabrication de certaines formes de médicament à l'intérieur de l'établissement hospitalier. Étant donné que la préparation magistrale tend à disparaître dans les EPH, les préparateurs s'occupent présentement de la réception et de la livraison des produits pharmaceutiques.

Professeur Hospitalo-universitaire

Rôle

Description	
Description	Le plus haut titre et grade médical.

Responsable de l'établissement

Rôle

Description	
Description	Est le plus haut responsable de l'établissement hospitalier.

Responsable de PP

Rôle

Description	
Description	Est le premier responsable de tous ce qui se passe dans la pharmacie principale de l'EPH, et du circuit du médicament dans l'établissement.
Qualifications requises	Études supérieures en pharmacie.
Rôle générique	Pharmacien

Responsable des marchés publics

Rôle

Description	
Description	Agent administratif chargé d'élaborer les cahiers de charge et de gérer les opérations d'appel d'offres selon le code des marchés publics.

Responsable des services de santé

Rôle

Description	
Description	Responsable administratif chargé des services de santé a pour mission de coordonner leurs activités, de les évaluer, et de régler leurs problèmes soulevés.

Responsable du bureau budget et comptabilité

Rôle

Description	
Description	Responsable chargé de l'élaboration des différents budgets de l'établissement et l'enregistrement comptable de ses différentes activités.

Responsable du service économique

Rôle

Description	
Description	Responsable veillant à la tenue des opérations comptable selon les règles de la comptabilité publique.

Responsable du SS

Rôle

Description	
Description	Est le premier responsable de tous ce qui se passe dans le service de santé dont il la charge de gérer.
Qualifications requises	Professeur Hospitalo-universitaire, ou Maître de conférences, ou Maître assistant.

Secrétaire

Rôle

Description	
Description	Agent administratif chargé des tâches de secrétariat.
Rôle générique	Agent administratif, page 544

Services de Santé

Entité organisationnelle

Description	
Nom abrégé	SS
Description	Ce sont les services d'hospitalisation (service de santé), les unités intrahospitalières, les unités d'urgences et le plateau technique (laboratoire, service de radiologie, service d'exploration et les blocs opératoires le laboratoire et le service de l'imagerie). Les spécialités et le nombre des services de santé sont différents d'un EPH à un autre. Les services de santé représentent dans la cartographe les clients directs de la pharmacie principale (PP) de l'établissement.
Commentaire	La pharmacie principale qui est considérée comme un service de plateau technique a été séparée dans la représentation du diagramme organisationnel et dans tous les diagrammes de processus.

Sous-direction des finances et moyens

Entité organisationnelle

Type et Variante	
Type d'entité	Département

Sous-direction des services de santé

Entité organisationnelle

Description	
Description	Structure fonctionnelle administrative qui a pour rôle de coordonner et de contrôler les activités des services de santé.
Type et Variante	
Type d'entité	Département

Annexe E.2. Description du diagramme documents du flux d'information

Catalogue de documents

Analyse de laboratoire

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Analyses de laboratoire.</p> <p>> Objet : Le document présente des résultats d'analyses nécessaires avant l'administration de certains produits pharmaceutiques.</p> <p>> Contenus : Le contenu dépend des produits prescrits. Dans la plupart des cas, les analyses demandées concernent : – Le taux d'albumine ; – Le taux FMS pour le fer injectable ; – Le rhésus pour l'anti D.</p>

BC

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Bon de Commande.</p> <p>> Objet : Est une demande des produits pharmaceutiques adressée aux fournisseurs.</p> <p>> Contenu : La réglementation mentionne plusieurs exigences : > Exigences de contenu : Ce document doit mentionner : 1) Les produits commandés en les désignant par la dénomination commune internationale (DCI) ; 2) La forme et le dosage des produits commandés ; 3) La quantité exprimée en unité de compte ; > Exigences administratives : 1) Il doit être signé par le chef de service de la pharmacie ; 2) Il doit être signé par le directeur de l'établissement ; 3) Il doit respecter la réglementation des marchés publics ; 4) Il doit être visé par le fournisseur sur le double de bon. Le bon de commande se décline en deux types : 1) Annexe-1 : commande destinée à la PCH, et dont le budget est contrôlé directement par celle-ci ; 2) Annexe-2 : commande adressée à des fournisseurs en dehors de la PCH, et dont le budget alloué est géré par l'établissement. > Destinataire : Fournisseur.</p>
Responsable	Chef de Service PP

BCI

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Bon de Commande Interne.</p> <p>> Objet : Est une demande des produits pharmaceutiques constituée par les services de santé, et reçu par la pharmacie principale par semaine (selon la réglementation).</p> <p>> Contenu : Le bon de commande est soumis aux exigences suivantes selon la réglementation : 1) Il doit être signé par le chef de service émetteur ; 2) Il doit être signé par le préparateur après son exécution ; 3) Les produits sont désignés par la Dénomination Commune Internationale (DCI) ; 4) Les produits demandés doivent être conformes à la nomenclature prédéfinie ; > Normalisation : Même si la réglementation mentionne le bon de commande elle ne présente pas de modèle archétype. > Destinataire : Chef de service PP.</p>

Billet de salle

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Billet de salle</p> <p>> Objet : Document contenant tous les renseignements du patient ainsi que sa circulation à travers les services. Ce document indique également les coordonnées du lit qu'il occupe.</p>

BL

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Bon de Livraison.</p> <p>> Objet : Document attestant la remise des produits commandée par un service. Selon la réglementation, le double du bon de livraison doit être signé par le préparateur chargé d'exécuter la commande.</p> <p>> Normalisation : Document mentionné, mais pas standardisé par la réglementation selon un archétype. Le bon de livraison est imprimé dans tous les cas par l'application de gestion des stocks (EPIPHARM ou Trois comptabilités).</p> <p>> Destinataire : Le transmetteur de la commande</p>

BLF

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Bon de Livraison du Fournisseur. > Objet : Document attestant la livraison des produits par le fournisseur. Ce bon, selon la réglementation, est provisoire et n'est définitif que si la conformité de la réception a été assurée.</p> <p>> Destinataire : Chef de service PP</p>

BP

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Bon de Pharmacie.</p> <p>> Objet : Est un bon de commande entre la pharmacie principale de l'hôpital et les services de santé. Il est reçu par la pharmacie principale par semaine, par 15 jours, ou par mois, tout dépend de la politique d'approvisionnement adoptée. Cependant, la réglementation en vigueur exige qu'il soit traité hebdomadairement.</p> <p>> Contenu : Le bon de pharmacie est soumis aux exigences du bon de commande, c'est-à-dire, il doit : 1) Être signé par le chef de service émetteur ; 2) Être signé par le préparateur après son exécution ; 3) Les produits sont désignés par la Dénomination Commune Internationale (DCI) ; 4) Les produits demandés doivent être conformes à la nomenclature prédéfinie ;</p> <p>> Normalisation : Même si la réglementation mentionne le bon de commande elle ne présente pas de modèle archétype.</p> <p>> Destinataire : Chef de service PP.</p>
Commentaire	<p>Ce bon n'est pas désigné sous ce nom dans la réglementation, mais il est désigné comme tel dans certains EPH. Cette appellation a été gardée dans le modèle pour le distinguer du bon d'urgence. Étant donné que l'aspect de ce bon n'est pas standardisé par la réglementation, nous avons observé plusieurs formats dans les établissements visités.</p>

BR

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Bon de Réception.</p> <p>> Objet : Document attestant l'enregistrement de l'entrée des produits réceptionnés dans le système informatique.</p> <p>> Normalisation : Document standardisé par l'application de gestion des stocks qui l'imprime.</p>
Commentaire	<p>L'application fait allusion est le plus souvent le logiciel : EPIPHAM, Cependant certains hôpitaux utilisent en parallèle l'application : Trois comptabilités.</p>

BU

Document

Description	
Description	> Désignation : Bon d'Urgence > Objet : Est un bon de commande réservé à une dotation pour des besoins urgents > Contenu : 1) Désignation des produits en DCI : 2) Quantité demandée > Normalisation : Il est soumis aux mêmes exigences réglementaires que le bon de commande hebdomadaire. Mais la réglementation ne propose pas un modèle archétype. > Destinataire : Chef de service PP.
Commentaire	Certains établissements utilisent le bon de pharmacie (bon hebdomadaire), alors que d'autres utilisent un format dédié. Certains établissements utilisent le bon de pharmacie (bon hebdomadaire), alors que d'autres utilisent un format dédié.

CA

Document

Description	
Description	> Désignation : Carte ambulatoire. > Objet : Est un document réservé aux malades ambulatoires. Il est utilisé en tant que bon de livraison qui décrit l'historique des produits remis par la pharmacie de l'établissement. > Normalisation : Ce document n'est pas mentionné dans la réglementation et est utilisé officieusement. > Destinataires : Malade ambulatoire.
Commentaire	Ce document a été observé dans un seul EPH.

Cahier des charges

Document

Description	
Description	> Désignation : Cahier des charges. > Objet : Ce document décrit en détail les besoins en produits pharmaceutiques. > Contenu : Ce document contient les principales conditions d'achat, les obligations du fournisseur et les spécifications des produits pharmaceutiques demandés. > Normalisation : Ce document est soumis à la réglementation des marchés publics.

CC

Document

Description	
Description	> Désignation : Calcul des Coûts > Objet : Ce document dresse le coût engendré dans la consommation des produits pharmaceutiques pour analyser le coût des soins. > Contenu : Consommation valorisée des produits pharmaceutiques détaillée par service de santé. > Normalisation : Ce document n'est pas mentionné dans la réglementation. De ce fait, il n'existe pas de modèle standard présenté. > Destinataire : Sous-directeur des Services de Santé (DSS).
Commentaire	Ce document a été observé uniquement dans un seul EPH.

CEG

Document

Description	
Description	> Désignation : Commande de l'Équipe de Garde. > Objet : Document utilisé par les équipes de garde pour s'approvisionner auprès de la pharmacie principale du service. > Contenu : 1) Désignation du produit ; 2) Quantité demandée ; 3) Quantité livrée ; 4) Quantité en stock ; 5) Niveau du stock de sécurité ; 6) Identification et signature du demandeur. > Normalisation : Ce document n'est pas officiel. Ainsi aucun modèle archétype n'est disponible. > Destinataire : Agent chargé de la gestion de la pharmacie principale du service.
Commentaire	Ce document a été observé uniquement dans un seul service dans l'un des établissements visités.

CGM

Document

Description	
Description	> Désignation : Compte de Gestion Matière. > Objet : Il constitue selon la réglementation la justification physique des opérations d'acquisition pendant l'exercice budgétaire, et la contrepartie de la comptabilité financière. > Contenus : 1) Indication du montant valorisé des sorties et des entrées des produits pharmaceutiques pendant l'année. 2) Indication de la valeur du stock en fin de l'exercice budgétaire. > Normalisation : Ce document est mentionné par la réglementation et standardisé partiellement par un modèle présenté en annexe du texte juridique. Le modèle réglementaire est présenté en annexe dans la circulaire N°007 du 22/11/2005 relative à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé. > Destinataire : Implicitement, selon la réglementation, la direction comptable et financière.
Commentaire	Dans un EPH, il est utilisé comme un état journalier pour retranscrire son contenu dans la main-courante.

Consommations globales

Document

Description	
Description	> Désignation : Consommations globales. > Objet : Est un état qui constate les consommations en quantité des produits pharmaceutiques réalisés par tout l'établissement.
Commentaire	Son utilisation a été observée uniquement dans un seul EPH.

DA

Document

Description	
Description	> Désignation : Demande d'Achat. > Objet : Le document exprime le besoin d'un produit pharmaceutique particulier. > Destinataire : Chef de service de la pharmacie principale de l'établissement.

Décharge

Document

Description	
Description	> Désignation : Décharge. > Objet : Est le double de la demande de Décharge. Document utilisé pour effectuer des transferts de produits pharmaceutiques entre les EH, ou entre les services du même hôpital. Il est utilisé à la fois comme une commande et comme un bon de livraison. > Normalisation : La réglementation ne fournit aucune information sur les opérations de transfert. De ce fait, ce document n'est pas standardisé.
Commentaire	Document non standardisé.

Décharge ambulatoire

Document

Description	
Description	> Désignation : Décharge Ambulatoire. > Objet : Document utilisé en tant que bon de livraison des produits au malade ambulatoire. > Normalisation : Ce document n'est pas cité dans la réglementation et ainsi il n'est pas standardisé. > Destinataire : Malade ambulatoire.
Commentaire	Étant donné qu'aucune standardisation n'existe, certains établissements délivrent ce type de document au malade ambulatoire alors que d'autres préfèrent délivrer le même Bon de livraison que celui remis aux services de santé.

Demande de décharge

Document

Description	
Description	> Désignation : Demande de décharge > Objet : Est une requête de transfert des produits entre les hôpitaux ou entre les services du même hôpital. À l'intérieur de l'hôpital, elle est établie par les SS pour retourner les produits en cas de stagnation du stock, ou lorsqu'on veut éviter la péremption du produit, ou pour retourner les produits excédent (changement de traitement). Entre les hôpitaux, elle est utilisée comme une sorte de commande pour faire face à une rupture de stock, une pénurie, ou un besoin urgent. > Normalisation : La réglementation ne précise pas les modalités et les conditions du transfert entre les hôpitaux. La réglementation ne mentionne pas également ce type de document. Ainsi, il n'existe pas de modèle standard.

DOSSIER DU PATIENT

Agrégation

État des périmés

Document

Description	
Description	État des périmés. > Désignation : État des périmés. > Objet : Document contenant la liste des produits périmés pour assurer leur traçabilité. > Normalisation : La réglementation ne mentionne pas ce type de document. Par conséquent, il n'existe pas de format standard.

État des ruptures

Document

Description	
Description	> Désignation : État des ruptures > Objet : Document recensant les produits pharmaceutiques qui sont indisponibles dans l'établissement en raison d'une rupture de stock venant des fournisseurs. Cet état est un rapport qui a pour but de signaler aux hautes autorités ces ruptures. > Destinataires : Responsable : Directeur de l'EPH ; Entité : Direction de la Santé Publique (DSP).

Étiquette

Document

Description	
Description	> Désignation : Étiquette. > Objet : Pour assurer la traçabilité des produits fabriqués, l'étiquette contient les renseignements du produit fabriqué. > Contenus : 1) Nom de l'établissement destinataire ; 2) Nom du Service fabriquant le Produit ; 3) Nom du produit ; 4) Forme du produit ; 5) Dosage ; 6) Date de Péremption ; > Normalisation : La réglementation ne mentionne pas les mesures de traçabilité sous cette forme. Cependant, l'étiquetage fait partie des bonnes pratiques de fabrication.
Commentaire	Elle est fabriquée avec un simple papier et collée avec de l'adhésif au flacon

FAC

Document

Description	
Description	> Désignation : Facture. > Objet : Document détaillant les produits qui ont été vendus et présentation du montant global dû à la pharmacie principale. > Contenu : 1) Désignation des produits facturés ; 2) Quantité ; 3) Prix unitaire ; 4) Montant global > Destinataire : Chef de service de PP > Copies : 4
Commentaire	La facture se décline en deux types : 1) Annexe 1 : commande destinée à la PCH, et dont le budget alloué est contrôlé directement par cette structure ; 2) Annexe 2 : commande adressée à des fournisseurs en dehors de la PCH, et dont le budget alloué est géré par l'établissement.

Facture d'avoir

Document

Description	
Description	> Désignation : Facture d'avoir > Objet : Document commercial qui est établi par le fournisseur lors du retour de marchandises pour annuler, ou rembourser les prix facturés avant, ou pour corriger une erreur de facturation (produit non reçu par le client, article facturé au lieu d'un autre [erreur de référence...], erreur de prix sur un article).

Factures pro formats

Document

Description	
Description	> Désignation : Factures pro formats > Objet : La facture pro format est un document commercial temporaire délivré sous forme de devis pour évaluer la prestation avant la de la transaction. Elle est utilisée comme modèle pour la facture définitive qui achèvera la transaction. Si la facture pro forma est acceptée, elle ne peut être modifiée par la suite.

Fiche de soins

Document

Description	
Description	> Désignation : Fiche de soins. > Objet : Document indiquant tous les soins et médicaments prodigués au patient.

FP

Document

Description	
Description	> Désignation : Fiche de Position (ou de casier) > Objet : Enregistrer les entrées et sorties du stock et déterminer la situation du stock physique a chaque mouvement. > Contenu : 1) Date du mouvement ; 3) Quantité d'entre en stock ; 4) Quantité de sortie du stock ; 5) Situation du stock ; > Normalisation : Cette fiche est mentionnée par la réglementation, mais cette dernière ne présente pas d'archétype.

FS

Document

Description	
Description	> Désignation : Fiche de Stock. > Statut : La fiche de stock peut avoir dans la cartographie deux statuts : 1) Entré : du produit pharmaceutique. 2) Sortie : du produit pharmaceutique. > Objet : Contrôler la situation du stock physique > Contenu : Indication des mouvements (Entré/Sortie) du produit pharmaceutique à partir de l'emplacement du stockage. > Normalisation : Document réglementé et standardisé. Le modèle réglementaire est présenté en annexe dans la circulaire N°007 du 22/11/2005 relative à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé.

Liste N° Tél. Services

Document

Description	
Description	> Désignation : Liste des numéros de téléphone des services. > Objet : Ce document qui doit être à jour permet de contacter les services de l'établissement.

LIVRAISON*Agrégation***Livraisons aux services**

Document

Description	
Description	> Désignation : Livraisons aux services. > Objet : Utilisation interne pour élaborer un autre état : Coût de consommation. > Contenu : État détaillant les montants des produits livrés aux services de santé de façon quotidienne. > Normalisation : Document pas mentionné dans la réglementation et donc non standardisé.
Commentaire	Ce document a été observé uniquement dans un seul EPH.

LR

Document

Description	
Description	> Désignation : Lettre de Réclamation. > Objet : Document établi par le chef de service de la pharmacie notifiant les anomalies apparues lors de la réception des produits et proclamant la prise en charge des non-conformités constatées. > Normalisation : La réglementation mentionne qu'un rapport détaillé doit être fait par le chef de service de la pharmacie. Ce rapport doit être transmis au responsable de la direction financière pour que ce dernier puisse saisir le fournisseur dans les 24 heures. De plus, un registre ad hoc, coté et paraphé doit être établi, par le chef de service de la pharmacie, et doit contenir les non-conformités et les factures litigieuses avec date, numéro et montant du paiement. Cependant, la réglementation ne mentionne pas la lettre de réclamation et son contenu. Il n'existe pas, par conséquent, un modèle standard. > Destinataire : Fournisseur concerné par l'anomalie.

Mise en demeure

Document

Description	
Description	> Désignation : Mise en demeure > Objet : Est une lettre d'interpellation formelle expliquant au destinataire le problème et lui demandant, dans un délai fixé, de le résoudre. Elle constitue un moyen de pression pour inciter officiellement le destinataire à s'acquitter de ses obligations. > Normalisation : La mise en demeure est régie selon le code des marchés publics par l'arrêté du 28 mars 2011 fixant les mentions à porter dans la mise en demeure et les délais de sa publication > Destinataire : Fournisseur.

MC
Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Main-Courante. Ou Registre de Pharmacie.</p> <p>> Objet : Est un document destiné au suivi et contrôle de tous les mouvements du stock et sa situation physique. Il est considéré comme un document comptable.</p> <p>> Contenu : Ce registre doit mentionner : 1) La Dénomination Commune Internationale (DCI) ; 2) Le prix ; 3) Un état mensuel et valorisé des entrées et des sorties.</p> <p>> Normalisation : Est un document réglementé. Cependant, la réglementation ne présente pas un modèle type pour ce registre.</p>
Commentaire	La réglementation permet de retranscrire les informations tirées par l'outil informatique (concernant l'état des stocks physiques valorisés). La réglementation exige aussi qu'il soit à jour en permanence.

Niveau de consommation du budget

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Niveau de consommation du budget.</p> <p>> Objet : Est un état qui permet au chef de service de constater le montant de la consommation du budget alloué aux produits pharmaceutiques.</p> <p>> Normalisation : Ce document n'est pas prévu par la réglementation. Il n'est, ainsi, pas standardisé.</p>
Commentaire	Ce document est présent seulement dans certains EPH.

OE

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Ordonnance Externe.</p> <p>> Objet : Est un sous-type de l'ordonnance hospitalière et est une prescription médicale destinée à être satisfaite par une pharmacie d'un établissement autre que l'établissement du prescripteur.</p> <p>> Contenu : Identique à n'importe quelle ordonnance hospitalière (voir document OH).</p> <p>> Destinataires : – Malade ambulatoire ; – Officine ; – Pharmacie d'un autre établissement hospitalier public.</p>

OH

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Ordonnance Hospitalière.</p> <p>> Objet : L'ordonnance est un document constitué par un praticien médical. Il est à la fois, une prescription des médicaments pour le patient, et une commande dite nominative (au profit d'un seul nom de patient) destinée à être satisfaite par une pharmacie.</p> <p>> Contenu : 1) Établissement ; 3) Nom du patient ; 2) Nom du service ; 4) Date de naissance du patient ; 5) Âge ; 6) Produits commandés ; 7) Griffe du praticien ; 8) Signature du praticien ; 9) Cachet du service 1) Signature du chef de service.</p> <p>> Destinataires : – Pharmacie ; – Patient.</p>
Commentaire	L'ordonnance peut être : 1) Interne (OI) ; 2) Externe (OE).

OI

Document

Description	
Description	> Désignation : Ordonnance Interne. > Objet : Commande faite par les services de santé. Elle est individuelle et nominative selon la réglementation. Elle est utilisée uniquement pour les malades hospitalisés. > Contenu : L'ordonnance interne doit contenir les renseignements suivants : 1) Nom du service ; 2) Date ; 3) Nom et Prénom du malade ; 4) Âge ; 5) N° de lit ; 6) N° d'admission ; 7) Nom du médicament en DCI ; 8) Forme du médicament ; 9) Dosage ; 10) Posologie ; 11) Durée du traitement ; 12) Cachet du service de santé ; 13) Griffe du Chef de service demandeur ; 14) Signature du Chef de service demandeur ; 15) Pour certains produits les résultats du laboratoire tel que : i) Le taux d'albumine ou taux FMS pour le fer injectable ; ii) Le rhésus pour l'anti D.

PG

Document

Description	
Description	> Désignation : Programme de Garde. > Objet : Assurer le service en permanence. > Contenu : Liste des employés désignés pour la garde dans les week-ends et les jours fériés. > Normalisation : La réglementation note seulement que la permanence doit être assurée 24h sur 24h et 7j sur 7j. Aucun contenu, format ou modèle n'a été exigé ou présenté. > Destinataire : Directeur de l'établissement.

Plan de consommation

Document

Description	
Description	> Désignation : Plan de consommation. > Objet : Estimer les besoins de l'établissement en produits pharmaceutiques pour l'exercice budgétaire à venir. > Contenu : Quantité estimée des produits pharmaceutiques repartis par DCI, par Catégorie et par trimestre. > Normalisation : La réglementation ne donne aucune indication sur ce document. Cependant, un modèle standard est présenté par la PCH. > Destinataire : PCH.

Prévision de consommation

Document

Description	
Description	> Désignation : Prévision de consommation. > Objet : Estimation, en quantité, des consommations en produits pharmaceutiques pour l'exercice budgétaire ultérieur. > Normalisation : Ce document n'est pas mentionné dans la réglementation, donc, il n'est pas standardisé. > Destinataire : Chef de service PP.

Rapport de contrôle

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Rapport de contrôle.</p> <p>> Objet : Rapport écrit par le chef de service PP dans lequel sont identifiés et signalés toutes les anomalies soulevées après le contrôle réglementaire réalisée.</p> <p>> Contenu : Le contenu du rapport dépens des anomalies identifié par la vérification :</p> <ol style="list-style-type: none">1) des conditions de stockage et la conformité du rangement des produits pharmaceutiques ;2) des coffres à stupéfiants ;3) du niveau du stock ;4) de la tenue des documents de gestion ; main-courante, fiche de stock, ordonnance, archivage des BL et registre des unités et armoires à pharmacie des services ;5) de la validité des produits en termes de date de péremption ;6) du report des prescriptions sur les fiches de soins. <p>> Normalisation : La réglementation a défini les éléments à vérifier, mais ne présente pas un format type.</p> <p>> Destinataires : Responsable : Directeur de l'EPH ; Responsable : Sous-directeur des Services de Santé.</p>

Rapport mensuel de consommation des services

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Rapport mensuel de consommation des services</p> <p>> Objet : Est un état qui constate les consommations en quantité des produits pharmaceutiques réalisées par chaque service de l'établissement.</p> <p>> Contenu : 1) Service ; 2) Produit ; 3) Quantité.</p> <p>> Normalisation : Ce document n'est pas prévu par la réglementation. Il est ainsi non standardisé.</p>
Commentaire	Ce document a été observé uniquement dans un seul EPH.

RC

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Registre des Commandes</p> <p>> Objet : Garder une trace des colonnades lancées par le service.</p> <p>> Contenu : 1) Date ; 2) Numéro du BP ;</p> <p>> Normalisation : Ce document est officieux et donc il n'existe pas de modèle archétype.</p>
Commentaire	Ce registre a été observé uniquement dans un seul service parmi ceux qui ont été visités.

RDR

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Registre des Dépôts et des Retraits.</p> <p>> Objet : Garder la trace du dépôt des bons de commande et enregistrer l'exécution de la commande après la livraison des produits.</p> <p>> Contenu : 1) Date du dépôt du bon de commande ; 2) Numéros du bon ; 3) Transmetteur du bon ; Pour la partie retrait, la réglementation exige les renseignements suivants : 4) La date de livraison ; 5) Le numéro de la commande (Bon ou ordonnance) ; 6) Le nom et le prénom de l'agent chargé de retirer les produits ; 7) Signature de l'agent chargé de retirer les produits.</p> <p>> Normalisation : La partie dépôt n'est pas mentionnée par la réglementation. Signature de l'agent chargé de retirer les produits.</p>
Commentaire	Le RDR a été observé uniquement dans un seul EPH. Ce registre n'est pas utilisé avec les ordonnances.

Registre des unités

Document

Description	
Description	> Désignation : Registre des unités. > Objet : Garder une traçabilité des produits remis aux équipes de garde du service de santé. > Contenu : 1) Date ; 2) Désignation des produits remis ; 3) Quantité ; 4) Destinataire ; > Normalisation : Ce document est cité dans la réglementation, mais il n'existe pas de modèle archétype.
Commentaire	Étant donné que la réglementation ne fournit pas de détails sur ce registre, plusieurs appellations ont été observées d'un service à un autre.

Registre de soins

Document

Description	
Description	> Désignation : Registre de soins. > Objet : Registre indiquant tous les soins et médicaments demandés par les médecins traitants.

Réclamation de restitution

Document

Description	
Description	> Désignation : Réclamation de restitution. > Objet : Est un type de lettre de réclamation établie par le chef de service de la pharmacie suite à la réception du fournisseur des produits non commandés. Cette lettre a pour objet de retourner les produits non désirés. > Normalisation : La réglementation mentionne qu'un rapport détaillé doit être fait par le chef de service de la pharmacie. Ce rapport doit être transmis au responsable de la direction financière pour que ce dernier puisse saisir le fournisseur dans les 24 heures. De plus, un registre ad hoc, coté et paraphé doit être établi, par le chef de service de la pharmacie, et doit contenir les non-conformités et les factures litigieuses avec date, numéro et montant du paiement. Cependant, la réglementation ne mentionne pas la lettre de réclamation et son contenu. Il n'existe pas, par conséquent, un modèle standard. > Destinataire : Fournisseur concerné par l'anomalie
Commentaire	Un sous-type de LR.

RETOUR

Agrégation

RF

Document

Description	
Description	> Désignation : Registre de Facturation. > Objet : Assurer la traçabilité des factures réceptionnées. > Contenu : 1) Date ; 2) Désignation produit ; 3) N° BLF ; 4) N° BC ; 5) N° FAC ; 6) Montant ; 7) Fournisseur ; > Normalisation : La réglementation ne mentionne pas de registre, mais plutôt un état hebdomadaire des paiements des factures réceptionnées, qui doit être réalisé conjointement avec la direction financière, puis communiqué au directeur de l'établissement. > Destinataire : Direction financière et comptable.
Responsable	Comptable

RPR

Document

Description	
Description	> Désignation : Renseignements des Produits Reçus. > Objet : Est un papier officieux mentionnant les coordonnées des produits reçus. > Contenu : Les informations collectées sont : 1) Nom commercial ; 2) Forme et dosage ; 3) Date de Fabrication ; 4) N° de lot ; 5) Quantité ; 6) Nom du Laboratoire ; 7) Pays de Fabrication. > Normalisation : Document non mentionné et non standardisé par la réglementation.
Commentaire	Certains EPH n'utilisent pas un tel document.

RP

Document

Description	
Description	> Désignation : Registre de Prescription > Objet : Assurer la traçabilité des produits administrés. > Contenu : Selon la réglementation, ce registre doit contenir : 1) Identification du praticien et visa ; 2) Identification du patient ; 3) Âge du patient ; 4) Numéro de lit du patient ; 5) Numéros d'admission ; 6) Posologie de chaque médicament administré par patient et/ou dispositif médical administré ; 7) Date de la prescription ; 8) Durée du traitement ; 9) Observations éventuelles. > Normalisation : La réglementation a détaillé le contenu sans présenter un modèle archétype.

RPP

Document

Description	
Description	> Désignation : Registre des Produits Périmés. > Objet : Assurer la traçabilité des produits périmés dès leur réception. > Contenu : 1) Nom commercial ; 2) DCI ; 3) Forme et dosage ; 4) N° de lot ; 5) Laboratoire ; 6) Date de fabrication ; 7) Date de péremption ; 8) Service expéditeur ; 9) Date d'expédition. > Normalisation : Ce registre ne figure pas dans la réglementation et donc aucun contenu, format ou modèle n'a été exigé ou présenté.

RR

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Registre des Retraits.</p> <p>> Objet : Enregistrer l'exécution de la commande et la livraison des produits</p> <p>> Contenu : Selon la réglementation, le registre de retrait doit comporter :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) La date de livraison ; 2) Le numéro de la commande (Bon ou ordonnance) ; 3) Le nom et le prénom de l'agent chargé de retirer les produits ; 4) Signature de l'agent chargé de retirer les produits. <p>Des champs supplémentaires sont ajoutés par certains établissements tels que :</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) Le service destinataire de la livraison ; 6) Le matricule de l'agent chargé de retirer les produits. <p>> Normalisation document : Mentionnée par la réglementation sans présentation d'un modèle standard.</p>

RRMA

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Registre de Retraits de la Maladie Ambulatoire</p> <p>> Objet : Enregistrer la délivrance des produits au malade ambulatoire.</p> <p>> Contenu : Selon la réglementation, un registre de retrait doit comporter :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) La date de livraison ; 2) Le numéro de la commande (Bon ou ordonnance) ; 3) Le nom et prénom de l'agent chargé de retirer les produits ; 4) Signature de l'agent chargé de retirer les produits. <p>> Normalisation : - La réglementation ne précise pas l'obligation d'établir un registre de retrait spécifique pour les malades ambulatoires. Ainsi, aucun modèle de format n'a été présenté.</p>

RSP

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Registre des Stupéfiants et Psychotropes.</p> <p>> Objet : Est un document qui retrace les mouvements (entré/sortie) des produits à surveillance particulière : les stupéfiants et les psychotropes.</p> <p>> Normalisation : Ce registre ne figure pas dans la réglementation et donc aucun contenu, format ou modèle n'a été exigé ou présenté.</p>

Soumissions

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Soumissions</p> <p>> Objet : Une soumission est un document écrit par un fournisseur ou un prestataire de service. Il indique des propositions avec le prix des biens ou des services selon le cahier des charges pour l'attribution d'un marché public. La soumission permet de comparer entre les prix et les caractéristiques des offres des soumissionnaires.</p> <p>> Contenu & Normalisation : Les soumissions sont réglementées par le code du marché public. L'arrêté du 28 mars 2011 fixe les modèles de la lettre de soumission, de la déclaration à souscrire et de la déclaration de probité.</p>

Spécimens de signature

Document

Description	
Description	<p>> Désignation : Spécimens de Signature.</p> <p>> Objet : Ce document présente la liste le personnel habilité à viser les bons de commande et les ordonnances.</p> <p>> Contenus : <ol style="list-style-type: none"> 1) Spécimen du cachet du service ; 2) Non et prénom du personnel habilité ; 3) Spécimen de la griffe ; 4) Spécimen du parafe. </p>

Annexe E.3. Description du diagramme système informatique

Carte du système d'information

EIPHARM

Application

Description	
Description	<p>> Présentation :</p> <p>L'EIPHARM est un logiciel de gestion des produits pharmaceutiques spécialement conçu pour la pharmacie hospitalière. Basé sur le système DOS (actuellement obsolète), il est le premier logiciel déployé par le ministère de la Santé, et date de 1995. Son développement et sa mise à jour sont arrêtés à l'heure actuelle. Cependant, malgré sa technologie complètement désuète, et en dépit de ses fonctionnalités limitées, il reste apprécié par la plupart des pharmacies des EPH. Il est considéré comme fiable, et constitue un référent dans les établissements de santé algériens.</p> <p>> Principales fonctionnalités :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Élaboration et impression du bon de commande ; – Élaboration du Bon de réception ; – Élaboration du Bon de livraison ; – Alerte sur les péremptions ; – Gestion du Ballot d'urgences et du stock de sécurité ; – Paramétrage du point de commande et de la dotation.
Commentaire	Contrairement au logiciel « Trois comptabilités » qui a vainement été introduit pour remplacer l'EIPHARM, la réussite de celui-ci dans les établissements de santé revient, peut-être, pour sa simplicité d'utilisation et de conception, notamment, pour son indépendance des autres fonctions de l'établissement.
Utilisateur	<ul style="list-style-type: none"> – Agent administratif, page 544 ; – Pharmacien, page 546 ; – Préparateur, page 546 ; – Responsable de PP, page 546.
Type d'application	Autre
Autre	LGS (Logiciel de gestion des stocks)
Input/Output	
Entrants	<ul style="list-style-type: none"> – BLF, page 549 ; – BP, page 549 ; – BU, page 550 ; – Demande de décharge, page 552 ; – FAC, page 553 ; – FS, page 554 ; – MC, page ; 555 – OE, page 555 ; – OI, page 556.
Sortants	<ul style="list-style-type: none"> – BC, page 548 ; – BL, page 549 ; – BP, page 549.

Trois comptabilités

Application

Description	
Description	Trois comptabilités est un ERP (Entreprise Resource Planning) réduit, de conception Algérienne, adapté au fonctionnement des établissements publics de santé. Il comprend trois modules essentiels d'où il tient son nom : la comptabilité financière, la comptabilité matières et la comptabilité analytique. Ce logiciel met en relation essentiellement les structures rattachées à la sous-direction des finances et moyens, et la sous-direction des services de santé. Dans la sous-direction des services de santé, ce système est utilisé par la pharmacie principale, le bureau de contractualisation et coût de santé, et le bureau des entrées. Les services de soins ne sont pas connectés à ce système.
Commentaire	La plupart des EPH (visités) n'utilisent pas ce logiciel. Ce système a connu un échec au moment de sa mise en marche dans la majorité des EPH.
Utilisateur	<ul style="list-style-type: none"> – Pharmacien, page 546 ; – Responsable de l'établissement, page 546 ; – Responsable de PP, page 546 ; – Responsable des services de santé, page 547 ; – Responsable du service économique, page 547.
Type d'application	ERP (Entreprise Resource Planning) ou PGI (Progiciel de Gestion Intégré)

M.S. Office

Application

Description	
Description	Suite bureautique de Microsoft®, elle est utilisée essentiellement pour élaborer toute sorte de demandes, faire des agrégations, établir des états et des rapports.
Type d'application	Bureautique
Input/Output	
Sortants	<ul style="list-style-type: none"> – Décharge, page 551 ; – Demande de décharge, page 552 ; – Plan de consommation, page 556 ; – Prévision de consommation, page 556 ; – Rapport de contrôle, page 557 ; – Rapport mensuel de consommation des services, page 557 ; – Réclamation de restitution, page 558

Annexe E.4. Description du diagramme risques*Catalogue de risque***Mauvais contrôle**

Risque

Description	
Description	Le terme contrôle est utilisé ici pour désigner à la fois le suivi, la vérification et le maîtrise. Un mauvais contrôle peut provenir de l'un des facteurs suivants : <ul style="list-style-type: none"> – carences cognitives ; – information inadéquate ; – retard de l'information ; – absence de l'information.
Type de risque	Opérationnel

Perte de traçabilité

Risque

Description	
Description	Une perte de traçabilité signifie que certains renseignements actuels ou des informations historiques sur l'objet en question n'ont pas été enregistrés ou ont été effacés pour une raison ou une autre.
Type de risque	Opérationnel

QUALITÉ DE SERVICE*Agrégation***Risque d'erreur**

Risque

Description	
Description	Probabilité ou possibilités d'effectuer des erreurs en raison d'une défaillance de la procédure, ou en raison des conditions de travail.
Type de risque	Opérationnel

Surcharge des ressources

Risque

Description	
Description	La surcharge des ressources implique que la charge de travail a dépassé la capacité des ressources, ou, éventuellement, que cette charge a atteint des niveaux très élevés pouvant provoquer des surmenages, ou des risques d'erreur pour les personnes, ou des pannes pour les appareils et équipements.
Type de risque	Opérationnel

*

*

*

Annexe F. Questionnaires pour la sélection des indicateurs

Dans ce qui suit, deux numéros de page apparaissent, un en tête de page formatée comme paysage et l'autre en pied de page formatée comme portrait. Le premier représente le numéro de page du questionnaire, le second appartient à la pagination de la thèse. La page de garde des deux questionnaires est identique, ainsi, la présentation du questionnaire distribué aux services de santé commence avec la page numéro 2.

Annexe F.1. Questionnaire destiné à la pharmacie principale

(cf. pages suivantes)

Questionnaire sur les indicateurs de pilotage

Dans le cadre d'une recherche scientifique portant sur la conception d'un tableau de bord logistique du flux pharmaceutique dans le milieu hospitalier, nous vous prions de juger la pertinence de chaque indicateur catégorisé selon le type de processus, puis selon le type d'indicateur, puis selon la performance en cochant en fin de ligne sur la case de l'un des niveaux suivants : (1) **Non-pertinent**, (2) **Peu pertinent**, (3) **Pertinent**, (4) **Très pertinent**, (5) **Complètement pertinent**. Nous avisons que certains indicateurs peuvent réapparaître plusieurs fois sous une autre perspective afin de connaître, selon votre avis, sous quelle perspective l'indicateur est mieux adapté.

Indicateurs sur le mode de calcul des indicateurs

Le mode de calcul d'un indicateur se présente soit par une équation mathématique, soit par un algorithme (plusieurs étapes d'instructions). Dans un algorithme, chaque étape est représentée par le symbole «#» précédé d'un numéro. La fin d'une étape est exprimée par la ponctuation «». La dernière étape de l'algorithme fini toujours par les ponctuations «». Les indicateurs munis dans leur équation d'un numéro sous forme de «{xxx}» signifient qu'ils sont composés d'autres indicateurs portant ce numéro référence.

Petit Glossaire

Processus : ensemble d'activités/tâches successives qui consomment des ressources (Intrants : moyens humains, matériels et immatériels) pour les transformer en résultats (Extrants : produits, services). Exemple: un processus de fabrication transforme les matières premières (Intrants) en produits finis (Extrants : Résultats).

Sur les perspectives

Perspective : dimension sous laquelle la performance du service est évaluée. Les perspectives retenues dans ce questionnaire sont : la fiabilité, la flexibilité, la réactivité, le temps, la qualité, finance/coût, l'apprentissage & innovation.

Apprentissage & Innovation : cette perspective se porte sur l'acquisition des connaissances, la formation, la faculté d'apporter des évolutions ou améliorations sur les produits ou les services rendus.

Client : indique les services et les manières avec lesquels la satisfaction du client est réalisée.

Fiabilité : est la faculté de faire peu d'erreurs comme livrer au bon endroit, avec la bonne quantité, au bon moment, avec la documentation correcte et aux bons clients.

Finance/Coût : indique à quel point, la stratégie et les opérations réalisées contribuent à améliorer la santé financière de l'établissement et/ou à réduire les coûts.

Flexibilité : est la faculté de s'adapter aux variations des quantités demandées. En d'autres termes, la flexibilité est la capacité à faire face aux fluctuations de la demande afin de satisfaire le client.

Qualité : aptitude à offrir un produit ou un service selon les caractéristiques exigées par le client, et/ou, aptitude à se conformer à une norme, un standard, une réglementation, un standard, un cahier des charges. La qualité inclut également la réduction des gaspillages et la préservation de l'environnement.

Réactivité : est la rapidité avec laquelle la demande d'un client est satisfaite.

Temps : renvoie à la faculté de maîtriser les délais et d'effectuer les activités en temps réduit.

Sur les types d'indicateurs

Activité : les indicateurs d'activité font état des résultats intermédiaires avant l'apparition des résultats finaux des activités. Ces indicateurs mesurent le niveau de mise en œuvre des activités avant leur achèvement.

Contexte : pour mesurer l'état de l'environnement externe au service, détecter les signes positifs ou négatifs (menaces) susceptibles d'influencer les activités du service.

Intrant : indicateurs destinés à évaluer la quantité, la qualité, le coût, l'efficacité des ressources humaines, financières, matérielles et informationnelles utilisés dans les processus du

Résultat : indicateurs consacrés à évaluer les résultats, les effets et impacts issus de l'achèvement des activités.

Quelques concepts

EHR/EMR : *Electronic Health Record / Electronic Medical Record* est un système d'information gérant sur support électronique le dossier médical du patient. Ce système permet d'avoir un dossier médical informatisé et partagé par plusieurs services de l'établissement hospitalier afin de proposer le traitement ou les examens les plus adaptés et également d'éviter des redondances inutiles d'exams ou de prescriptions.

Capacité : est la quantité théorique maximale de commandes ou de produits qu'une ressource ou un système (service) est capable de traiter, de produire, ou de livrer durant une période et sous des conditions préétablies. La capacité est le plus souvent mesurée en heure de travail.

CPOE : *Computerized Physicians Order Entry* ou l'entrée informatisée de la commande des médecins est un système d'information permettant de transmettre sous forme électronique au personnel médical ou au service de l'établissement (pharmacie, laboratoire ou radiologiques) instructions ou les commandes du médecin traitant. CPOE permet de réduire les délais de dispensation, les erreurs de saisie et de transcription des commandes, les erreurs de prescription en double et les erreurs sur la dose des médicaments. Il permet également de faciliter l'inventaire et la publication des consommations et des frais.

EAI : *Enterprise Application Integration* ou intégration d'application d'entreprise est une technologie informatique, plus précisément, un logiciel qui permet d'intégrer plusieurs autres applications informatiques. Autrement dit, l'EAI permet de faire l'échange de données entre des logiciels différents qui ne sont pas destinés, au départ, à communiquer entre eux.

EDI : l'Échange de Données Informatisé est un dispositif permettant l'échange d'informations entre deux structures ou machines à l'aide de messages électroniques standardisés, l'EDI, permet d'éliminer ou de réduire l'échange de documents sous forme de support papier, d'automatiser le traitement des données, de réduire le coût de traitement des données, d'accélérer et de fiabiliser la communication des données, et enfin de sécuriser les transactions.

ERP : *Enterprise Resource Planning* est un progiciel de gestion intégré, c'est-à-dire, un logiciel applicatif généraliste standard aux multiples fonctions. Composé d'un ensemble de programmes paramétrables, désignés par modules, il est destiné à être utilisé simultanément par plusieurs personnes. Chaque module d'un ERP couvre généralement une fonction de l'organisation telle que : la production, les achats, les stocks, les ventes, la distribution, les salaires, la gestion des ressources humaines, la comptabilité, les finances et la trésorerie.

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
Contexte	Flexibilité	1519	Durée du séjour	L'indicateur estime le nombre de jours moyen où le patient reste hospitalisé ce qui permettrait de faire des prévisions sur la demande de certains produits pharmaceutiques.	Nb. de jour d'hospitalisation des malades + Nb. d'admissions	<input type="checkbox"/>				
		1620	Consommation par pathologie	L'indicateur évalue la consommation des produits pharmaceutiques par pathologie, ce qui permettrait de faire des prévisions de consommation par pathologie.	Quantité de produits consommés par DCI et par pathologie	<input type="checkbox"/>				
Intrant	Apprentissage & Innovation	1629	Consommation des patients	L'indicateur évalue la quantité moyenne de produits pharmaceutiques consommés par malade, ce qui permettrait, entre autres, de faire des prévisions de consommation sur la base du volume des patients.	Quantité totale de produits consommés par DCI → Nb. de patients consommant la DCI.	<input type="checkbox"/>				
		1154	Conditions de travail	Cet indicateur a pour objectif de mesurer la qualité de vie au travail considérée comme un facteur déterminant de la performance socio-économique. Il mesure l'aspect social et matériel des conditions du travail.	Taux d'absentéisme pour maladie + Taux de démissions + Taux d'employés atteints d'une maladie professionnelle + Taux de sorties forcées	<input type="checkbox"/>				
		1433	Nombre de personne requise et niveau de compétence	L'indicateur évalue de façon générale les besoins en ressources humaines. Cela permet de connaître l'écart entre ce que le service devrait avoir, et ce qu'il possède réellement en matière de quantité et de qualité des ressources humaines.	1# Considérez la variable i=1,2,...,n comme le numéro d'un poste de travail ; 2# Considérez la variable N_j=0,1,2,...,8 : comme le niveau d'éducation requis pour le poste de travail i ; 3# Calculez un le besoin quantitatif et qualitatif en compétence : (N_1+N_2+...+N_n)..	<input type="checkbox"/>				
		1477	Évaluation des employés	L'indicateur mesure la performance collective des salariés. Il permet, d'une part, d'évaluer l'implication du personnel dans le travail, ce qui a un impact sur la performance du service. D'autre part, il permet d'apprécier les besoins en formation et d'apporter des éléments pour la gestion des carrières des employés.	Quantité de travail + Qualité de travail + Respect des délais + Utilisation des connaissances + Méthode de travail + Respect des consignes de santé et sécurité au travail + Sens des responsabilités + Relations humaines	<input type="checkbox"/>				
Finance/Coût		1449	Frais de matériel	L'indicateur évalue tous les frais qu'engendre un matériel utilisé par la pharmacie principale tel que les frais de consommables, la maintenance, les pièces de rechange et l'énergie utilisée, afin de connaître l'impact en coût de l'utilisation de ce matériel.	Somme des dépenses de chaque matériel	<input type="checkbox"/>				
		1549	Subvention de recherche	L'indicateur mesure le niveau de soutien accordé dans le domaine de la recherche pour l'amélioration du flux pharmaceutique.	Montant de la subvention de recherche accordée + Montant de subvention de recherche maximal accordé dans le secteur.	<input type="checkbox"/>				
		1280	Délai moyen de l'encaissement du financement	L'indicateur permet de mesurer le temps moyen attendu par l'organisation pour qu'elle puisse recueillir le financement de l'Etat.	1# Considérez la variable i=1,2,...,m comme une période de temps exprimée par l'année ; 2# Considérez la variable DE_i comme la date d'encassement du financement pendant l'année i ; 3# Calculez le délai de l'encassement pour la période i : E_i = DE_i - DE_{i-1} ; 4# Calculez le délai moyen de l'encassement : (E_1+E_2+...+E_m)/m ;	<input type="checkbox"/>				
		1405	Nombre moyen de jours de l'encaissement du budget	L'indicateur calcule le nombre de jours moyen attendu par la pharmacie principale pour recevoir le financement dédié à l'achat des produits pharmaceutiques. Cette mesure permet à la pharmacie principale de prendre les dispositions de prévention contre les pénuries.	1# Considérez i=1,2,...,n , comme le numéro chronologique d'un financement ; 2# Calculez le nombre de jours entre deux financements : DEF_j = Date d'encassement du financement_j - Date d'encassement du financement_{j-1} ; 3# Calculez le nombre de jours moyen d'encassement : (DEF_1+DEF_2+...+DEF_n) / n ;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Flexibilité	I116	Capacité supplémentaire	Cet indicateur est lié à l'objectif de satisfaire la demande en quantités voulues avec les délais exigés lorsque la capacité courante de la pharmacie principale ne le permet pas. L'indicateur évalue le pourcentage de la capacité qu'il est possible d'augmenter ou qui est déjà augmentée.	Capacité supplémentaire en heures + Capacité totale en heures.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		I244	Capacité disponible du système	L'indicateur mesure le surplus du volume de travail que la pharmacie principale est actuellement capable de supporter. L'indicateur mesure donc la flexibilité du service, autrement dit, le potentiel de la pharmacie principale à affronter des demandes inattendues.	1# Calculez la Capacité Requête : CR = (Quantité de bons de pharmacie x Délai d'accomplissement d'un bon de pharmacie [I330]) + (Quantité d'ordonnances x Délai d'accomplissement d'une ordonnance interne [I330]) + (Quantité d'ordonnances de maladie ambulatoire x Délai d'accomplissement d'une ordonnance de maladie ambulatoire [I330]) + (Quantité de Bons de préparation x Délai de fabrication [I287]); 2# Calculez la Capacité d'Opération : CO = Nb. de jours de travail x Nb. d'heures de travail x Nb. d'agents ; 3# Calculez la capacité disponible : Capacité disponible du système = CR-CO ;	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Qualité	I138	Consommation d'énergie	L'indicateur mesure le niveau de consommation de l'énergie par les activités de la pharmacie principale afin de le rationaliser et de mieux préserver cette ressource et l'environnement.	Nb. de Kwh ou m³ d'énergie consommées + Surface en m²	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Temps	I280	Délai moyen de fincassement du financement	L'indicateur permet de mesurer le temps moyen attendu par l'organisation pour qu'elle puisse recueillir le financement de l'état.	1# Considérez la variable i=1,2,...,m comme une période de temps exprimée par l'année ; 2# Considérez la variable DE_1 comme la date d'encassement du financement pendant l'année i ; 3# Calculez le délai de fincassement pour la période i : $E_i = DE_i - DE_{i-1}$; 4# Calculez le délai moyen de fincassement : $(E_1 + E_2 + \dots + E_m) / m$;	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		I405	Nombre moyen de jours de fincassement du budget	L'indicateur calcule le nombre de jours moyen attendu par la pharmacie principale pour recevoir le financement dédié à l'achat des produits pharmaceutiques. Cette mesure permet à la pharmacie principale de prendre les dispositions de prévention contre les pénuries.	1# Considérez i=1,2,...,n, comme le numéro chronologique d'un financement ; 2# Calculez le nombre de jours entre deux financements : $DEF_j = \text{Date d'encassement du financement}_j - \text{Date d'encassement du financement}_{j-1}$; 3# Calculez le nombre de jours moyen d'encassement : $(DEF_1 + DEF_2 + \dots + DEF_n) / n$;	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Activité	Apprentissage & Innovation	I198	Adhérence au programme du client	L'indicateur évalue les efforts déployés de la part de la pharmacie principale pour intégrer son système de planification à celui des services de santé.	Nb. de participation de la pharmacie principale dans la planification faite par les services de santé + Nb. total de plans réalisés	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		I465	Nombre d'institutions dans les activités conjointes	L'indicateur mesure l'importance des projets de recherche et des activités conjointes avec d'autres institutions (agences gouvernementales et non gouvernementales) par le nombre d'adhérents aux programmes qui ont trait à l'amélioration du flux pharmaceutique dans le secteur de la santé.	Nb. d'institutions dans les activités conjointes et les programmes de recherche	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		I464	Nouveaux projets de recherche	L'indicateur mesure le niveau d'effort entrepris pour mener le progrès et assurer l'esprit de l'amélioration continue dans la gestion et la sécurisation du produit pharmaceutique.	Nb. des nouveaux projets de recherche	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		I431	Conflit du travail	L'indicateur mesure le climat de travail lié à la gestion et distribution des produits pharmaceutiques dans la pharmacie principale. L'indicateur a pour but de détecter des anomalies d'organisation ou de fonctionnement pour créer un environnement professionnel adapté qui encourage à faire ressortir le meilleur des employés.	Nb. de dispute de travail + Nb. de jours de travail	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Réf.Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1483	Taux d'approbation du leader	L'indicateur mesure le niveau d'acceptation des politiques menées par le premier responsable de la pharmacie principale concernant l'organisation et la gestion du service. L'importance de cet indicateur vient du fait que le degré d'implication des employés dans leur travail est conditionné par leur niveau de consentement sur ces politiques.	Nb. de votes favorables sur une politique + Nb. d'employés votant	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1458	Pourcentage du personnel qui reçoit une formation en gestion du changement	L'indicateur mesure le niveau de préparation du personnel qui s'occupe du flux pharmaceutique pour le changement organisationnel par le taux de personnel qui a été sensibilisé et formé sur ce sujet.	Nb. de personnels ayant reçu une formation en management du changement + Nb. total du personnel	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1484	Alliances stratégiques	L'indicateur mesure le niveau de synergie réalisé avec d'autres organisations ou établissements à travers les accords de partenariat de coopération ou d'ententes.	Nb. de contrats de coopération / partenariat / entente	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1557	Développement du personnel	L'indicateur mesure les efforts de développement des compétences ou le niveau de perfectionnement des qualifications du personnel par la formation.	Nb. total d'heures de formation effectuées dans une période + Nb. total d'heures équivalentes à temps plein	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		192	Taux d'absentéismes	L'indicateur mesure l'improductivité du personnel en fonction des absences pour : maladie, maternité, accidents de travail, maladies professionnelles, démarches administratives, visites médicales, convocations officielles et absences non autorisées.	Nb. d'heures d'absence + Nb. d'heures de travail par mois pour tous les employés à temps plein.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1558	Technologie de l'information clinique	L'indicateur mesure le niveau d'utilisation des différentes technologies de l'information en santé telle que : le dossier de santé/médicale électronique (EHR/EMR) pour réduire les erreurs médicales et de prescription ; l'entrée de commande informatisée (CPOE).	Nb. de personnels utilisant le système d'informations cliniques + Nb. de personnels habilités à utiliser le système d'informations cliniques	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1304	Taux d'utilisation des systèmes d'échange de donnée	Cet indicateur permet d'évaluer à quel point les technologies de l'information et de communication sont utilisées dans le travail collaboratif et l'échange d'informations.	Nb. de fois de l'utilisation des systèmes d'échanges de données (ERP/EDI/Internet/EHR/EMR/Réseau local) + Nb. de fois de transmission/réception des informations.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1513	Innovation du service	L'indicateur mesure les améliorations faites au niveau de la pharmacie principale sur les services accomplis pour ses clients.	Nb. de services améliorés	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Fidélité	1188	La méthode de saisie de la commande client	L'indicateur mesure l'efficacité du mode de transformation des spécifications de la commande client en données exploitables servant à traiter la commande	Nb. de commandes traitées sans erreur + Nb. total de commandes saisies	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1497	Incidents	L'indicateur recense les événements contraignants liés au flux pharmaceutique. Il comprend les non-conformités, les accidents non délibérés, et les incidents délibérés comme le vol et les dommages prémédités. Le but de cet indicateur est de rechercher les causes des incidents, qui sont dans la plupart des cas d'origine organisationnelle.	Nb. de non-conformités + Nb. d'accidents non délibérés + Nb. d'incidents liés à l'alkia moral (vol , dommage)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1611	Tenue des supports réglementaires	L'indicateur mesure le niveau de qualité du système d'information, sous sa forme de support papier, et avec lequel les agents assurent la traçabilité des mouvements du flux pharmaceutique.	1# Considérez la variable i=1,2...n comme le numéro d'agent dans le service ; 2# Considérez la variable NTSG_j comme le niveau de tenue des supports de gestion par l'agent numéro j ; 3# Attribuez une valeur à NTSG_j par un jugement et selon une échelle de 5 niveaux (points) : Niveau Très Haut (5 pt.) : Excellente tenue des supports, Niveau Haut (4 pt.) : Bonne tenue des supports, Niveau Moyen (3 pt.) : Tenue acceptable des supports, Niveau Faible (2 pt.) : Mauvaise tenue des supports, Niveau Très faible (1 pt.) : Très Mauvaise tenue des supports ; 4# Calculer le niveau global moyen de tenue des supports de gestion dans le service : (NTSG_1+NTSG_2+...+NTSG_n) / n ;	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
			Efficacité de la méthode de planification	L'indicateur mesure la capacité du système de planification à répondre aux besoins des clients internes et externes de la pharmacie principale.	1# Dans un questionnaire diffusé au personnel de la pharmacie principale, service de santé et l'administration financière, posez la question suivante : La méthode de planification en vigueur résout-elle vos problèmes d'activité ? ; 2# Présentez des suggestions de réponses selon 5 niveaux (points) de satisfaction : Niveau très haut (5 pt.) : la méthode résout complètement les problèmes, Niveau haut (4 pt.) : la méthode résout la plupart des problèmes, Niveau moyen (3 pt.) : la méthode résout la moitié des problèmes, Niveau faible (2 pt.) : la méthode résout moins que la moitié des problèmes, Niveau très bas (1 pt.) : la méthode ne résout aucun problème, 3# Calculez la moyenne et l'écart type ;	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
	Finance/Côût	1204			Coût des produits dispensés ÷ Salaire des employées	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1634	Productivité du travail	L'indicateur permet de mesurer la productivité de tous les employés de la pharmacie principale, quelle que soit leur fonction.		(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
	Flexibilité	1418	Taux d'utilisation des ressources humaines	L'indicateur calcule le taux de charge de travail supportée par les salariés s'occupant du flux pharmaceutique, autrement dit, le taux d'occupation du personnel. Pour un horizon défini, l'indicateur permet de connaître le niveau d'utilisation des ressources humaines. Ainsi, il aide à mieux répartir la charge de travail.	Charge de travail en Nb. heures dans la période ÷ Nb. heures de travail dans la période	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1417	Temps libre	L'indicateur évalue le temps inoccupé par les travailleurs, ce qui permet d'évaluer le niveau d'utilisation des ressources humaines, de projeter de nouvelles tâches ou de mieux répartir la charge de travail.	Temps d'attente + Temps sans activité	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		138	Nombre du personnel planifié pour un Rôle / Fonction	L'indicateur mesure les dispositions prévues pour s'assurer que toutes les fonctions du service soient en permanence opérationnelle, et ce, pour maintenir la capacité de traitement.	Nb. d'effectifs prévus pour chaque rôle / fonction	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1264	Flexibilité renversé de la chaîne d'approvisionnement.	Est une métrique qui définit la réaction de la chaîne logistique à l'augmentation imprévue de la demande autour de 20 %, sans que cela provoque un préjudice sur les patients, en raison d'un retard éventuel de livraison.	1# Considérez la variable $k=1,2,...,n$: comme le numéro d'une DCI ; 2# Considérez la variable CAD_k comme la couverture de l'aléa de la demande sur la DCI k : $CAD_k = \text{Consommation mensuelle de la DCI} \times (1+20\%) - (\text{Niveau du stock en quantité } [I631] + \text{Encours } [I259])$; 3# Considérez la variable DOU_k comme le délai d'obtention d'une unité de DCI : $DOU_k = \text{Quantité approvisionnée de la DCI pendant une période} \div \text{Somme des délais d'approvisionnement du DCI dans la même période}$; 4# Si $CAD_k > 0$ Alors "La flexibilité renversée est favorable", Si $CAD_k \leq 0$ alors calculez $FR = CAD_k \div DOU_k$, Si $FR > 3$ jours alors "la flexibilité renversée est défavorable" ;	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		139	Nombre actuel du personnel assigné à un Rôle / Fonction	L'indicateur mesure l'agencement en cours pour s'assurer que toutes les fonctions de la structure soient en permanence opérationnelle, et ce, pour maintenir la capacité de traitement.	Nb. actuel d'effectifs assignés pour chaque rôle / fonction	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1229	Révision des quotas de produits conservés aux unités de soins	Cet indicateur permet d'une part d'observer l'évolution de la demande, et d'autre part de rationaliser la dotation des produits pour chaque service de santé selon le programme de livraison.	Nb. de révisions des quotas ÷ Nb. de saisonnalités	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1260	Nombre d'instance par ressource	Une instance est tout ce qui déclenche un processus, comme : une commande, une demande, une préparation, une réclamation...etc. L'indicateur permet d'évaluer la charge de travail sur les ressources (employés), d'identifier les goulets d'étranglement et de leurs causes.	Nb. d'instances traitées/prévues ÷ Nb. de ressources.	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Réf.Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
		1353	Taux de charge des ressources	Cet indicateur mesure le niveau d'utilisation de tous les types de ressources dans les processus de la pharmacie principale pour une période définie. L'indicateur est lié à l'objectif de bien exploiter les ressources dont dispose la structure pour améliorer la productivité, et bien répartir la charge de travail pour éviter la saturation.	Charge de travail en heures de toutes les ressources + Capacité ordinaire de travail en heures de toutes les ressources.	<input type="checkbox"/>				
		143	Instances par type de processus	Une instance est tout ce qui déclenche un processus, comme : une commande, une demande, une réclamation...etc. La mesure calculée par l'indicateur permet d'évaluer la charge de travail, d'identifier les goulots d'étranglement et de leurs causes.	Nb. de déclenchement de chaque type de processus	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	124	Collaboration pour améliorer la qualité	L'indicateur mesure le niveau de la collaboration avec les fournisseurs ou les clients pour améliorer la qualité de service et éventuellement la qualité des produits.	Nb. total d'heures de réunion pour améliorer la qualité.	<input type="checkbox"/>				
		1443	Heures d'exploitation entre pannes par machine	L'indicateur permet de connaître l'efficacité et la fiabilité mécanique de la machine utilisée pour la dispensation des produits pharmaceutiques. L'indicateur permet également de connaître le niveau de maintenance requis.	Somme des heures de travail machine avant panne + Nb. de pannes	<input type="checkbox"/>				
		133	Gaspillage de la pharmacie principale	Certaines activités sont pratiquées et acceptées par tout le monde, mais qui n'apportent pas de valeur ajoutée pour le client (activités qui n'apportent rien aux yeux du client). Cet indicateur mesure le niveau de l'ensemble de ces activités considérées comme des gaspillages.	Surproduction + Surstockage + Surprocessing ou traitements inutiles + Temps d'attente et délais + Mouvements Inutiles + Erreurs, Défauts et rebuts + Sous-utilisation des Compétences	<input type="checkbox"/>				
		1560	Taux d'accidents professionnels	L'indicateur permet de détecter les défaillances en matière d'ergonomie du travail et en termes de conditions techniques de l'accomplissement du travail. L'indicateur a pour objet d'améliorer les conditions de travail.	Nb. d'accidents de travail + Nb. de jours de travail	<input type="checkbox"/>				
		149	Proportion de corrections sur les erreurs corrigibles	L'indicateur permet d'identifier et de classer les erreurs faites sur les instances en erreurs corrigibles et non corrigibles, et d'évaluer le pourcentage de corrections réalisées sur l'ensemble des erreurs.	Nb. d'erreurs corrigées + Nb. total d'erreurs	<input type="checkbox"/>				
		1297	Rectification	L'indicateur mesure, au niveau de la pharmacie principale, l'ampleur du temps consacré à la correction des instances (commande, demande, réception, réclamation...etc) révélant un défaut de traitement.	Nb. d'heures de corrections + Nb. d'heures de travail des employés	<input type="checkbox"/>				
		1609	Respect de la règle FIFO	Afin d'éviter les péremptions, l'indicateur mesure le niveau de respect de la règle FIFO (First In First Out) utilisée dans la gestion des stocks. Cette règle impose que les produits entrés en premier en stock sortent également en premier. De cette façon les produits les plus anciens en date sont évacués en priorité.	Nb. de commandes effectuées sans respect du FIFO + Nb. totale de commandes	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	1262	Taux de rotation du système	Cet indicateur permet de connaître la performance d'un système logistique selon la vitesse avec laquelle il traite les instances. Son calcul nous donne un nombre de cycles. Ainsi, plus le nombre de cycles est grand, plus le système est rapide (ou plus performant).	Quantité de temps dans une période + Temps moyen de complétude des instances pendant la même période	<input type="checkbox"/>				
		1264	Flexibilité renversée de la chaîne d'approvisionnement.	Est une métrique qui définit la réaction de la chaîne logistique à l'augmentation imprévue de la demande autour de 20%, sans que cela provoque un préjudice sur les patients en raison d'un retard éventuel de livraison.	1# Considérez la variable $k=1,2,...,n$: comme le numéro d'une DCI ; 2# Considérez la variable CAD_k comme la couverture de l'ala de la demande sur la DCI k : $CAD_k = \text{Consommation mensuelle de la DCI } k \times (1+20\%) - (\text{Niveau du stock en quantité } [1631] + \text{Encours } [1258])$; 3# Considérez la variable DOU_k comme le délai d'obtention d'une unité de DCI : $DOU_k = \text{Quantité approvisionnée de la DCI pendant une période} + \text{Somme des délais d'approvisionnement de la DCI dans la même période}$; 4# Si $CAD_k > 0$ Alors "La flexibilité renversée est favorable". Si $CAD_k \leq 0$ alors calculez $FR = CAD_k + DOU_k$. Si $FR > 3$ jours alors "la flexibilité renversée est défavorable"; ;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Rét_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
		1390	Réactivité sur les demandes de renseignements du client	L'indicateur mesure le temps passé entre la réception d'une demande de renseignements sur une commande (statut, progression, contenus) et la satisfaction de cette demande de renseignements.	1# Considérez : $i = 1, 2, \dots, n$, comme le numéro chronologique d'une demande de renseignement ; 2# Calculez le temps de réponse à une demande de renseignement i : $R_i = \text{Instant de réponse} - \text{Instant de réception de la requête du client}$; 3# Calculez la réactivité sur les demandes de renseignement : $(R_1 + R_2 + \dots + R_n) / n$;	<input type="checkbox"/>				
	Temps	1417	Temps libre	L'indicateur évalue le temps inoccupé par les travailleurs, ce qui permet d'évaluer le niveau d'utilisation des ressources humaines, de projeter de nouvelles tâches ou de mieux répartir la charge de travail.	Temps d'attente + Temps sans activité	<input type="checkbox"/>				
		1292	Gaspillage de temps	Cet indicateur permet de connaître l'ampleur des temps sans valeur ajoutée, c'est-à-dire, les temps liés aux activités qui n'apportent rien aux yeux du client tel que le transfert des produits, l'attente, la manutention, le traitement administratif, les temps morts, où tout autre activité qui a perdu sa justification, mais qui est par routine toujours effectuée.	Temps des transferts/Transports + Temps d'attentes + Temps de manutentions + Temps de traitement administratifs + Temps morts + Temps des corrections	<input type="checkbox"/>				
		145	Instances dépassant le temps normal	En connaissant les instances qui ont dépassé un temps standard de traitement, il est possible de détecter les causes du goulot d'étranglement et de certains dysfonctionnements éventuels.	Nb. instances qui ont dépassé un certain temps dans une activité ou une tâche	<input type="checkbox"/>				
		146	Instances par type de processus et par unité de temps	Cet indicateur permet de connaître la charge de travail dans une période de temps, et facilite l'identification des goulots d'étranglements et l'exploration de leurs causes.	Nb. de déclenchements d'un processus + Nb. de périodes de temps	<input type="checkbox"/>				
		147	Instances avec débit de sortie supérieur à la moyenne	En connaissant par cet indicateur les instances qui ont enregistré un temps supérieur à la normale, il est possible de détecter les goulots d'étranglement et de détecter, par une investigation, les causes de certains dysfonctionnements.	Nb. d'instances terminées qui ont un débit supérieur à la moyenne	<input type="checkbox"/>				
		154	Temps de cycle de l'instance	Le temps de cycle de l'instance est le temps pris par tous les processus de la pharmacie principale pour transformer une instance (comme : une commande, une demande, une réception, une réclamation, ...etc.) traitées dans un espace de temps. L'indicateur permet : 1) de prévoir le temps que prendra le traitement d'une quantité d'instances et ainsi évaluer la charge du système ; 2) d'évaluer le rendement d'un processus par le nombre d'instances traitées.	1# Considérez la variable $i = 1, 2, \dots, m$: comme le numéro chronologique des instances ; 2# Calculez le temps de cycle de chaque instance numéro i : $TC_i = \text{Instant de l'accomplissement de l'instance } i - \text{Instant de début de traitement de l'instance } i$; 3# Calculez le temps moyen de cycle des instances : $(TC_1 + TC_2 + \dots + TC_m) / m$;	<input type="checkbox"/>				
		166	Débit des instances	Le débit des instances exprime la quantité d'instances (une commande, une demande, une réception, une réclamation, préparation, ...etc.) traitées dans un espace de temps. L'indicateur permet : 1) de prévoir le temps que prendra le traitement d'une quantité d'instances et ainsi évaluer la charge du système ; 2) d'évaluer le rendement d'un processus par le nombre d'instances traitées.	Nb. d'instances traitées + Quantité d'unité de temps	<input type="checkbox"/>				
		1256	Temps moyen de débit des instances	L'indicateur mesure le temps de traitement effectué par un processus : le temps que prend un processus pour transformer un nombre d'instances à l'état initial (une commande, une demande, une réception, une réclamation, ...etc.) en instances terminées ou accomplies. Il permet sur le moyen terme de connaître le temps de traitement d'une quantité standard d'instances et la capacité du système.	Proposition (1) : Temps de cycle des instances [154] × Quantité des instances Proposition (2) : Quantité des instances. + Débit des instances [166]	<input type="checkbox"/>				
		1202	Temps de cycle de la planification	L'indicateur évalue le niveau de maîtrise de l'activité du service selon la fréquence d'élaboration des plans. Ainsi, un cycle faible de planification indique que les plans sont bien à jour, et que l'activité est bien supervisée.	1# Considérez la variable $i = 1, 2, \dots, n$ comme l'ordre chronologique des plans ; 2# Considérez la variable DP_i comme la date de publication du plan i ; 3# Calculez le temps de cycle de la planification pour une période t : $TCP_t = DP_t - DP_{(t-1)}$; 4# Calculez le temps de cycle de la planification pour plusieurs périodes : $(TCP_1 + TCP_2 + \dots + TCP_n) / n$;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Rét_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
Risque	Fiabilité	1245	Risque managérial effectif	L'indicateur mesure le degré des précautions prises contre les risques pouvant atteindre le processus logistique. L'indicateur est lié à l'objectif de réduire la vulnérabilité du service face aux aléas de son environnement et des incertitudes. Les incertitudes de l'approvisionnement et de la distribution.	(Nb. de DCI approvisionnées d'un seul fournisseur + Nb. total de DCI gérées) + (Nb. de contrats à long terme avec le fournisseur + Nb. de contrats court terme) + Probabilité de dérive de la demande sur celle prévue.	<input type="checkbox"/>				
Résultat	Apprentissage & Innovation	1481	Taux de maladie	L'indicateur permet d'évaluer les conditions de travail comme élément essentiel au bien-être au travail et à la productivité des ressources humaines.	Nb. de maladies déclenchées chez le personnel + Nb. du personnel	<input type="checkbox"/>				
		1457	Publications	Dans le cadre de l'appréciation du capital humain, l'indicateur mesure le niveau de compétence et le développement du personnel qui s'occupent du flux pharmaceutique par le nombre de publications réalisées.	Nb. de publications	<input type="checkbox"/>				
		1463	Nouveaux services offerts	L'indicateur mesure les développements réalisés au sein de la pharmacie principale au cours des 5 dernières années, en recensant les nouveaux services qui ont été offerts.	Nb. de services offerts sur les 5 dernières années	<input type="checkbox"/>				
		1486	Communication	L'indicateur évalue l'efficacité de la communication qui est un élément essentiel pour promouvoir le sentiment d'appartenance et l'engagement des salariés de la pharmacie principale dans leur travail, et pour renforcer la collaboration avec les autres parties prenantes de l'établissement.	1# Considérez la variable i=1,2,...,n comme les différentes sources d'information informelles ;2# Considérez la variable NCSII_j comme le niveau de confiance sur la source d'information informel i ;3# Attribuez un niveau de confiance pour la variable SII_j selon une échelle de 5 points :Niveau très haut (5 pt.) : la source est extrêmement fiable,Niveau haut (4 pt.) : la source est très fiable,Niveau moyen (3 pt.) : la source est fiable,Niveau faible (2 pt.) : la source est peu fiable,Niveau très faible (1 pt.) : la source n'est pas vraiment fiable ;4# Considérez la variable NSI_1 comme un niveau de satisfaction sur l'information apporté par la source i ;5# Attribuez à la variable NSI_j un jugement selon une échelle de 5 points :Niveau très haut (5 pt.) : l'information est extrêmement satisfaisante,Niveau haut (4 pt.) : l'information est très satisfaisante,Niveau moyen (3 pt.) : l'information est extrêmement satisfaisante,Niveau faible (2 pt.) : l'information est peu satisfaisante,Niveau très faible (1 pt.) : l'information est insatisfaisante ;6# Calculez le niveau d'efficacité de la communication : (NSI_1 x NCSII_1)+(NSI_2 x NCSII_2)+...+(NSI_n x NCSII_n) ;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Rét_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement pertinent
			Satisfaction des salariés	L'indicateur mesure la satisfaction du personnel dans leur fonction, pour évaluer le bien-être au travail. Ce dernier est considéré comme un facteur conditionnant la performance du service.	1# Posez sous la forme d'un questionnaire les questions suivantes : Êtes-vous satisfait de la gestion et de l'organisation de votre service ? Êtes-vous satisfait de la gestion de l'organisation actuelle dans votre service ? Êtes-vous satisfait sur l'application de la justice dans votre service et dans l'établissement ? Êtes-vous satisfait de l'efficacité que porte l'administration sur vous ? Êtes-vous satisfait sur du salaire reçu ? Êtes-vous satisfait de vos conditions de travail ? Êtes-vous satisfait de la reconnaissance que vous ait dû ? Êtes-vous satisfait de vos relations avec les collègues de travail ? Êtes-vous satisfait de vos relations avec la hiérarchie ? Êtes-vous satisfait du niveau d'autonomie qui vous est accordé ? Êtes-vous satisfait sur la réalisation de vos ambitions professionnelles ? 2# Proposer des réponses sur une échelle de 5 niveaux (points) de satisfaction : Niveau très haut (5 pt.) : Je suis extrêmement satisfait ; Niveau haut (4 pt.) : Je suis très satisfait ; Niveau moyen (3 pt.) : Je suis satisfait ; Niveau faible (2 pt.) : Je suis peu satisfait ; Niveau très faible (1 pt.) : Je ne suis pas satisfait ; 3# Calculez la moyenne de satisfaction et l'écart-type de satisfaction ;	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1559	Rétention du personnel	L'indicateur mesure la capacité de l'établissement à retenir les salariés contre les départs. Un taux élevé peut révéler une satisfaction, ou un environnement de travail favorable qui peut être une source de productivité.	1# Considérez la variable $i=1,2,...,n$ comme le numéro d'un employé dans le service ; 2# Considérez variable NAT_i comme le nombre d'années de travail de l'employé i ; 3# Calculez la rétention globale du personnel : $(NAT_1 + NAT_2 + \dots + NAT_n) \div n$;	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1478	Rotation du personnel	L'indicateur mesure le roulement (départ et arrivée) du personnel lié à la gestion du flux pharmaceutique. L'indicateur est important, car il peut révéler un insatisfaction, une complexité ou l'existence de mauvaises conditions de travail. Il peut révéler également, une rémunération insuffisante ou un mécontentement dû à la non-possibilité d'évoluer dans l'organisation. Un taux élevé de rotation provoque une perte de productivité et un coût élevé de renouvellement du personnel.	Nb. de départs + Efficatif moyen	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1432	Satisfaction du client externe	L'intérêt de cette mesure est de connaître le niveau de satisfaction des clients externes de la pharmacie Principale. Cet indicateur fournit une perception sommaire de la satisfaction des malades ambulatoires.	1# Dans un questionnaire poser la question suivante : Êtes-vous satisfait par la qualité du service offert par la pharmacie principale de l'établissement ? 2# Proposer des réponses selon 5 niveaux de satisfaction : Niveau Très Haut (5) : Je suis extrêmement satisfait ; Niveau Haut (4) : Je suis très satisfait ; Niveau Moyen (3) : Je suis satisfait ; Niveau Faible (2) : Je suis peu satisfait ; Niveau Très faible (1) : Je ne suis pas satisfait ; 3# Calculer la moyenne de satisfaction et l'écart-type de satisfaction ;	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Client		119				(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1354	Valeur perçue par le client	Cette mesure nous permet de connaître en profondeur la satisfaction du client en mettant en exergue les composantes et les facteurs induisant son contentement ou son mécontentement.	(Satisfaction sur la qualité des produits x Taux de service) ÷ Respect des délais de livraison	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		I503	Satisfaction des organismes de santé	L'intérêt de cette mesure est de connaître le niveau de satisfaction sur la qualité de service offerte par la pharmacie principale. Cet indicateur fournit une évaluation de la satisfaction, selon la perception des autorités de santé, les associations de santé et les organismes d'accréditation.	Satisfaction de la DSP + Satisfaction des organismes d'accréditation + Satisfaction des associations de santé	<input type="checkbox"/>				
		I508	Satisfaction de la communauté	L'intérêt de cet indicateur est de fournir une évaluation sommaire sur la satisfaction des clients la Pharmacie Principale. Cet indicateur mesure donc la satisfaction des services de santé, des hautes autorités de santé, des organismes et associations de santé, et enfin la satisfaction des employés.	$(Satisfaction\ du\ client\ externe\ [19] \times Satisfaction\ des\ services\ de\ santé\ [233] \times Satisfaction\ des\ organismes\ de\ santé\ [503]) \times Satisfaction\ des\ salariés\ [559]^{(1-3)}$	<input type="checkbox"/>				
		I511	Couverture médicamenteuse favorable	L'indicateur mesure l'effet de la satisfaction de la communauté envers la pharmacie principale de l'établissement par les échos des médias.	Nb. de fois où la pharmacie principale a été citée dans les médias	<input type="checkbox"/>				
		I502	Nombre d'initiatives de meilleures pratiques	Dans l'esprit de satisfaction du client, l'indicateur mesure les progrès introduits dans la gestion du produit pharmaceutique dans la pharmacie principale, par le nombre des nouvelles pratiques adoptées et considérées par le client comme étant les meilleures.	Nb. de pratiques considérées comme les meilleures	<input type="checkbox"/>				
		I112	Qualité de l'information fournie au client	Cet indicateur permet de mesurer la satisfaction des services de santé ou des malades ambulatoires par rapport à la qualité des renseignements qui leur sont fournis.	1# Présentez un questionnaire avec la question suivante : Quel est votre niveau de satisfaction par rapport la qualité des informations qui vous sont fournies ? 2# Proposer une évaluation selon 5 niveaux (points) de réponse : Niveau Très haut (5 pt.) : les informations sont fiables et utiles et complètes ; Niveau haut (4 pt.) : les informations sont utiles et fiables, mais pas assez complètes ; Niveau moyen (3 pt.) : les informations sont fiables et utiles mais incomplètes ; Niveau bas (2 pt.) : les informations sont fiables, mais pas utiles ; Niveau très bas (1 pt.) : les informations ne sont pas fiables. 3# Calculez la moyenne et l'écart type ;	<input type="checkbox"/>				
		I208	Efficacité du programme de distribution	L'indicateur mesure la pertinence et l'efficacité d'un mode de planification ou d'une organisation faites pour la distribution.	Nb. de commande livrées à temps + Nb. de commandes programmées.	<input type="checkbox"/>				
		I135	Plaintes du client	L'indicateur mesure le niveau d'insatisfaction du client (services de santé et patients) sur les produits et/ou les services offerts.	Nb. de plaintes sur les produits et/ou les services offerts	<input type="checkbox"/>				
	Fiabilité	I180	Justesse de la méthode de prévision de la demande	Cet indicateur permet d'évaluer l'efficacité de la technique utilisée pour prévoir la consommation des produits pharmaceutiques. L'indicateur a pour objectif de réduire l'incertitude et améliorer la planification.	$(Demande\ prévue - Demande\ réelle) \times 100 + Demande\ prévue\ pour\ a\ période$	<input type="checkbox"/>				
		I379	Pourcentage de perturbation du programme	L'indicateur mesure à quel point le programme de Approvisionnement/production/livraison a été déstabilisé par des événements s'occassant pendant la période. L'indicateur a pour rôle d'évaluer l'efficacité de la programmation à travers la résistance du programme aux aléas de l'environnement.	Nb. de commandes réalisées + Nb. de commandes prévues.	<input type="checkbox"/>				
		I635	Taux de ruptures de stocks	Cet indicateur est mathématiquement le complément du taux de service [1339] par rapport à 1 (ou à 100%), cela étant, il exprime la même chose que l'indicateur précédent. Cependant, si celui-ci est plus bas que ceux des services de santé, il peut révéler une mauvaise distribution ou une mauvaise politique de réapprovisionnement.	Quantité non satisfaite + Quantité demandée = 1 - taux de service [1339]	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Rét_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Taux de service	Le taux de services exprime le désir de ne pas atteindre une rupture de stock et, de ce fait, il joue deux rôles : en tant qu'indicateur, il permet de connaître la qualité de services rendus dans le passé. En tant que paramètre de calculs du stock de sécurité, il est une valeur cible exprimant la probabilité de ne pas subir de rupture de stock. Dans les deux cas, l'objectif est de trouver un compromis entre la réduction des ruptures du stock et le coût inhérent à l'augmentation du stock de sécurité.	Nb. d'unités livrées + Nb. d'unités demandées ;	<input type="checkbox"/>				
		1339	Taux de service en références	L'indicateur permet de suivre la qualité de service offerte aux clients, d'évaluer la politique de distribution et la politique d'approvisionnement par référence de produit (DCI, nom commercial, forme galénique, dosage).	Nb. de références satisfaites intégralement dans les délais + Nb. total de références demandées	<input type="checkbox"/>				
		1299	Taux qualité de service	L'indicateur mesure le pourcentage des commandes qui ont été remplies parfaitement en matière de quantité. Il ne doit pas être confondu avec l'indicateur « taux de service » [1339] qui prend en compte les quantités demandées et les quantités livrées sans faire de séparation entre les commandes.	Nb. de commandes accomplies conformes aux besoins + Nb. de commandes reçues pour une période	<input type="checkbox"/>				
		1383	Pourcentage d'écart par rapport à l'engagement de la commande	L'indicateur mesure l'écart entre les promesses faites aux clients pour l'exécution de la commande en matière de quantité, et ce qui a été réellement effectué.	1# Considérez $i=1,2,...,n$, comme le numéro chronologique des commandes ; 2# Pour chaque commande i calculez le taux de déviation par rapport à la quantité livrée : $DQ_i = (Quantité commandée - Quantité livrée) / Quantité commandée$; 3# Calculez le taux de déviation moyen pour un ensemble de commandes : $(DQ_1 + DQ_2 + ... + DQ_n) / n$;	<input type="checkbox"/>				
Finance/Coût		19	Stock mort	L'indicateur évalue les produits périmés qui seront défruités. Cet indicateur révèle soit le non-respect de la règle FIFO (First In First Out), soit un surstockage ou une surproduction.	Montant annuel des produits périmés	<input type="checkbox"/>				
		1555	Position concurrentielle	L'indicateur permet de connaître le rang de la pharmacie principale de l'établissement par rapport à ses homologues en se fondant sur sa part du budget pharmaceutique sur le montant global du budget accordé par le ministère.	Montant du budget pharmaceutique accordé à l'établissement + Montant total du budget pharmaceutique accordé par le ministère pour le même type d'établissement	<input type="checkbox"/>				
		1224	Coût de gestion	L'indicateur évalue le coût de gestion de toutes les familles de produits gérées par la pharmacie principale.	Coût de gestion de la famille médicament + Coût de gestion de la famille pansements et dispositifs médicaux + Coût de gestion de la famille réactif + Coût de gestion de la famille produits de finagerie + Coût de gestion de la famille gaz médicaux.	<input type="checkbox"/>				
		1222	Coût de gestion par famille de produits pharmaceutique	Cet indicateur permet de faire une comparaison du coût de gestion engendré par chaque famille de produits pharmaceutiques (médicaments, dispositifs médicaux et pansements, réactifs, gaz médicaux, produits de radio).	Coût de réception de la famille de produits + Coût de lancement des commandes de la famille de produits + Coût de gestion des stocks de la famille de produits + Coût de livraison de la famille de produits	<input type="checkbox"/>				
		1273	Coût des finances et de la planification	Cet indicateur évalue le coût lié à la gestion comptable et au pilotage des activités de la Pharmacie Principale.	Coût du personnel chargé de la planification et de l'administration + Coût des équipements de bureau = Coût total du processus de piloter [1363] + Coût total du processus comptabiliser [1367]	<input type="checkbox"/>				
		1363	Coût total du processus de pilotage	Cet indicateur permet de connaître le coût de l'ensemble des activités d'organisation, de planification, de suivi et de contrôle de la pharmacie principale.	Coût du personnel chargé de la planification et de l'administration + Coût des fournitures et des équipements de bureau	<input type="checkbox"/>				
		1368	Coût total de la chaîne logistique	L'indicateur mesure selon une vision transversale le coût global engendré par les processus traitant le flux pharmaceutique au sein de la pharmacie principale.	Coût du personnel chargé de la planification et de l'administration + Coût des fournitures et des équipements de bureau Coût total du processus de pilotage [1363] + Coût total du processus d'achat [1654] + Coût total du processus d'approvisionnement [1364] + Coût total du processus de distribution [1365] + Coût total du processus de gestion des stocks [1366] + Coût total du processus de comptabilisation [1367] + Coût total du processus de production [1362]	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2)	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement pertinent
		1251	Résultat comptable	L'indicateur permet de connaître la performance économique issue de la gestion des flux pharmaceutiques par la Pharmacie Principale, et ce, à travers le résultat financier qui permet de révéler des économies délogées ou des surcoûts.	Total des produits de fonctionnement de la pharmacie principale (Budget) - Total des charges de fonctionnement de la pharmacie principale	<input type="checkbox"/>				
		1653	Coût des produits dispensés	L'indicateur évalue le coût des produits pharmaceutiques incluant les charges issues de la gestion des produits au niveau de la pharmacie principale.	Achats + Stock début de période en valeur - Stock fin de période en valeur + coût de gestion du stock	<input type="checkbox"/>				
		1356	Retour sur investissement	Cet indicateur mesure l'efficacité du capital investi pour le stock (stock physique, équipement et dispositifs pour la gestion des stocks) en ayant pour objectif de faire bénéficier le maximum de personnes de ce stock. Il permet en ce sens d'estimer les gains en matière de quantité de malades acquéreurs des produits pharmaceutiques, par rapport au montant de l'investissement employé.	Nb. de patients + Capital investi pour la gestion des stock	<input type="checkbox"/>				
		1532	Coût par service rendu	L'indicateur permet de connaître l'ensemble des coûts supportés par la pharmacie principale pour chaque service rendu et lié au flux pharmaceutique tel que : la mise à disposition des produits pharmaceutiques, la sécurisation du circuit du médicament, la recherche et la formation (pharmacie clinique, stagiaire).	Coût total des processus de chaque service rendu	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	148	Erreurs dans le résultat	L'indicateur dénombre les erreurs faites sur les instances après leur passage à travers les processus.L'objectif de l'indicateur est d'identifier les fautes de processus.	Nb. d'instances avec erreurs de résultat.	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	1124	Temps de réponse de la chaîne logistique pour les commandes spécifiques	L'indicateur permet de mesurer le temps passé entre la réception d'une commande de malade ambulatoire ou de formule spécifique et sa satisfaction. L'indicateur a pour but de minimiser ce temps.	1# Considérez la variable i=1,2...n : comme le numéro chronologique d'une commande spécifique ;2# Calculez le temps de traitement d'une commande spécifique i : TTCS_i= Instant de livraison du produit - Instant de réception de la commande spécifique3# Calculez le temps moyen de traitement d'une commande spécifique : (TTCS_1+TTCS_2+...+TTCS_n)/n ;	<input type="checkbox"/>				
		1438	Coût de pénalité de la performance	Cet indicateur évalue les préjudices provoqués par les ruptures de stocks et l'indisponibilité immédiate des produits pharmaceutiques.Les nuisances considérées sont : le ramèment du produit pharmaceutique par les membres de la famille du patient,le report des interventions chirurgicales,ou la dégradation de l'état de santé du patient.	(Nb. de patients avec dégradations du signe clinique général + Nb. d'interventions chirurgicales reportées+ Nb. de ramèment du produit pharmaceutique par les membres de la famille du patient + Nb. de décès) + Nb. de patients	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Flexibilité	1535	Pourcentage de lits occupés	L'indicateur permet d'estimer à très court terme le niveau de la demande des produits pharmaceutiques à partir de la proportion de lits remplis sur le nombre total de lits disponibles dans l'établissement.	Nb. de lits occupés dans l'établissement + Nb. total de lits	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Flexibilité	110	Exactitude des prescriptions	L'indicateur calcule le taux d'erreurs faites sur les prescriptions médicales ce qui permet de mesurer le risque de médication.	Nombre d'erreurs de prescription + Nb. Total de prescriptions	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Intrant	Qualité	1345	Taux de recyclage	L'indicateur mesure la proportion des articles (matière, emballage ou produits pharmaceutiques) qui ont été collectés ou retournés pour être réutilisés une deuxième fois. Cet indicateur est lié à l'objectif de préserver l'environnement et réduire toute forme de gaspillages.	(Quantité de matières recyclées ou réutilisées + Quantité totale de matières) x (Quantité de produits pharmaceutiques redistribués + Quantité de produits pharmaceutiques retournés)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Activité	Fiabilité	13	Ressemblance des produits dans le stock global	L'indicateur mesure le niveau de ressemblances des produits qui sont en réalité différents et qui provoquent des erreurs de ramassage par rapport au dosage.	Nb. d'erreurs sur le dosage livré + Nb. total de ramassage	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Fiabilité	1343	Erreurs d'appariement de la livraison	L'indicateur mesure le taux d'erreurs faites au moment de la préparation des produits pour l'expédition et la livraison. L'indicateur est lié à l'objectif d'améliorer la qualité de service.	Nb. d'erreurs de préparation + Nb. total de commandes livrées	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1199	Capacité d'éviter les litiges avec le client	Un bon fournisseur est un fournisseur qui évite les litiges. Cet indicateur évalue la capacité de la pharmacie principale à éviter les litiges lorsqu'elle exerce la dispensation.	Nb. de commandes réalisées sans litige + Nb. totale de commandes client	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Finances/Coût	162	Dispensations exceptionnelles	L'indicateur évalue la proportion des produits livrés exponentiellement en raison des circonstances.	Quantité de produits livrés exceptionnellement + Quantité totale de produits livrés	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1181	Coût par heure opérationnelle de distribution	L'indicateur permet de savoir le coût engendré par chaque heure passée dans le processus de distribution des produits pharmaceutiques.	Coût total du processus de distribution [365] + Nb. d'heures opérationnelles du processus de distribution	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		190	Nombre de commandes par préparateur	L'indicateur mesure la productivité des employés de livraison par le nombre de commandes traitées dans une période.	Nombre de commandes + Nb. de préparateurs	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		191	Nombre de colis par préparateur	L'indicateur mesure la productivité des employés de livraison par le nombre de colis traités dans une période.	Nombre de colis + Nb. préparateurs	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1402	Consommations par employé	L'indicateur mesure l'efficacité du personnel de la pharmacie principale. Il permet de savoir s'il est nécessaire ou non d'augmenter le nombre d'employés chargés de la dispensation, et ce, lorsque le niveau de consommation des produits pharmaceutiques s'accroît.	Niveau de consommation en valeur + Nb. d'employés chargés de la dispensation	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		194	Nombre de livraisons par moyen de transport	L'indicateur mesure la productivité des moyens de transport détenus et utilisés (chariots, véhicules, fourgons, camions).	Nb. de livraisons + Nb. de moyens de transport par type	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		193	Pertes de produits	L'indicateur mesure les produits endommagés lors de la préparation. Il révèle également l'improductivité du personnel et niveau d'expérience du personnel.	Valeur des produits endommagés	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1371	Productivité du stock	L'indicateur a pour objet de mesurer le degré de contribution du stock à la variation du nombre de malades bénéficiaire des produits pharmaceutiques. L'indicateur évalue par cela le rendement du stock.	Nb. de malades bénéficiaires + Quantité de produits consommés	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Flexibilité	179	Nombre de chariots homogènes	L'indicateur mesure le niveau d'activité du processus de livraison par le nombre de chariots livrés aux services des soins, et contenant la même article ou DCI.	Nb. de chariots livrés contenant le même article/DCI	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
					(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	180	Nombre de colis apprêtés	L'indicateur mesure le niveau d'activité du processus de livraison par le nombre de colis préparés pour les services des soins.	Nb. de colis prêts à être expédiés	<input type="checkbox"/>				
	181	Nombre de jours de préparateurs	L'indicateur mesure la charge de travail pour le processus de livraison en nombre de jours de travaux qui revient aux préparateurs. L'indicateur peut être utilisé pour évaluer le niveau d'activité passé, ou estimer le niveau d'activité future.	Charge de travail passé/future en heures + (Nb. heures de travail par jour)	<input type="checkbox"/>				
	182	Nombre d'expéditions	L'indicateur mesure le niveau d'activité du processus de livraison dans une période par le nombre d'expéditions (tournées) faites pour les services des soins.	Nb. d'expéditions réalisées dans la période	<input type="checkbox"/>				
	184	Nombre de clients interne livrés	L'indicateur mesure le niveau d'activité du processus de livraison par le nombre de services de santé et de maladies ambulatoires livrés sur une période.	Nb. total de services de santé livrés	<input type="checkbox"/>				
	185	Nombre de points de livraison	L'indicateur évalue l'étendue d'intervention du processus de livraison sur une période.	Nb. de zones à livrer	<input type="checkbox"/>				
	195	Nombre de clients livrés par tournée	L'indicateur mesure l'efficacité et l'efficacité de la politique de transports des produits aux services de santé.	Nb. clients livrés + Nb. de tournées	<input type="checkbox"/>				
	1215	Approvisionnement sur dotation	L'indicateur mesure le niveau de réapprovisionnement par rapport à la dotation prédefinie pour chaque période convenue. Il permet de :1) contrôler le respect de la dotation ;2) mesurer l'effet de la rupture des stocks de la part du fournisseur;3) comparer plusieurs modes de gestion des stocks.	Quantité réapprovisionnée + Dotation périodique.	<input type="checkbox"/>				
	1391	Flexibilité de la livraison	L'indicateur mesure la capacité de la pharmacie principale à livrer dans les délais une quantité de produits non anticipée.	Nb. de commandes livrées dans les délais avec une quantité de produits supérieure à la moyenne + Nb. total de commandes avec une quantité de produits supérieure à la moyenne	<input type="checkbox"/>				
	177	Nombre de commandes par bon de pharmacie	L'indicateur permet : 1) d'évaluer la charge de travail au niveau de l'activité de livraison ; 2) d'identifier les goulots d'étranglement et de détecter leurs causes.	Nb. de bons de pharmacie reçus par mois	<input type="checkbox"/>				
	1562	Charge des bons de pharmacie	L'indicateur permet de connaître la quantité moyenne des produits approvisionnés par les bons de pharmacie, pour évaluer la charge de travail afférente au traitement d'une commande client périodique.	1# Considérez le variable $i=1,2,...,n$: comme le numéro chronologique d'un bon de pharmacie ; 2# Considérez la variable Q_i comme la quantité (exprimée en nombre de boîtes) de produits pharmaceutiques livrés dans un bon de pharmacie numéro i ; 3# Calculez la quantité moyenne livrée par un bon de pharmacie : $(Q_1+Q_2+...+Q_n) \div n$;	<input type="checkbox"/>				
	177	Nombre de commandes par ordonnance	L'indicateur permet d'évaluer la charge de travail au niveau de l'activité de livraison , d'identifier les goulots d'étranglement et de détecter leurs causes.	Nb. d'ordonnances reçues par mois	<input type="checkbox"/>				
	1563	Charge des ordonnances internes	L'indicateur permet de connaître la quantité moyenne des produits approvisionnés par les ordonnances interne, pour ainsi évaluer la charge de travail afférente au traitement des commandes non régulières.	1# Considérez le variable $i=1,2,...,n$: comme le numéro chronologique d'une ordonnance interne ; 2# Considérez la variable Q_i comme la quantité (exprimée en unité) de produits pharmaceutiques livrés dans une ordonnance interne numéro i ;3# Calculez la quantité moyenne livrée par une ordonnance interne: Somme $(Q_i) \div n$;	<input type="checkbox"/>				
	178	Nombre de lignes de produits livrées	L'indicateur permet de savoir l'étendue de l'activité de livraison à travers le nombre de ligne de produits (référence) livrées pendant une période.	Nb. de lignes de produits livrées dans la période	<input type="checkbox"/>				
Qualité	1317	Défauts par unités d'ordonnance	Cet indicateur est une mesure de la qualité qui compte le nombre d'erreurs moyen par unité d'ordonnance prescrite. L'indicateur a pour objectif de réduire à zéro les erreurs d'ordonnance afin de garantir la sécurité de l'administration des produits pharmaceutiques.	Nombre total d'erreurs + Nombre total d'ordonnances reçues	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
			Défauts par unités de bon de livraison	Cet indicateur est une mesure de la qualité qui compte le nombre d'erreurs moyen par unité de bon de livraison produite. L'indicateur a pour objectif de réduire au minimum (6 fois l'écart-type) les erreurs commises sur les bons de livraison, afin d'améliorer la fiabilité du service rendu par la pharmacie principale.	Nombre total d'erreurs + Nombre total de bons de livraison	<input type="checkbox"/>				
		1317	Défauts par unités de bon de pharmacie	Cet indicateur est une mesure de la qualité qui compte le nombre d'erreurs moyen par unité de bons de pharmacie reçus. L'indicateur a pour objectif de réduire au maximum les erreurs afin d'éviter une mauvaise dispensation.	Nombre total d'erreurs + Nombre total de bons de pharmacie reçues	<input type="checkbox"/>				
		1319	Défauts d'ordonnance par million d'opportunités	Cet indicateur fait partie de la méthode 6 sigma pour l'amélioration de la qualité. Il permet de connaître le niveau de variabilité de la qualité des ordonnances prescrites. Il est fondé sur la notion de défauts par million d'opportunités voulant dire : le nombre de défauts constatés sur un million de chance d'apparaitre. L'indicateur détermine le niveau de l'écart-type (le sigma) à partir duquel il est possible de savoir le taux de conformités des ordonnances et le taux de défauts.	1# Calculez les défauts par opportunité : DPO = Nb. de défauts sur l'Échantillon + (Quantité de réchantillon x Nb. de types de défaut) ; 2# Calculez les défauts par million d'opportunités : DPMO = DPO x 1000 ;	<input type="checkbox"/>				
		1319	Défauts des bons de pharmacie par million d'opportunités	Cet indicateur fait partie de la méthode 6 sigmas pour l'amélioration de la qualité. Il permet de connaître le niveau de variabilité de la qualité des bons de pharmacie préparé. Il est fondé sur la notion de défauts par million d'opportunités voulant dire : le nombre de défauts constatés sur un million de chances d'apparaitre. L'indicateur détermine le niveau de l'écart-type (le sigma) à partir duquel il est possible de savoir le taux de conformité des bons de pharmacie, et le taux de défauts.	1# Calculez les défauts par opportunité : DPO = Nb. de défauts sur l'Échantillon + (Quantité de réchantillon x Nb. de types de défaut) ; 2# Calculez les défauts par million d'opportunités : DPMO = DPO x 1000 ;	<input type="checkbox"/>				
		1321	Partie par million des défauts d'ordonnance	Contrairement à l'indicateur « Défauts d'ordonnance par million d'opportunités » celui-ci ne prend pas en compte les types de défauts et leur opportunité d'apparaitre, autrement dit, il dénombre les ordonnances qui ont des défauts sans se soucier du nombre de défauts que peut porter chacune des ordonnances.	(Nombre de d'ordonnances avec défaut + Nombre total d'ordonnances) x 1 000 000	<input type="checkbox"/>				
		1321	Partie par million des défauts des bons de pharmacie	Contrairement à l'indicateur « Défaut des bons de pharmacie par million d'opportunités » celui-ci ne prend pas en compte les types de défauts et leur opportunité d'apparaitre, autrement dit, il dénombre les bons de pharmacie qui ont des défauts sans se soucier du nombre de défauts que peut porter chacun des bons.	(Nombre de bons de pharmacie avec défaut + Nombre total bons de pharmacie) x 1 000 000	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	1137	Flexibilité de la livraison	L'indicateur mesure la faculté de la pharmacie principale à changer les dates de livraison convenues afin d'obtenir plus de marge.	(Date de livraison au plus tard possible - Date de livraison actuelle) + (Date de livraison au plus tard possible - Date de livraison actuelle convenue)	<input type="checkbox"/>				
		1209	Pourcentage des livraisons urgentes	L'indicateur mesure l'ampleur des cas urgents pour investiguer leurs causes, mettre en place des dispositifs plus adéquats, et pour les traiter plus rapidement.	Nb. de livraisons urgentes accomplies + Nb. total de livraisons	<input type="checkbox"/>				
		1330	Délai d'accomplissement d'un bon de pharmacie	L'indicateur évalue le temps passé entre la réception et la satisfaction d'une commande périodique venant du client. Minimiser le temps de traitement d'une commande a pour objectif de réduire les coûts, de gagner en efficacité et en efficience, et de satisfaire le client en matière de délai.	1# Considérez la variable i=1,2,...,m comme l'ordre chronologique des bons de pharmacie ;2# Considérez la variable DABP_i comme le délai d'accomplissement du bon de pharmacie ;3# Calculez le délai de pharmacie - Instant de réception du bon de pharmacie ;4# Calculez le délai moyen d'accomplissement d'un bon de pharmacie : (DABP_1+DABP_2+...+DABP_m)/m ;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Délai d'accomplissement d'une ordonnance de malade ambulatoire	L'indicateur évalue le temps passé entre la réception et la satisfaction d'une commande spécifique venant de malade ambulatoire. Minimiser le temps de traitement d'une telle commande a pour objectif de réduire les coûts, de gagner en efficacité et en efficience, et de satisfaire le client en matière de délai.	1# Considérez la variable $i=1,2,...,m$ comme l'ordre chronologique des ordonnances de malade ambulatoire ; 2# Considérez la variable $DAOIA_i$ comme le délai d'accomplissement d'une ordonnance i de malade ambulatoire ; 3# Calculez le délai d'accomplissement d'une ordonnance i de malade ambulatoire : $DAOIA_i =$ (Instant de livraison de l'ordonnance i de malade ambulatoire - Instant de réception de l'ordonnance de malade ambulatoire) 4# Calculez le délai moyen d'accomplissement d'une ordonnance de malade ambulatoire : $(DAOIA_1+DAOIA_2+...+DAOIA_m)/m$;	<input type="checkbox"/>				
		1330				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Délai d'accomplissement d'une ordonnance interne	L'indicateur évalue le temps passé entre la réception et la satisfaction d'une commande non-périodique venant du client. Minimiser le temps de traitement d'une commande a pour objectif de réduire les coûts, de gagner en efficacité et en efficience, et de satisfaire le client en matière de délai.	1# Considérez la variable $i=1,2,...,m$ comme l'ordre chronologique des ordonnances internes ; 2# Considérez la variable $DAOI_i$ comme le délai d'accomplissement d'une ordonnance interne i ; 3# Calculez le délai d'accomplissement d'une ordonnance interne : $DAOI_i =$ (Instant de livraison de l'ordonnance interne - Instant de réception de l'ordonnance interne) 4# Calculez le délai moyen d'accomplissement d'une ordonnance interne : $(DAOI_1+DAOI_2+...+DAOI_m)/m$;	<input type="checkbox"/>				
		1330				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Temps de réponse aux appels	L'indicateur mesure le temps moyen d'attente du client en situation d'appel pour obtenir les renseignements qu'il désire.	1# Considérez la variable $i=1,2,...,n$ comme le numéro d'un client ; 2# Considérez la variable T_i comme le temps moyen d'attente du client i au téléphone avant de joindre son interlocuteur ; 3# Calculez le temps moyen d'attente des clients pour avoir une réponse : $(T_1+T_2+...+T_n)/n$;	<input type="checkbox"/>				
	Temps	1527				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Fréquence de livraison	L'indicateur permet de savoir à quel point les délais de livraison sont respectés, notamment par les messageries (livraison en petite quantité).	Nb. total de livraisons + Période	<input type="checkbox"/>				
		1183				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Ratio de fluidité de la dispensation	L'indicateur mesure la tension du flux, qui veut dire, la part des temps qui apportent réellement de la valeur ajoutée dans le délai de livraison. Ainsi, pour avoir une meilleure fluidité, les temps qui n'apportent pas de valeur ajoutée, désignés par les temps inter-opérateurs (attente, transfert/transport, temps administratif, temps de lancement), doivent être minimisés au maximum.	Somme des temps opératoires de livraison + (Somme des temps opératoires de livraison + Somme des temps inter-opérateurs de livraison)	<input type="checkbox"/>				
		1289				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Track time de dispensation	L'indicateur calcule le rythme de traitement des commandes client en respectant les exigences et contraintes suivantes : 1) Ne pas être en surcapacité ou en sous-capacité (ne pas utiliser d'agents supplémentaires ou de réduire le nombre d'agents) ; 2) Déterminer un temps de livraison limité par la date d'obligation des clients ; 3) satisfaire la quantité et le délai exigé par les clients.	Temps disponible pour la livraison + Nb. de commandes à réaliser	<input type="checkbox"/>				
		1329				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Temps de réglage de l'équipement de distribution	L'indicateur estime le temps passé pour préparer une machine ou un outil de dispensation avant de futiliser réellement. L'indicateur est lié à l'objectif de réduire le temps de dispensation des produits, afin de gagner en productivité.	Temps moyen de réglage des machines ou des outils de distribution	<input type="checkbox"/>				
		1419				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Débit des bons de pharmacie	Le débit des bons de pharmacie exprime la quantité de commandes traitées dans un espace de temps. L'indicateur permet : 1) de prévoir le temps que prendra le traitement d'une quantité de commandes. 2) d'évaluer la productivité d'un processus de traitement des commandes.	Nb. de bons de pharmacie traités + Quantité d'unité de temps	<input type="checkbox"/>				
		166				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
			Débit des ordonnances intrinsèques	Le débit des ordonnances intrinsèques exprime la quantité de commandes traitées dans un espace de temps. celui-ci permet : 1) de prévoir le temps que prendra le traitement d'une quantité de commandes. 2) d'évaluer la productivité d'un processus de traitement des commandes.	Nb. d'ordonnances intrinsèques traitées + Quantité d'unité de temps	<input type="checkbox"/>				
Risque	Qualité	1320	Probabilité d'un bon de livraison avec erreur	L'indicateur calcule les chances qu'un bon de livraison soit accompagné d'une erreur quelconque. L'indicateur est lié à l'objectif de garantir la bonne traçabilité de la circulation du flux pharmaceutique.	1# Calculez les défauts par opportunité : DPO = Nb. de défauts sur l'Échantillon + (Quantité de réchantillon x Nb. de type de défaut); 2# Calculez la Probabilité d'un bon avec un défaut : $1 - e^{-(DPO)}$;	<input type="checkbox"/>				
		1320	Probabilité d'un bon de pharmacie avec une erreur	L'indicateur calcule les chances qu'un bon de pharmacie soit accompagné d'un défaut quelconque. L'indicateur est lié à l'objectif d'augmenter la qualité des documents reçus afin de sécuriser le circuit du médicament.	1# Calculez les défauts par opportunité : DPO = Nb. de défauts sur l'Échantillon + (Quantité de réchantillon x Nb. de type de défaut); 2# Calculez la Probabilité d'un bon avec un défaut : $1 - e^{-(DPO)}$;	<input type="checkbox"/>				
		1320	Probabilité d'une ordonnance avec une erreur	L'indicateur calcule les chances qu'une ordonnance soit accompagnée d'une erreur quelconque. L'indicateur est lié à l'objectif d'augmenter la sécurité des prescriptions et leur destination.	1# Calculez les défauts par opportunité : DPO = Nb. de défauts sur l'Échantillon + (Quantité de réchantillon x Nb. de type de défaut); 2# Calculez la Probabilité d'une ordonnance avec un défaut : $1 - e^{-(DPO)}$;	<input type="checkbox"/>				
Résultat	Apprentissage & Innovation	1186	Variété des services	Cet indicateur permet d'adapter le niveau de diversification des services, en sachant que plus la variété des services est grande plus la performance et l'innovation est faible.	Nb. de services offerts + Nb. de services offerts dans le secteur	<input type="checkbox"/>				
	Client	1136	Service au client	L'indicateur évalue l'efficacité des mesures employées et destinées à augmenter la satisfaction des clients sur les services octroyés avant et après la dispensation.	Nb. de problèmes / réclamations résolus + Nb. total de problèmes / réclamations client	<input type="checkbox"/>				
		1249	Satisfaction sur la pharmacie clinique	L'intérêt de cette mesure est de connaître le niveau de satisfaction des clients internes sur l'assistance de la pharmacie principale pour ce qui est de l'optimisation des choix thérapeutiques, l'optimisation de l'administration, le diagnostic des problèmes liés aux médicaments, et l'éducation thérapeutique. Cet indicateur fournit un point de vue sur la satisfaction selon la perception des services de santé.	1# Dans un questionnaire posez la question suivante : Êtes-vous satisfait de l'assistance en matière de pharmacie clinique que la pharmacie principale vous fournit ? 2# Proposez des réponses selon 5 niveaux (points) de satisfaction : Niveau Très Haut (5 pt.) : Je suis extrêmement satisfait, Niveau Haut (4 pt.) : Je suis très satisfait, Niveau Moyen (3 pt.) : Je suis satisfait, Niveau Faible (2 pt.) : Je suis peu satisfait, Niveau Très faible (1 pt.) : Je ne suis pas satisfait ; 3# calculez la moyenne de satisfaction et l'écart-type de satisfaction ;	<input type="checkbox"/>				
		1355	Taux de litiges avec les clients	Cet indicateur mesure l'importance des litiges avec les clients pour veiller à la bonne qualité de service rendu.	Nb. de litiges + Nb. de commandes	<input type="checkbox"/>				
		1612	Relation avec les clients	L'indicateur mesure la satisfaction des services de santé sur la manière avec laquelle ils sont traités et sur la conduite des agents de la pharmacie principale avec eux.	1# Posez dans un questionnaire dirigé aux services de santé la question suivante : Êtes-vous satisfait de la manière avec laquelle vous êtes traité et avec laquelle les agents communiquent avec vous ? 2# Proposez 5 niveaux (points) de réponses à cette question : Niveau Très Haut (5 pt.) : Extrêmement satisfait, Niveau Haut (4 pt.) : Très satisfait, Niveau Moyen (3 pt.) : Satisfait, Niveau Faible (2 pt.) : Peu satisfait, Niveau Très Faible (1 pt.) : Pas satisfait ; 3# calculez la moyenne de satisfaction et l'écart-type de satisfaction ;	<input type="checkbox"/>				
		1233	Satisfaction des services de soins	L'intérêt de cette mesure est de connaître le niveau de satisfaction des clients internes sur la qualité de service que la pharmacie principale offre. Cet indicateur fournit un point de vue sur la satisfaction selon la perception des services de santé.	Satisfaction envers la dispensation [1254] + Satisfaction sur la pharmacie clinique [1249]	<input type="checkbox"/>				
Fiabilité		1108	Commandes livrées en deux fois	L'indicateur révèle une exagération dans la qualité de service : un traitement supplémentaire qui engendre des surcoûts.	Nb. de commandes livrées en deux fois	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1109	Commandes livrées en délai inférieur au détail contractuel	L'indicateur révèle une exagération dans la qualité de service offerte, c'est-à-dire, une qualité de service trop importante qui est source de surcoût.	Nb. livraisons avant le délai de livraison convenu + Nb. total de livraisons	<input type="checkbox"/>				
		120	Tracabilité de la dispensation	L'indicateur mesure le niveau de propagation et la bonne tenue de la traçabilité sur les produits pharmaceutiques.	(Nb. de références non enregistrées dans le dossier du patient + Nb. de références non enregistrées dans les supports de gestion électroniques ou papier) ÷ Nb. total de références livrées	<input type="checkbox"/>				
		1347	Taux de retour client	Contrairement à l'indicateur « Fiabilité du processus interne » [1344], celui-ci prend en compte aussi bien les produits périmés que non périmés. L'indicateur mesure le taux de produits qui n'ont pas été administrés et retournés pour l'une des raisons suivantes : (f) programme de livraison non adapté ; (g) non-correspondance entre la préparation et les caractéristiques du traitement ; (h) non-correspondance entre le moment de préparation ou de livraison avec le moment de la thérapie (lv) non-correspondance entre les références demandées et celles qui sont livrées (M) produits périmés chez le client (M) produit avec un défaut.	Quantité de produits retournés + Quantités de produits livrés	<input type="checkbox"/>				
		1160	Accomplissement parfait de la commande pour le client	L'indicateur mesure le taux de livraison pour le client sans dommage, sans erreur de quantité sans erreur de transport et sans retard.	Nb. total de commandes parfaites + Nb. total de commandes	<input type="checkbox"/>				
		1337	Précision des documents	L'indicateur mesure le taux d'erreurs faites par la pharmacie principale sur les documents accompagnant le produit livré, tel que le bon de livraison. L'indicateur vise à assurer la fiabilité des documents de livraison pour fiabiliser la traçabilité et le système d'information.	Nb. de commandes livrées sans erreurs de documents de livraison + Nb. Total des commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		1169	Précision de l'article livré au client	L'indicateur révèle sur les commandes livrées aux clients la proportion des commandes ne contenant pas d'erreurs sur le transport du bon produit.	Nb. de commandes sans erreur de l'article livré+ Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		1344	Fiabilité du processus interne	L'indicateur mesure le nombre de produits qui n'ont pas été administrés et retournés pour l'une des raisons suivantes : (f) programme de livraison non adapté ; (g) non-correspondance entre la préparation et les caractéristiques du traitement ; (h) non-correspondance entre le moment de préparation ou de livraison avec le moment de la thérapie (lv) non-correspondance entre les références demandées et celles qui sont livrées.	Quantité de produits non périmés retournés	<input type="checkbox"/>				
		1170	Précision de la quantité livrée au client	L'indicateur révèle le taux de commandes livrées aux clients qui ne présentent pas d'erreurs sur la quantité livrée.	Nb. de commandes sans erreurs de quantités livrées + Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		1311	Erreurs d'étiquetage des produits livrés	L'indicateur mesure en pourcentage le niveau d'erreurs faites sur l'étiquette des produits livrés aux clients. Cet indicateur veille à la bonne traçabilité et à la sécurisation du produit pharmaceutique dans l'établissement hospitalier.	Nb. de produits avec erreur d'étiquetage + Nb. de produits livrés	<input type="checkbox"/>				
		1171	Pourcentage des commandes livrées complètement pour le client	L'indicateur permet d'avoir une vue d'ensemble sur les commandes qui ont été complètement achevées pour le client, c'est-à-dire, les commandes qui n'ont pas été saisies partiellement en quantité ou en référence d'article.	Nb. de commandes livrées complètement + Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		1299	Taux qualité de service	L'indicateur mesure le pourcentage des commandes qui ont été remplies parfaitement en matière de quantité. Il ne doit pas être confondu avec l'indicateur « taux de service » [1339] qui prend en compte les quantités demandées et les quantités livrées sans faire de séparation entre les commandes.	Nb. de commandes accomplies conformes aux besoins + Nb. de commandes reçues pour une période	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1309	Aptitude à satisfaire une commande complète à la date prévue	Cet indicateur mesure le taux de commandes qui ont été réalisées en respectant totalement les quantités et le délai de livraison. L'indicateur permet d'évaluer l'efficacité et les conséquences d'un choix d'une politique de gestion des stocks.	Nb. total de commandes complètes réalisées à date prévue + Nb. total de commandes reçues	<input type="checkbox"/>				
		1383	Pourcentage d'écart par rapport à l'engagement de la commande	L'indicateur mesure l'écart entre les promesses faites aux clients pour l'exécution de la commande en matière de quantité, et ce qui a été réellement effectué.	1# Considérez $i = 1, 2, \dots, n$, comme le numéro chronologique des commandes ; 2# Pour chaque commande i calculez le taux de déviation par rapport à la quantité livrée : $DQ_i = (\text{Quantité commandée} - \text{Quantité livrée}) / \text{Quantité commandée}$; 3# Calculez le taux de déviation moyen pour un ensemble de commandes : $(DQ_1 + DQ_2 + \dots + DQ_n) / n$;	<input type="checkbox"/>				
		114	Dose unitaire	L'indicateur recense, les erreurs faites sur l'étiquette des articles réemballés et livrés pour sur une ordonnance. Les erreurs possibles sont : le nom, la dose, la date de péremption ou sur le numéro du lot.	Nb. d'étiquettes avec erreurs + Nb. total d'ordonnances reçues	<input type="checkbox"/>				
		1158	Condition parfaite pour le client	L'indicateur mesure le taux de livraison pour le client sans dommage sur les produits. Cet indicateur permet d'évaluer la fiabilité de livraison par la pharmacie principale.	Nb. total de commandes en parfaite condition + Nb. totale de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		1524	Incidents graves	L'indicateur évalue le nombre d'incidents provenant d'une erreur de la pharmacie principale et qui ont eu une conséquence grave telle que, l'aggravation de l'état de santé du patient.	Nb. de décès + Nb. d'états de santé aggravés	<input type="checkbox"/>				
		1148	Erreurs de transport	Il indique le taux de transports erronés, c'est-à-dire la livraison des produits au mauvais service de santé, établissement ou malade ambulatoire.	Nb. de transports inexacts + Nb. total de transports	<input type="checkbox"/>				
Finance/	Coût	161	Coût de retour du client	L'indicateur évalue le coût de retour des produits pharmaceutique à partir des clients et par rapport au niveau d'activité de l'établissement évalué en coût.	Coût total de retour des produits + (Coût unitaire moyen des soins x Nb. de patients)	<input type="checkbox"/>				
		169	Coût unitaire de transport au chariot	L'indicateur permet de connaître le coût de transport d'un chariot de la pharmacie principale au service de santé.	Coût du transport + unité de mesure pour le chariot (Kg, m ³ , Nb. de Mess-agentes)	<input type="checkbox"/>				
		1100	Coût unitaire de traitement de la commande	En sachant que le coût d'une commande varie en fonction du temps passé et des moyens utilisés pour la traiter, cet indicateur mesure le coût moyen de traitement des commandes au niveau de l'activité de distribution.	Coût de préparation des commandes + Nb. de commandes traitées	<input type="checkbox"/>				
		1360	Coût de gestion de la commande	L'indicateur évalue le coût lié au traitement bureaucratique des commandes reçues.	Coût de la saisie des commandes + Coût de suivi et de la mise à jour des commandes.	<input type="checkbox"/>				
		1361	Coût total du transport aval	L'indicateur évalue le coût lié aux transports des produits de la pharmacie principale aux armoires des services de santé et au stock des établissements sous tutelle.	Charge de personnel (salaire, prime) + Assurances + Charge de gestion du parc + Frais de déplacement + Renouvellement du matériel + Carburant + Entretien + Pneumatiques.	<input type="checkbox"/>				
		1372	Gamme de services	Cet indicateur mesure l'étendue de la variété des services offerts par la pharmacie principale afin de comparer l'économie d'envergure effectuée à celle qui est appliquée dans le secteur.	Nb. de variétés de services offerts + Nb. total de variétés de services offerts dans le secteur	<input type="checkbox"/>				
		1365	Coût total du processus de distribution	Cet indicateur permet de connaître selon une vision transversale de la pharmacie principale le coût de l'ensemble des activités de distribution : gestion des commandes, gestion des stocks et le transport qui assurent l'acheminement des produits finis à ses clients.	Coût de gestion des commandes + Coût de stockage + Coût de préparation des commandes + Coût de livraisons	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
	Flexibilité	1546	Croissance du volume par service de santé	L'indicateur mesure l'évolution de la consommation des produits pharmaceutiques par services de santé. Ce qui permet de faire des prévisions de la demande par spécialité médicale.	1# Considérez la variable $j=1,2,...,n$ comme l'ordre chronologique d'une période, et la variable $j=1,2,...,n$ comme l'identifiant d'un service de santé ; 2# Considérez la variable $C_{_ij}$ comme le montant de la consommation des produits pharmaceutiques dans la période i et pour le service de santé j ; 3# Calculez le pourcentage de croissance du volume consommé en produits pharmaceutiques entre deux périodes pour chaque service de santé j : $(C_{_ij} - C_{_(i-1)j}) / C_{_ij}$;	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	1388	Qualité de la marchandise livrée	L'indicateur mesure le pourcentage de produits qui ont été endommagés au moment de la livraison. L'indicateur s'inscrit dans l'évaluation de la qualité du processus de distribution.	Quantité de produits endommagés + Quantité total de produits livrés	<input type="checkbox"/>				
			Taux de retour client	Contrairement à l'indicateur « Fiabilité du processus interne » [344], celui-ci prend en compte aussi bien les produits périmés que non périmés. L'indicateur mesure le taux de produits qui n'ont pas été administrés et retournés pour l'une des raisons suivantes : (i) programme de livraison non adapté ; (ii) non-correspondance entre la préparation et les caractéristiques du traitement ; (iii) non-correspondance entre le moment de préparation ou de livraison avec le moment de la thérapie (iv) non-correspondance entre les références demandées et celles qui sont livrées (v) produits périmés chez le client (vi) produit avec un défaut.	Quantité de produits retournés + Quantités de produits livrés	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	1335	Temps moyen d'attente du client	Cet indicateur mesure l'attente moyenne du client lorsque son arrivée, cumulée avec d'autres, forment une queue (file d'attente), et dont la pharmacie principale a l'obligation de gérer afin d'améliorer la qualité du service rendu.	1# Considérez les variables suivantes : u : temps de service, qui suit une loi de distribution exponentielle (Markovienne), S : le nombre de serveurs (agents) qui offre le service ; 2# Calculez TA : taux moyen d'arrivée des clients ou fréquence moyenne d'arrivées selon la distribution de Poisson Markovienne ; 3# Calculez le trafic ou le taux d'utilisation du service : $A = TA + u$; 4# Calculez la Probabilité du système vide : $P0 = 1 + (\text{Somme de } k=0 \text{ à } k=S-1 \{ (A^k + k!) + (A^k S!) \times (1 + 1 - (A^k S)) \})$; 5# Calculez la Probabilité d'attente : $Pa = (P0 \times A^k S) + ((S-1)!(S-A))$; 6# Calculez le Temps moyen d'attente: $TMA = Pa + u(S-A)$;	<input type="checkbox"/>				
	Temps	1333	Respect délais de livraison	Cet indicateur mesure à quel point les délais du client (un service de l'hôpital, malade ambulatoire, ou autres) ont été respectés afin d'améliorer la qualité de service de la pharmacie principale.	Nb. de livraisons effectuées dans les délais du client + Nb. total de livraisons	<input type="checkbox"/>				
		1442	Retard de livraison	Par opposition à l'indicateur précédent « Respect délais de livraison » [333], celui-ci mesure l'importance de la durée du non-respect des délais de livraison. L'intérêt de cet indicateur est de minimiser le retard de livraison par rapport à la date convenue afin d'améliorer la qualité de service.	1# Considérez la variable $j=1,2,...,m$ comme l'ordre chronologique des commandes ; 2# Considérez la variable $RL_{_j}$ comme le retard de livraison de la commande j ; $RL_{_j} = \text{Date de livraison réelle} - \text{Date de livraison promise}$; 3# Calculez le retard de livraison moyen : $(RL_{_1} + RL_{_2} + \dots + RL_{_m}) / m$;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Comptabiliser

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
Activité	Finance/Coût	1281	Nombre de jours des comptes créditeurs	L'indicateur permet de connaître en combien de jours les fournisseurs de l'organisation sont payés. Il mesure, ainsi, la durée dans laquelle l'organisation conserve les liquidités avant de les transformer en produits pharmaceutiques.	(Comptes créditeurs + Coût de la marchandise acheté) × Nb. de jours	<input type="checkbox"/>				
		1406	Délai moyen de règlement des comptes fournisseurs	La mesure indique le nombre moyen de jours que l'établissement prend pour payer ses fournisseurs. L'indicateur évalue l'efficacité relative au paiement de ses fournisseurs et le niveau de respect de leurs exigences financières.	(Compte créditeur + Coût des achats) × 365	<input type="checkbox"/>				
Résultat	Finance/Coût	1357	Temps de cycle du cash au cash	Cet indicateur mesure le temps moyen passé pour transformer l'argent de l'établissement en stock physique, puis en paiement des fournisseurs. Autrement dit, il est le temps passé entre la collecte de l'argent à partir des pourvoyeurs de fonds et le déboursement de cet argent aux fournisseurs. Plus ce temps est réduit, plus cela révèle une gestion efficace du flux monétaire.	Délai moyen de l'encaissement du financement [1280] + Flux de stock [1393] - Nombre de jours des comptes créditeurs [1281]	<input type="checkbox"/>				
		1367	Coût total du processus de comptabilisation	Cet indicateur permet, selon une vision transversale de la pharmacie principale, de connaître le coût de l'ensemble des activités de gestion comptable des produits pharmaceutiques.	Coût du personnel chargé des finances / comptabilité + Coût des fournitures et des équipements de bureau	<input type="checkbox"/>				
		1356	Retour sur investissement	Cet indicateur mesure l'efficacité du capital investi pour le stock (stock physique, équipement et dispositifs pour la gestion des stocks) en ayant pour objectif de faire bénéficier le maximum de personnes de ce stock. Il permet en ce sens d'estimer les gains en matière de quantité de malades acquéreurs des produits pharmaceutiques, par rapport au montant de l'investissement employé.	Nb. de patients + Capital investi pour la gestion des stock	<input type="checkbox"/>				

Processus : Se fournir

Type Indicateur	Perspective	Rét.Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent	
Contexte	Client	1193	Prix du fournisseur face à celui du marché	L'indicateur permet d'évaluer économiquement un fournisseur par rapport au prix qu'il propose en concurrence au prix du marché.	1# Estimez le prix du marché : Prix du marché = Moyenne des prix / Minimum des prix ; 2# Calculez le prix du fournisseur face à celui du marché : Prix du fournisseur - Prix du marché ;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1196	Méthodologie de l'assurance qualité	L'indicateur permet d'évaluer la fiabilité du fabricant par rapport au niveau des bonnes pratiques de fabrication adoptées.	Déterminez le niveau de certification des produits selon une échelle de 4 niveaux (points) : Niveau haut (4 pt.) : Système OMS de certification de la qualité ; Niveau moyen (3 pt.) : Système qualité pharmaceutique (ICH Q10) ; Niveau faible (2 pt.) : Assurance qualité ISO ; Niveau très faible (1 pt.) : BPF de LNCPP pour FAMM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Intrant	Fiabilité	1134	Convenance des informations de l'emballage	L'indicateur recense les déficiences portant sur les informations de l'emballage. Les insuffisances de l'emballage peuvent concerner la maque de clarté, de complétude, de lisibilité...etc.	Nb. de plaintes sur les informations de l'emballage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1311	Erreurs d'étiquetage des produits achetés	L'indicateur mesure en pourcentage le niveau d'erreurs faites sur l'étiquette des produits provenant des fournisseurs. Cet indicateur veille à la bonne traçabilité et à la sécurisation du produit pharmaceutique dans l'établissement hospitalier.	Nb. de produits avec erreur d'étiquetage + Nb. de produits achetés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Finance/Côté		1312	Conformité des bordereaux de réception	L'indicateur mesure en pourcentage les erreurs de bordereaux venant des fournisseurs. Cet indicateur est utile pour connaître le niveau de vigilance que doit prendre la pharmacie principale dans le contrôle des produits reçus, et également pour évaluer les fournisseurs.	Nb. de bordereau de réception avec erreurs + Nb. total de bordereau de réception	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1170	Précision de la quantité livrée du fournisseur	L'indicateur révèle le taux de commandes livrées par les fournisseurs qui ne présentent pas d'erreurs sur la quantité livrée.	Nb. de commandes sans erreurs de quantités livrées + Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Flexibilité		127	Coût de l'information	L'indicateur mesure le coût engendré par la recherche, l'obtention et la transformation des informations pour être exploité par le service.	Coût de recherche de l'information + Coût d'obtention de l'information + Coût de transformation de l'information	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		118	Coût d'investissement en infrastructure	L'indicateur montre le montant du coût issu d'un investissement tel que la constitution d'un nouveau magasin, entrepôt avec tous les équipements et matériels inclus.	Montant des frais d'ouverture d'un magasin, entrepôt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1223	Coût des intrants	L'indicateur évalue le coût d'achat des matières premières utilisées dans la fabrication des produits pharmaceutiques.	Montant d'achat des matières + Coût d'approvisionnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1226	Coût pour les produits sous contrat	L'indicateur permet de suivre le montant des achats faits à partir des fournisseurs de l'appel d'offres, et de comparer ce montant à l'enveloppe financière réservée à ce type d'achat.	Somme du montant des factures sous contrat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1227	Coût pour les produits en achat direct	L'indicateur permet de suivre le montant des achats faits sans passer par l'appel d'offres, et de comparer ce montant à l'enveloppe financière réservée à ce type d'achat.	Somme du montant des factures en achat direct	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1276	Coût d'acquisition du matériel	L'indicateur évalue le montant des dépenses liées aux achats des équipements et matériels pour gérer les flux pharmaceutiques dans la pharmacie principale.	Prix d'acquisition des équipements + Frais accessoires des achats	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		172	Effectif de la réception	L'indicateur permet de mesurer la capacité de réaction en fonction du nombre d'employés assignés.	L'indicateur permet de mesurer la capacité de réaction en fonction du nombre d'employés assignés.	Nombre d'effectifs assignés à l'activité de réception	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Processus : Se fournir

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1216	Nombre de type de produits réapprovisionnés	L'indicateur a pour fonction d'évaluer l'étendue des produits commandés dans la période. Il révèle, la diversité et le niveau de complexité de l'approvisionnement.	Nb. de type de produits réapprovisionnés par périodes	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	1111	Qualité des emballages	L'indicateur évalue l'adéquation, la qualité et l'état des emballages utilisés particulièrement en ce qui concerne la protection contre l'humidité, la chaleur et les dégradations et les dommages.L'indicateur pourrait être utilisé pour évaluer la qualité des fournisseurs.	Evaluez le niveau de qualité de l'emballage sur une échelle de 7 niveaux :Niveau Excellent (7) : emballage qui protège contre l'humidité, la température et la casse ;Niveau très haut (6) : emballage qui, protège contre l'humidité et la température seulement,Niveau haut (5) : emballage qui protège contre la température et la casse,Niveau moyen (4) : emballage qui protège contre l'humidité et la casse, Niveau Bas (3): emballage qui protège contre l'humidité seulement,Niveau très bas (2) : emballage qui protège contre la température seulement,Niveau Extrêmement bas (1) : emballage qui protège contre la casse seulement.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1192	Niveau de qualité des produits achetés	L'indicateur permet d'évaluer la qualité des produits proposés par le fournisseur. Cette qualité est mesurée selon le rapport bénéfice -risque. L'indicateur conduit également à évaluer l'offre d'un laboratoire ou d'un distributeur selon la qualité des produits qu'il propose.	1# Considérez la variable k=1,2,...,n : comme le numéro d'indice d'une référence de produit ; 2# Calculez les bénéfices d'une référence de produit k par l'équation : $B_k =$ Niveau de gravité de la pathologie_1 + Niveau de gravité de la pathologie_2+ ... Niveau de gravité de la pathologie_m ; 3# Calculez les risques d'une référence de produit k par l'équation : $R_k =$ Niveau de gravité du risque_1+Niveau de gravité du risque_2+ ... Niveau de gravité du risque_q ; 4# Calculez le rapport Bénéfice-Risque d'une référence de produit k : $B_k + R_k$;	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1310	Etat des produits livrés par le fournisseur	Cet indicateur détermine l'importance quantitative des produits endommagés par le fournisseurs, lors de la livraison.	Nb. de produits reçus défectueux + Nb. total de produits reçus	<input type="checkbox"/>				
		1621	Performance produits pharmaceutiques	L'indicateur mesure la performance d'un produit pharmaceutique sur la base de plusieurs critères d'efficacité, de tolérance, de pharmacocinétique, de pharmacodynamique et de bénéfices thérapeutiques sur les malades.	1# Définissez les critères de bénéfice d'un produit pharmaceutique en B1,B2,...,Bn ;2# Pour chaque critère de bénéfice attribuez une valeur sur une échelle de ratio entre 0 et 1 ;3# Définissez les variables P1,P2,...,Pn comme l'importance de chaque bénéfice dans un intervalle de valeur entre 0 et 1, et en respectant la contrainte : $P1+P2+...+Pn=1$;4# Calculez le score Bénéfice global : $B = P1 \times B1 + P2 \times B2 + ... + Pn \times Bn$;5# Définissez les critères de risque d'un produit pharmaceutique en R1,R2,...,Rn ;6# Pour chaque critère de risque attribuez une valeur sur une échelle de ratio entre 0 et 1 ;7# Définissez les variables W1,W2,...,Wn comme l'importance de chaque risque dans un intervalle de valeur entre 0 et 1, et en respectant la contrainte : $W1+W2+...+Wn=1$;8# Calculez le score Risque global : $R = W1 \times R1 + W2 \times R2 + ... + Wn \times Rn$;9# Calculez le ratio bénéfices sur risques : $RBR = B - S$;10# Considérez la variable k=1,2,...,m comme le numéro de référence d'un produit pharmaceutique; 11#Considérez la variable précédemment calculé RBR_k comme le ratio Bénéfices sur Risques pour le produit pharmaceutique k ;12#Calculez la performance globale des produits pharmaceutiques : $(RBR_1 \times RBR_2 \times ... \times RBR_n)^{(1+m)}$;	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Processus : Se fournir

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
Activité	Apprentissage & Innovation	1198	Adhérence au programme	L'indicateur évalue la qualité du fournisseur en matière d'efforts déployés de sa part pour intégrer son système de planification à celui de la pharmacie principale.	Nb. de participation du fournisseur dans la planification + Nb. total de plans réalisés	<input type="checkbox"/>				
		1382	Taux de défaillances dans les bons de commandes	L'indicateur mesure le pourcentage des bons de commandes avec erreur. Il ne doit pas être confondu avec les indicateurs : défauts par unité ; défauts par million d'opportunités.	Nb. de bons de commandes avec défaut + Nb. total de bons de commandes lancés ;	<input type="checkbox"/>				
Finance/Coût	Fiabilité	1160	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	L'indicateur mesure le taux de livraison par le fournisseur sans dommage, sans erreur de quantité sans erreur de transport et sans retard. Cet indicateur participe à évaluer la fiabilité du fournisseur	Nb. total de commandes parfaites + Nb. total de commandes	<input type="checkbox"/>				
		1169	Précision de l'article livré du fournisseur	L'indicateur révèle sur les commandes réceptionnées la proportion des commandes ne contenant pas d'erreurs sur le transport du bon produit.	Nb. de commandes sans erreur de l'article livré+ Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		1171	Pourcentage des commandes livrées complètement par le fournisseur	L'indicateur permet d'avoir une vue d'ensemble sur les commandes qui ont été complètement achevées par le fournisseur ,c'est-à-dire, les commandes qui ont été satisfaites partiellement en quantité ou en référence d'article.	Nb. de commandes livrées complètement + Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		1235	Respect des horaires de livraison des fournisseurs	Cet indicateur précise la qualité du fournisseur en matière de respect des délais de livraison au niveau opérationnel.	Nb. de livraisons sans retards par le fournisseur - Nb. total de livraisons par le fournisseur	<input type="checkbox"/>				
		1158	Condition parfaite par le fournisseur	L'indicateur mesure le taux de livraison par le fournisseur sans dommage sur les produits.Cet indicateur participe à l'évaluation de la fiabilité du fournisseur et permet d'expliquer les causes des aléas de la pharmacie principale.	Nb. total de commandes en parfaite condition + Nb. totale de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		1199	Capacité d'éviter les litiges	Un bon fournisseur est un fournisseur qui évite les litiges.Cet indicateur évalue un fournisseur par rapport à ce paramètre.	Nb. de commandes fournisseur réalisées sans litige + Nb. totale de commandes fournisseur	<input type="checkbox"/>				
		1197	Représentation technique du fournisseur	L'indicateur évalue la qualité du fournisseur en matière d'assistance technique apportée au niveau opérationnel.	Nb. de fois d'assistance technique de la part du fournisseur + Nb. de fois de sollicitation technique à l'égard du fournisseur	<input type="checkbox"/>				
		1201	Niveau d'assistance pour la résolution des problèmes	L'indicateur évalue la qualité du fournisseur et le niveau de relation de partenariat avec lui par l'interêt qu'il porte à résoudre les problèmes de son client.	Nb. de fois où le fournisseur participe à la résolution des problèmes + Nb. de problèmes où le fournisseur est concerné	<input type="checkbox"/>				
		1581	Pourcentage du budget restant	L'indicateur mesure le niveau du financement restant après la consommation d'une partie du budget alloué annuellement.L'indicateur a pour objet de contrôler les dépenses et de les rationaliser sur la période suivante.	(Dotation budgétaire annuelle - Consommation du budget sur le trimestre)+Dotation budgétaire annuelle	<input type="checkbox"/>				
		1599	Taux de consommation du budget principal	L'indicateur mesure le niveau de consommation du budget en annexe-1 afin de le respecter et de rationaliser les dépenses sur les prochaines périodes.	Dépenses + Dotation budgétaire annuelle	<input type="checkbox"/>				
1181	Coût par heure opérationnelle d'approvisionnement	L'indicateur permet de savoir le coût engendré par chaque heure passée dans le processus d'approvisionnement des produits pharmaceutiques.	Coût du processus d'approvisionnement + Nb. d'heures opérationnelles du processus de d'approvisionnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Processus : Se fournir

Type Indicateur	Perspective	Rét_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
		1378	Utilisation de la quantité économique de la commande	La quantité économique est un nombre fixe de produits réapprovisionnés à chaque fois que la pharmacie principale réalise une commande. Cette quantité constante a pour rôle d'optimiser le coût de stockage. L'indicateur en question évalue le niveau d'utilisation de cette pratique dans la gestion des stocks.	Nb. de références avec lesquelles la quantité économique est utilisée + Nb. total de références gérées	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1633	Nombre moyen de commandes traitées par personne	L'indicateur permet de connaître la productivité des employés chargés d'élaborer les commandes d'achat.	Nb. de bons de commande lancés + Nb. d'agents chargés des commandes	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		187	Collis reçus par surface	L'indicateur permet de mesurer la productivité des espaces réservés à la réception des produits.	Nb. de colis reçus + Surfaces en m²	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		188	Collis reçus par heure de travail	L'indicateur mesure la productivité de travail des employés au niveau de l'activité de réception des produits.	Nb. de colis reçus + (Nb. heures de travail par jours × Nb. d'employés)	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Flexibilité		1375	Flexibilité du fournisseur	L'indicateur mesure la capacité du fournisseur à fournir la quantité demandée.	1# Considérez $i = 1, 2, \dots, n$, comme le numéro chronologique de la commande ; 2# Calculez pour chaque commande i le ratio : $R_i = \text{Quantité fournie} + \text{Quantité demandée}$; 3# Calculez la flexibilité du fournisseur : $(R_1 + R_2 + \dots + R_n) \div n$.	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		170	Collis reçues	L'indicateur évalue le niveau d'activité de réception sur une période en fonction du nombre de colis reçus.	Nb. de colis reçus	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		171	Poids moyen	L'indicateur évalue le niveau d'activité de réception sur une période en fonction du poids de la marchandise reçue.	Poids de la marchandise reçue + Nb. de colis reçus	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		173	Nombre de réceptions	L'indicateur évalue le niveau d'activité de réception sur une période en fonction du nombre fois où la marchandise est reçue.	Nb. de réceptions	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1220	Révision des points de commande	Cet indicateur permet de mesurer la justesse du point de commande de tous les DCI en calculant la Perte Pinball de chaque DCI. Plus la Perte Pinball est réduite plus elle révèle une meilleure précision du point de commande.	1# Considérez la variable $k=1, 2, \dots, m$: comme le numéro d'indice de la DCI d'un produit pharmaceutique ; 2# Considérez la variable PP_k comme la Perte Pinball de la DCI k ; 3# Si le Point de commande de la DCI $k >$ Demande outil de la DCI k , Alors calculez : $PP_k = (Point\ de\ commande\ de\ la\ DCI_k - Demande\ outil\ de\ la\ DCI_k) \times (1 - Taux\ de\ service\ de\ la\ DCI_k)$. Si Point de commande de la DCI $k <$ Demande outil de la DCI k , Alors calculez : $PP_k = (Demande\ outil\ de\ la\ DCI_k - Point\ de\ commande\ de\ la\ DCI_k) \times Taux\ de\ service\ de\ la\ DCI_k$; 4# Calculez la Perte Pinball Total : $PPT = PP_1 + PP_2 + \dots + PP_m$.	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1317	Défauts par unités de bon de commande	Cet indicateur est une mesure de la qualité qui compte le nombre d'erreurs moyen par unité de bon de commande lancée. L'indicateur a pour objectif de réduire au minimum (6 fois l'écart-type) les erreurs commises sur les bons de commande, afin d'améliorer la fiabilité du service rendu par la pharmacie principale, et réduire tout type de gaspillage (surstockage, pertes de temps...etc).	Nombre total d'erreurs + Nombre total de bons de commande	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Qualité		1319	Défauts de bon de commande par million d'opportunités	Cet indicateur fait partie de la méthode 6 sigma pour l'amélioration de la qualité. Il permet de connaître le niveau de variabilité de la qualité des bons de commandes lancés. Il est fondé sur la notion de défauts par million d'opportunités voulant dire : le nombre de défauts constatés sur un million de chance d'apparaitre. L'indicateur détermine le niveau de l'écart-type (le sigma) à partir duquel il est possible de savoir le taux de conformités des bons de commandes, et le taux de défauts.	1# Calculez les défauts par opportunité : $DPO = Nb. de\ défauts\ sur\ l'Echantillon \div (Quantité\ de\ l'Echantillon \times Nb. de\ types\ de\ défauts)$; 2# Calculez les défauts par million d'opportunités : $DPMO = DPO \times 1000000$	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>

Processus : Se fournir

Type Indicateur	Perspective	Réf.Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
		1321	Partie par million des défauts des bons de commande	Contrairement à l'indicateur « Défauts des bons de commande par million d'opportunités » celui-ci ne prend pas en compte les types de défauts et leur opportunité d'apparaître, autrement dit, il dénombre les bons de commande qui ont des défauts sans se soucier du nombre de défauts que peut porter chacun des bons.	(Nombre de bons de commande avec défaut + Nombre total de bons de commande) x1 000 000	<input type="checkbox"/>				
		1322	Rendement de premier passage pour le processus d'approvisionnement	Cet indicateur mesure la qualité du processus d'approvisionnement en matière de rendement sur les bons de commande. Ce rendement est dépendant du taux de rejet des bons de commande par leur destinataire.	1- Taux de rejets des bons de commande	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	1191	Délai du fournisseur face à la norme du secteur	L'indicateur permet d'évaluer la performance du fournisseur en matière de délai de livraison par rapport au standard du secteur.	Délais de livraison du fournisseur – Délais moyen dans le secteur	<input type="checkbox"/>				
		1331	Délai d'approvisionnement	L'indicateur mesure le temps écoulé entre le lancement d'une commande et la réception de la marchandise.L'intérêt de cet indicateur est double, d'une part, il permet de surveiller la performance des fournisseurs, d'autre part, il permet de bien adapter les différents niveaux de stock (stock minimal, stock-outil, stock de sécurité).	Le délai de connaissance du niveau des stocks + Le délai administratif de décision et de passation d'une commande + le délai fournisseur (Délai de transport) + le délai administratif de réception d'une commande +le délai de mise à jour du niveau des stocks	<input type="checkbox"/>				
	Temps	1212	Fréquence de réapprovisionnement par mois	La fréquence de réapprovisionnement permet de faire un arbitrage entre le niveau de stock adéquat, afin d'assurer un niveau de service convenable, et un coût d'approvisionnement optimal.Cet indicateur permet aussi de savoir si la politique de réapprovisionnement a été bien définie.	Nb. de réapprovisionnements par mois	<input type="checkbox"/>				
		1289	Ratio de fluidité de l'approvisionnement	L'indicateur mesure la tension du flux, qui veut dire, la part des temps qui apportent réellement de la valeur ajoutée dans le délai d'approvisionnement. Ainsi, pour avoir une meilleure fluidité, les temps qui n'apportent pas de valeur ajoutée, désignés par les temps inter-opérateurs (attente , transporter/transport, temps administratif, temps de lancement), doivent être minimisés au maximum.	Somme des temps opératoires de l'approvisionnement + (Somme des temps opératoires de l'approvisionnement + Somme des temps inter-opérateurs de l'approvisionnement)	<input type="checkbox"/>				
		1300	Délai d'introduction du produit dans le système	L'indicateur évalue le temps moyen passé entre le moment où la commande est reçue et le moment où le contenu de la commande est saisi dans le système d'information. L'indicateur permet de connaître le cycle de mises à jour du système d'information et la vitesse de saisie des commandes.	1# Considérez la variable i=1,2,...,m comme l'ordre chronologique des commandes reçues ;2# Considérez la variable DIPS_j comme le délai d'introduction du produit dans le système pour la commande i ;3# Calculez le délai d'introduction du produit dans le système pour la commande i : DIPS_i=(Instant de fin de saisie de la commande i - Instant de réception de la commande i) ;4# Calculez le délai moyen d'introduction du produit dans le système : (DIPS_1+DIPS_2+...+DIPS_m)/m ;.	<input type="checkbox"/>				
	Risque	1636	Niveau de service des fournisseurs	L'indicateur permet d'évaluer le niveau de rupture des stocks chez le fournisseur afin d'apprécier son impact sur l'activité de réapprovisionnement, et afin de mesurer la capacité du fournisseur à offrir les articles demandés.	Nb. d'article fournis dans le délai contractuel + Nb. d'articles demandé	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	1150	Sûreté des produits	L'indicateur mesure pour chaque référence de produit le niveau de risque de contaminations chimiques ou autres, pour prendre les mesures de protection nécessaires,et pour s'assurer que ce risque n'excède pas un niveau standard.	Mention du niveau de risque par le laboratoire ou par la certification	<input type="checkbox"/>				
		1320	Probabilité d'un bon de commande avec une erreur	L'indicateur calcule les chances qu'un bon de commande soit accompagné d'une erreur quelconque. L'indicateur est lié à l'objectif d'augmenter la qualité des documents transmis pour éviter des litiges.	1# Calculez les défauts par opportunité : DPO = Nb. de défauts sur l'échantillon + (Quantité de l'échantillon x Nb. de type de défaut) ; 2# Calculez la Probabilité d'une pièce avec un défaut : 1 - e ^{-DPO} ;.	<input type="checkbox"/>				
	Client	1624	Taux de convenance en type d'articles	L'indicateur mesure le taux de satisfaction apporté par la pharmacie principale sur les types d'articles demandés par le personnel soignant.	Nb. de références conformes à la demande + Nb. de références demandées par les médecins	<input type="checkbox"/>				

Processus : Se fournir

Type Indicateur	Perspective	Réf.Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
	Fiabilité	1341	Fiabilité du fournisseur	L'indicateur mesure si le fournisseur livre les bons articles dans les temps convenus avec les bons documents. L'indicateur évalue aussi la régularité du fournisseur à livrer les produits dans les bonnes conditions.	Nb. de livraisons dans le temps et en bonnes conditions + Nb. Total de livraisons	<input type="checkbox"/>				
		1561	Commandes achat parfaites	L'indicateur mesure le niveau de fiabilité des commandes effectuées afin d'améliorer la performance de l'achat, et d'améliorer l'exactitude des opérations d'acquisition.	Nb. de bons de commande sans aucune erreurs + Nb. total de bons de commande lancés	<input type="checkbox"/>				
	Financier	198	Coût de transport amont	L'indicateur mesure le coût de transport des produits approvisionnés du fournisseur. L'objectif de cet indicateur est la surveillance et la maîtrise de ce coût logistique.	charge de personnel (salaire, prime) + charges financières du matériel (tracteur + remorque)+ assurances et taxes + charge de gestion du parc + frais de déplacement + renouvellement du matériel + carburant+ entretien+pneumatiques	<input type="checkbox"/>				
		1364	Coût total du processus d'approvisionnement	Cet indicateur permet de connaître selon une vision transversale de la pharmacie principale le coût de l'ensemble des activités de l'approvisionnement.	Coût de recherche et d'obtention de l'information + Coût de lancement des bons de commande + Coût de suivi et de relance des commandes + Coût de traitement des litiges + Coût d'amortissement des équipements + Coût de pénurie consommée + Coût du personnel + Coût du transport amont.	<input type="checkbox"/>				
		1151	Coût de transaction	L'indicateur évalue les coûts liés à l'acquisition des produits, comme le coût de recherche des fournisseurs et des informations sur les produits, le coût de négociation et le coût d'application du contrat.	Coût de recherche des fournisseurs et des informations sur les produits+Coût de négociation + Coût d'application du contrat	<input type="checkbox"/>				
		1131	Coût du fournisseur	Est un indicateur agrégé permettant d'évaluer la qualité de chaque fournisseur par rapport au coût qu'il engendre à l'organisation (voir l'équation). Le coût de pénalité correspond au coût des produits qui n'ont pas été livrés aux clients en raison d'une rupture ou d'une indisponibilité.	Coût d'achat + Coût de transport + Coût de stockage + Coût de pénalité	<input type="checkbox"/>				
		1225	Économies dégagées sur les contrats signés	L'indicateur mesure la performance de l'activité d'achat en soulignant l'économie dégagée par la réduction du montant de la facture ou du marché, sans réduire les quantités acquises.	Somme pour chaque référence de produit (Nouveau prix d'achat - Ancien prix d'achat)*Quantité achetée)	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	1141	Fiabilité du produit	L'indicateur recense les inconformités entre la description et la composition des produits pharmaceutiques approvisionnés.	Nb. de constats + Nb. de plaintes reçues	<input type="checkbox"/>				
		1348	Taux des défauts Vs Qualité des bons de commande	L'indicateur mesure le pourcentage des bons de commande avec erreur, et son complément le pourcentage des bons de commande qui ne présentent pas d'erreur. Cet indicateur dual s'inscrit dans le contrôle de la qualité des documents transmis. Il ne doit pas être, confondu avec les indicateurs : défauts par unité ; défauts par million d'opportunités.	1# Calculez le taux de défauts : Nb. de bons de commande avec défaut + Nb. total de bons de commande lancés ; 2# Calculez le taux de qualité : Nb. de bons de commande sans défaut + Nb. total de bons de commande lancés ;	<input type="checkbox"/>				
		1106	Taux de rebuts des bons de commande	L'indicateur mesure le taux de bons de commande qui ont présenté des erreurs les rendant inacceptables par le fournisseur. Cet indicateur est lié à l'objectif d'améliorer la qualité du processus d'approvisionnement afin d'éviter d'éventuel litige les pertes de temps.	Nb. de bons de commande rejetés + Nb. total de bons de commande lancés	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	16	Formule spéciale	L'indicateur mesure, l'équilibre fait entre le coût et le temps d'acquisition des médicaments à formule spéciale, et ce, en sachant que chez le grossiste la livraison est rapide et chère, alors que chez le fabricant la livraison est plus lente, mais moins coûteuse.	Nb. de formules spéciales commandées chez le grossiste + Nb. totale de formules spéciales commandées	<input type="checkbox"/>				

Processus : Gérer les stocks

Type Indicateur	Perspective	Réf.Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement pertinent
Intrant	Finance/Coût	1213	Pourcentage des types de produits réapprovisionnés	L'indicateur mesure l'étendue des types de produits pharmaceutiques qui ont été réapprovisionnés périodiquement. Il est adapté pour surveiller aussi bien les produits coûteux que peu coûteux.	Nb. de types de produits réapprovisionnés par périodes + Nb. total de type de produits gérés	<input type="checkbox"/>				
		118	Coût d'investissement en infrastructure	L'indicateur montre le montant du coût issu d'un investissement tel que la constitution d'un nouveau magasin, entrepôt avec tous les équipements et matériels inclus.	Montant des frais d'ouverture d'un magasin, entrepôt	<input type="checkbox"/>				
Activité	Qualité	1568	Date de péremption	L'indicateur permet de savoir la durée de vie restante d'un produit et de prendre les mesures nécessaires pour que le produit soit écoulé avant sa date de fin de vie, aussi, pour s'assurer qu'aucun service n'utilise accidentellement ce produit après sa péremption, et enfin, pour remplacer ce produit dans le stock afin d'assurer sa disponibilité.	Date de péremption - Date de vérification	<input type="checkbox"/>				
		13	Ressemblance des produits dans le stock global	L'indicateur mesure le niveau de ressemblances des produits qui sont en réalité différents et qui provoquent des erreurs de ramassage par rapport au dosage.	Nb. d'erreurs sur le dosage livré + Nb. total de ramassage	<input type="checkbox"/>				
		112	Erreurs d'emplacement dans le stock global	Il mesure les erreurs de ramassage du produit par rapport à l'endroit prévu pour le produit. L'indicateur révèle à quel point l'emplacement est inapproprié pour le produit.	Nb. erreurs de ramassage du même emplacement + Nb. total de ramassage du même emplacement	<input type="checkbox"/>				
	Finance/Coût	1567	Inventaires	L'indicateur évalue le niveau de précision et le niveau de surveillance des stocks par la fréquence de l'inventaire physique effectué.	Nb. d'inventaires physiques pendant la période + Nb. optimal d'inventaires physiques pendant la période.	<input type="checkbox"/>				
		174	Stock en valeur par catégorie	L'indicateur a pour rôle de surveiller la structure des stocks par catégories pour se focaliser sur les catégories de produits les plus importantes : la catégorie A : pour les produits les plus coûteux ; la catégorie B : pour les produits assez coûteux ; la catégorie C : pour les produits les moins coûteux.	Montant du stock pour chaque catégorie de produits	<input type="checkbox"/>				
		174	Stock en valeur par famille	L'indicateur a pour rôle de surveiller la structure des stocks par familles de produits (Réactifs, Médicament, Dispositifs pharmaceutiques et pansements, Produits de stérilisation, Gaz médicaux) pour se focaliser sur les familles de produits les plus importantes.	Montant du stock pour chaque famille de produits	<input type="checkbox"/>				
		189	Taux d'occupation des racks	L'indicateur permet de mesurer la productivité des espaces de stockage au niveau des racks (étagères, rayons).	Surface utilisée + Surface total des racks	<input type="checkbox"/>				
		1238	Niveau du stock moyen	Cet indicateur est lié à l'objectif de minimiser le stock moyen, car celui-ci permet d'augmenter la rotation des stocks et de diminuer la pression sur le fonds de roulement, c'est-à-dire, sur les liquidités.	1# Considérez la variable t=1,2,...,m comme une période de temps exprimée par le mois ; 2# Considérez la variable MS_t comme le montant du stock pour le mois t ; 3# Calculez le stock moyen : (MS_1+MS_2+...+MS_m)/m ;	<input type="checkbox"/>				
		1349	Niveau du stock en valeur	L'indicateur estime la valeur totale des produits non livrés, au niveau de la pharmacie principale. L'indicateur est lié à l'objectif de réduire le stock à un niveau rationnel afin d'éviter l'accroissement du coût de possession du stock, l'obsolescence des produits et l'immobilisation de l'argent.	Coût d'achat des produits + Coût de possession du stock	<input type="checkbox"/>				
		1350	Rotation des stocks	Cet indicateur révèle la fréquence de renouvellement des stocks et procure plusieurs intérêts : (f) détecter les produits qui montrent un déclin de consommation ; (g) prévenir le rapprochement des délais de péremption, ce qui permet de prendre les mesures nécessaires pour écarter les produits avant leur date de fin de vie.	1# Calculer le stock moyen : Somme (Niveau du stock de chaque fin de période) + Nb. de périodes 2# Calculer la rotation des stocks : Consommation + Stock moyen ;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Gérer les stocks

Type Indicateur	Perspective	Réf.Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement pertinent
			Flux du stock	L'indicateur répond à la question : combien faut-il de jours pour écouler le stock ? Autrement dit, il mesure le temps moyen passé entre l'achat et l'écoulement de la marchandise. Il est considéré que plus longtemps les stocks sont gardés, plus la pharmacie principale risque d'avoir des pertes provenant de l'obsolescence de la marchandise. Ainsi, plus l'indicateur est faible, plus il révèle une bonne gestion des stocks.	Proposition (1) : $365 + \text{Rotation du stock}$; Proposition (2) : $(\text{Stock moyen} + \text{Coût des produits consommés}) \times 365$;	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Flexibilité	1359	Couverture de stock	L'indicateur permet de mesurer la disponibilité immédiate des produits sans faire un réapprovisionnement. Ainsi, il permet de savoir dans quelle mesure il est possible de faire face à une demande imprévue ou à une rupture de stock. En outre, l'indicateur permet de savoir en combien de jours le stock moyen est épuisé. L'indicateur peut être calculé de deux façons : en connaissant la consommation journalière ou en connaissant la rotation du stock.	Proposition (1) : $\text{Stock} + \text{consommation moyenne par jours}$; Proposition (2) : $365 \text{ jours} + \text{rotation du stock}$.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1395	Taux du stock de travail	Le stock de travail correspond à une partie du volume du stock réservé à satisfaction de la demande normale. L'indicateur permet de mesurer l'efficacité de la stratégie de gestion du stock.	Quantité du stock de travail + Quantité total du stock	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1118	Stock total	Connaître le niveau du stock permet de prendre les mesures nécessaires afin d'éviter les ruptures de stock et de bien satisfaire la demande en quantités et en délais.	Quantité de produits dans le stock par Familles/DCI/Catégories	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1631	Niveau du stock en quantité	L'indicateur a pour objet de surveiller le niveau du stock afin d'assurer un bon niveau de service et en même temps éviter l'obsolescence des produits. La performance recherchée par cet indicateur est de garder, en permanence, un niveau optimal de stock. Ainsi, il ne doit pas être confondu avec l'indicateur « Stock total » [118] qui est calculé en quantité et non pas en proportion du stock idéal (stock d'alerte).	Quantité de produits par Familles/DCI/Catégories + stock idéal/stock d'alerte	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		176	Nombre de références stockées	L'indicateur a pour fonction d'évaluer l'étendue de la nomenclature des produits gérés dans la période. Il révèle la diversité et le niveau de complexité de la gestion des stocks.	Nb. d'articles différents présents dans le stock	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		167	Densité du stock	L'indicateur calcule le taux d'occupation des magasins/stocks, ce qui permet de connaître le niveau d'encombrement des produits.	Quantité de produits + Surface de stockage en m ²	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1604	Vitesse d'écoulement du stock	L'indicateur permet d'évaluer la vitesse avec laquelle l'espace de stockage se libère et ainsi de faire des prévisions sur le niveau d'espace qui sera disponible ultérieurement.	Débit des produits du stock [166] + Densité du stock [167]	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1396	Espace de stockage	L'indicateur mesure le taux d'utilisation de l'espace de stockage pour évaluer l'efficacité de la politique de gestion des locaux de stockage.	Surface de stockage occupée + Surface total de stockage	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Qualité	1147	Durée de vie acceptable	L'absence de la consommation des produits pharmaceutiques dans les services de santé fait que ces derniers n'acceptent pas dans leur stock un produit sous un seuil de durée de vie. Cet indicateur estime ce seuil par DCI afin que la pharmacie principale adapte ses achats et approvisionnements.	1# Considérez la variable k=1,2,...,n : comme le numéro d'une DCI ; 2# Considérez la variable j=1,2,...,n : comme le numéro d'un service de santé ; 3# Considérez la variable NJVA_jk comme le nombre de jours de validité acceptée d'une DCI avec l'indice k, dans le service de santé avec l'indice j ; 4# Calculez le nombre de jours de validité acceptée moyen pour la DCI avec l'indice k : $\text{NJVA}_k = (\text{NJVA}_{1k} + \text{NJVA}_{2k} + \dots + \text{NJVA}_{nk})/n$;	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1259	Encours	L'encours est le niveau du stock situé dans les services de santé. L'indicateur est lié à l'objectif de réduire le niveau des encours, ou tout au moins, limiter son niveau, afin de garder un contrôle et d'éviter un sur-stockage considéré comme un gaspillage ou éviter le « bullwhip effect ».	Quantité de stock par DCI dans chaque service de santé	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Processus : Gérer les stocks

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
		1346	Conditions de transport et de conservation	L'indicateur permet de vérifier l'application des conditions standard de transport et de stockage. Il mesure, le risque du non-respect de la température de conservation des médicaments dans la pharmacie principale.	$(\text{Température mesurée} + \text{Température normalisée}) \times (\text{Humidité mesurée} + \text{Humidité normalisée})$	<input type="checkbox"/>				
		1144	Liquidation	L'indicateur évalue le montant des produits qui sont livrés en excédent ou distribués à d'autres établissements afin qu'ils soient liquidés avant leur date de péremption.	Montant des produits liquidés + Budget annuel	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	1133	Commandes en attente	L'indicateur permet de connaître le taux de commandes non satisfaites en raison de l'indisponibilité des produits et qui provoquent l'attente du client au lieu de son désistement. Cet indicateur révèle entre autres les références de qualité et/ou préférées lorsque la référence demandée n'est pas remplacé par une autre.	Commandes en attentes + Nb. total de commandes	<input type="checkbox"/>				
	Temps	1350	Rotation des stocks	Cet indicateur révèle la fréquence de renouvellement des stocks et procure plusieurs intérêts : (i) détecter les produits qui montrent un déclin de consommation ; (ii) prévenir le rapprochement des délais de préemption, ce qui permet de prendre les mesures nécessaires pour écouler les produits avant leur date de fin de vie.	1# Calculer le stock moyen : Somme (Niveau du stock de chaque fin de période) + Nb. de périodes 2# Calculer la rotation des stocks : Consommation + Stock moyen ;	<input type="checkbox"/>				
		1393	Flux du stock	L'indicateur répond à la question : combien faut-il de jours pour écouler le stock ? Autrement dit, il mesure le temps moyen passé entre l'achat et l'écoulement de la marchandise. Il est considéré que plus longtemps les stocks sont gardés, plus la pharmacie principale risque d'avoir des pertes provenant de l'obsolescence de la marchandise. Ainsi, plus l'indicateur est faible, plus il révèle une bonne gestion des stocks.	Proposition (1) : $365 + \text{Rotation du stock}$; Proposition (2) : $(\text{Stock moyen} + \text{Coût des produits consommés}) \times 365$;	<input type="checkbox"/>				
		166	Débit des produits du stock	Il exprime le taux d'écoulement des produits du stock, autrement dit, la quantité de produits sortis du stock dans une période. Il permet ainsi de prévoir le temps d'épuisement d'un stock.	Quantité de produits sortis du stock + Quantité de semaines	<input type="checkbox"/>				
Risque	Fiabilité	1248	Probabilité de la rupture du stock	Cet indicateur vient en complément de l'indicateur « taux de service » [1339]. Son objectif est de minimiser le risque de rupture de stock en estimant sa probabilité à partir des délais d'approvisionnement et des quantités consommées dans le passé. Il permet aussi de rectifier le stock de sécurité si la probabilité s'est révélée trop grande.	1# Calculez le ratio : $Z = \text{Stock de sécurité} + ((\text{Moyenne de la consommation par jour}) \times (\text{Variance de la consommation par jour})) + (\text{Moyenne du délai d'approvisionnement}) \times (\text{Variance du délai d'approvisionnement})$; 2# En considérant Z comme une variable aléatoire qui suit la loi de distribution normale standard, cherchez la probabilité de la valeur Z dans la table de distribution correspondante ;	<input type="checkbox"/>				
Résultat	Fiabilité	120	Traçabilité du stock	L'indicateur mesure le niveau de propagation et la bonne tenue de la traçabilité sur les produits pharmaceutiques.	(Nb. de références non enregistrées dans la main courante ou dans la fiche de électroniques) + Nb. total de références entrées ou sorties	<input type="checkbox"/>				
		113	Erreurs de ramassage	Il mesure les erreurs de ramassage des mauvais médicaments à partir des bons emplacements ou des bons médicaments avec une dose mauvaise. L'indicateur est influencé par deux métriques : i) Erreurs d'emplacement dans le stock global [112] ; ii) Ressemblance des produits dans le stock global [13].	Nb. d'erreurs de ramassage + Nb. total de ramassage	<input type="checkbox"/>				
		116	Précision du stock global	L'indicateur mesure le pourcentage d'articles présentant un écart d'inventaire. L'imprécision du stock peut être due à plusieurs causes : (i) non-enregistrement des mouvements du stock ; (ii) enregistrement erroné dû à des oubli ; (iii) des erreurs de ramassage ; (iv) non mise à jour du système d'informations.	Nb. d'articles avec écart d'inventaire + Nb. Total d'articles gérés	<input type="checkbox"/>				
		1520	Taux d'erreur de codage	L'indicateur mesure les erreurs sur le référencement des produits pharmaceutiques réceptionnés et mis en stock.	Nb. d'erreurs de référencement + Nb. de produits réceptionnés	<input type="checkbox"/>				

Processus : Gérer les stocks

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
	Finance/Côût	1221	Exactitude des inventaires	L'indicateur permet d'évaluer le niveau de précision du stock comptable et d'identifier éventuellement les erreurs de saisie ou autres événements. L'indicateur mesure de cette façon, l'efficacité de la gestion des stocks et la tenue des supports de gestion.	Quantité du stock physique – Quantité du stock électronique ou comptable	<input type="checkbox"/>				
		1243	Montant du stock obsolète	L'indicateur évalue le stock ayant dépassé un certain temps avec lequel le produit risque : 1) d'être retourné ; 2) de ne pas être commandé par le client; 3) de se transformer en stock mort. L'indicateur permet également de repérer un surstockage.	Montant des produits dépassant un certain temps dans le stock	<input type="checkbox"/>				
		1370	Côût total de stock	Le côût de possession du stock est lié à l'activité de détention des produits dans les locaux de la pharmacie principale. L'indicateur détermine ce côût pour mesurer la performance de la gestion des stocks dans ce service.	Côût d'achat + Côût de possession du stock + Côût de passation de la commande + Côût de pénurie	<input type="checkbox"/>				
	Flexibilité	1293	Pourcentage moyen des demandes non satisfaites	L'indicateur mesure l'impact des ruptures de stock sur la satisfaction des demandes des clients en matière de quantités.	Moyenne de la demande non satisfaite + Demande moyenne	<input type="checkbox"/>				
		1637	Taux de disponibilité des produits	L'indicateur mesure l'impact des ruptures de stock sur la durée moyenne de disponibilité des produits au niveau de la pharmacie principale.	1# Calculez le temps moyen entre les ruptures ; Temps moyen de disponibilité de l'article jusqu'à la première rupture + Temps de réapprovisionnement + Temps de mise à disposition de l'article ; 2# Calculez le Taux de disponibilité des produits : Temps moyen de disponibilité de l'article jusqu'à la première rupture + Temps moyen entre les ruptures ;	<input type="checkbox"/>				

Annexe F.2. Questionnaire destiné aux services de santé

(cf. pages suivantes)

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
Contexte	Flexibilité	1519	Durée du séjour	L'indicateur estime le nombre de jours moyen où le patient reste hospitalisé ce qui permettrait de faire des prévisions sur la demande de certains produits pharmaceutiques.	Nb. de jour d'hospitalisation des malades dans le service de santé + Nb. d'admissions	<input type="checkbox"/>				
		1620	Consommation par pathologie	L'indicateur évalue la consommation des produits pharmaceutiques par pathologie, ce qui permettrait, entre autres, de faire des prévisions de consommation par pathologie.	Quantité de produits consommés par DCI et par pathologie	<input type="checkbox"/>				
		1629	Consommation des patients	L'indicateur évalue la quantité moyenne de produits pharmaceutiques consommés par malade, ce qui permettrait, entre autres, de faire des prévisions de consommation sur la base du volume des patients.	Quantité totale de produits consommés par DCI + Nb. de patients consommant la DCI.	<input type="checkbox"/>				
Intrant	Apprentissage & Innovation	1154	Conditions de travail	Cet indicateur a pour objectif de mesurer la qualité de vie au travail considérée comme un facteur déterminant de la performance socio-économique. Il mesure l'aspect social et matériel des conditions de travail pour la gestion du produit pharmaceutique dans les services de santé.	Taux d'absentéisme pour maladie + Taux de démissions + Taux d'employés atteints d'une maladie professionnelle + Taux de sorties forcées	<input type="checkbox"/>				
		1433	Nombre de personne requise et niveau de compétence	L'indicateur évalue de façon générale les besoins en ressources humaines pour la gestion du flux pharmaceutique dans le service de santé. Cela permet de connaître l'écart entre ce que le service devrait avoir, et ce qu'il possède réellement en matière de quantité et de qualité des ressources humaines.	1# Considérez la variable $i=1,2,...,n$ comme le numéro d'un poste de travail ; 2# Considérez la variable $N_{i=0,1,2,...,8}$: comme le niveau d'éducation requis pour le poste de travail i ; 3# Calculez un le besoin quantitatif et qualitatif en compétence : $(N_{1+N_2+...N_n})$.	<input type="checkbox"/>				
Finance/Côté		1477	Évaluation des employés	L'indicateur mesure la performance collective des salariés. Il permet, d'une part, d'évaluer l'implication du personnel dans le travail, ce qui a un impact sur la performance du service. D'autre part, il permet d'apprécier les besoins en formation et d'apporter des éléments pour la gestion des carrières des employés.	Quantité de travail + Qualité de travail + Respect des délais + Utilisation des connaissances + Méthode de travail + Respect des consignes de santé et sécurité au travail + Sens des responsabilités + Relations humaines	<input type="checkbox"/>				
		1449	Frais de matériel	L'indicateur évalue tous les frais qu'engendre un matériel utilisé par le service de santé et consacré au flux pharmaceutique. Les frais concernent les consommables, la maintenance, les pièces de rechange et l'énergie utilisée, afin de connaître l'impact en coût de utilisation de ce matériel.	Somme des dépenses de chaque matériel	<input type="checkbox"/>				
		1549	Subvention de recherche	L'indicateur mesure le niveau de soutien accordé dans le domaine de la recherche pour l'amélioration du flux pharmaceutique.	Montant de la subvention de recherche accordée + Montant de subvention de recherche maximal accordé dans le secteur.	<input type="checkbox"/>				
	Flexibilité	1116	Capacité supplémentaire	Cet indicateur est lié à l'objectif de satisfaire la demande en quantités voulues avec les délais exigés lorsque la capacité courante en effectif chargé du flux pharmaceutique ne le permet pas. L'indicateur évalue le pourcentage de la capacité qu'il est possible d'augmenter ou qui est déjà augmentée.	Capacité supplémentaire en heures + Capacité totale en heures.	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type indicateur	Perspective	Réf. Indic	Nom indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement pertinent
			Capacité disponible du système	L'indicateur mesure le surplus du volume de travail que le service de santé est actuellement capable de supporter. L'indicateur mesure donc la flexibilité du service, c'est-à-dire, le potentiel du service à affronter des demandes inattendues.	1# Calculez la Capacité Requête : CR = (Quantité de bons de pharmacie x Délai d'accomplissement d'un bon de pharmacie [1330]) + (Quantité d'ordonnances x Délai d'accomplissement d'une ordonnance interne [1330]) ; 2# Calculez la Capacité d'Opération : CO = Nb. de jours de travail x Nb. d'heures de travail x Nb. d'agents ; 3# Calculez la capacité disponible : Capacité disponible du système = CR-CO ;	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
	Qualité	I138	Consommation d'énergie	L'indicateur mesure le niveau de consommation de l'énergie par les activités de gestion des produits pharmaceutiques afin de le rationaliser et de mieux préserver cette ressource et l'environnement.	Nb. de Khw ou m³ d'énergie consommées + Surface en m²	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Activité	Apprentissage & Innovation	I431	Confit du travail	L'indicateur mesure le climat de travail lié à la gestion et distribution des produits pharmaceutiques dans le service de santé. L'indicateur a pour but de détecter des anomalies d'organisation ou de fonctionnement pour créer un environnement professionnel adapté qui encourage à faire ressortir le meilleur des employés.	Nb. de dispute de travail + Nb. de jours de travail	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		I447	Développement et utilisation du cheminement clinique	L'indicateur mesure le niveau d'utilisation de la méthode de cheminement clinique (planification du processus de traitement du patient et prévision de la durée de séjour) afin de rationaliser la prise en charge du patient et améliorer la qualité des soins.	Nb. de patients sur lesquels le cheminement clinique est appliqué + Nb. total de patients	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		I464	Nouveaux projets de recherche	L'indicateur mesure le niveau d'effort entrepris pour mener le progrès et l'amélioration continue dans le service de santé par le nombre de projets qui ont trait à la qualité, la gestion ou la sécurisation du produit pharmaceutique.	Nb. des nouveaux projets de recherche	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		I465	Nombre d'institutions dans les activités conjointes	L'indicateur mesure l'importance des projets de recherche et des activités conjointes avec d'autres institutions (agences gouvernementales et non gouvernementales) par le nombre d'adhérents aux programmes qui ont trait à l'amélioration du flux pharmaceutique dans le secteur de la santé.	Nb. d'institutions dans les activités conjointes et les programmes de recherche	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		I458	Pourcentage du personnel clinique qui reçoit une formation en gestion du changement	L'indicateur mesure le niveau de préparation du personnel, qui s'occupe du flux pharmaceutique, pour le changement organisationnel, par le taux d'employés sensibilisés et formés dans ce thème.	Nb. de personnels ayant reçu une formation en management du changement + Nb. total du personnel	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		I558	Technologie de l'information clinique	L'indicateur mesure le niveau d'utilisation des différentes technologies de l'information en santé telle que : le dossier de santé/médicale électronique (EHR/EMR) pour réduire les erreurs médicales et de prescription ; l'entrée de commande informatisée (CPOE).	Nb. de personnels utilisant le système d'informations cliniques + Nb. de personnels habilités à utiliser le système d'informations cliniques	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		I304	Taux d'utilisation des systèmes d'échange de donnée	Cet indicateur permet d'évaluer à quel point les technologies de l'information et de communication sont utilisées dans le travail collaboratif et l'échange d'informations.	Nb. de fois de futilisation des systèmes d'échanges de données (ERP/EDI/Internet/EAVEHR/EMR/Réseau local) + Nb. de fois de transmission/réception des informations.	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		I557	Développement du personnel	L'indicateur mesure les efforts de développement des compétences ou le niveau de perfectionnement des qualifications du personnel par la formation.	Nb. total d'heures de formation effectuées dans une période + Nb. total d'heures équivalentes à temps plein	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>

Processus : Piloter

Type indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
		192	Taux d'absentéismes	L'indicateur mesure l'improductivité du personnel en fonction des absences : pour maladie, maternité, accidents de travail, maladies professionnelles, démarches administratives, visites médicales, convocations officielles et absences non autorisées.	Nb. d'heures d'absence ÷ Nb. d'heures de travail par mois pour tous les employés à temps plein.	<input type="checkbox"/>				
		1513	Innovation du service	L'indicateur mesure les améliorations faites sur les services offerts aux clients, au niveau du service de santé.	Nb. de services améliorés	<input type="checkbox"/>				
	Fiabilité	1188	La méthode de saisie de la commande client	L'indicateur mesure l'efficacité du mode de transformation des spécifications de la commande client en données exploitables servant à traiter la commande	Nb. de commandes traitées sans erreur ÷ Nb. total de commandes saisies	<input type="checkbox"/>				
		1611	Tenue des supports réglementaires	L'indicateur mesure le niveau de qualité du système d'information, sous sa forme de support papier, et avec lequel les agents assurent la traçabilité des mouvements du flux pharmaceutique.	1# Considérez la variable $i=1,2,...,n$ comme le numéro d'agent dans le service ; 2# Considérez la variable $NTSG_i$ comme le niveau de tenue des supports de gestion par l'agent numéro i ; 3# Attribuez une valeur à $NTSG_i$ par un jugement et selon une échelle de 5 niveaux (points) : Niveau Très Haut (5 pt.) : Excellente tenue des supports, Niveau Haut (4 pt.) : Bonne tenue des supports, Niveau Moyen (3 pt.) : Tenue acceptable des supports, Niveau Faible (2 pt.) : Mauvaise tenue des supports, Niveau Très faible (1 pt.) : Très Mauvaise tenue des supports ; 4# Calculez le niveau global moyen de tenue des supports de gestion dans le service : $(NTSG_1+NTSG_2+...+NTSG_n) \div n$;	<input type="checkbox"/>				
		1204	Efficacité de la méthode de planification	L'indicateur mesure la capacité du système de planification à répondre aux besoins des clients internes et externes du service de santé.	1# Dans un questionnaire diffusé au personnel du service de santé, posez la question suivante : La méthode de planification en vigueur résout-elle vos problèmes d'activité ? 2# Présentez des suggestions de réponses selon 5 niveaux (points) de satisfaction : Niveau très haut (5 pt.) : la méthode résout complètement les problèmes, Niveau haut (4 pt.) : la méthode résout la plupart des problèmes, Niveau moyen (3 pt.) : la méthode résout la moitié des problèmes, Niveau faible (2 pt.) : la méthode résout moins que la moitié des problèmes, Niveau très bas (1 pt.) : la méthode ne résout aucun problème, 3# Calculez la moyenne et l'écart type ;	<input type="checkbox"/>				
	Finance/Côût	1634	Productivité du travail	L'indicateur permet de mesurer la productivité des employés du service de santé qui gèrent le produit pharmaceutique.	Coût des produits dispensés ÷ Salaire des employées	<input type="checkbox"/>				
	Flexibilité	1417	Temps libre	L'indicateur évalue le temps inoccupé par les travailleurs, ce qui permet d'évaluer le niveau d'utilisation des ressources humaines, de projeter de nouvelles tâches ou de mieux répartir la charge de travail.	Temps d'attente + Temps sans activité	<input type="checkbox"/>				
		138	Nombre du personnel planifié pour un Rôle / Fonction	L'indicateur mesure les dispositions prévues pour s'assurer que toutes les fonctions du service, liées au flux pharmaceutique, soient en permanence opérationnelle, et ce, pour maintenir la capacité de prestation.	Nb. d'effectifs prévus pour chaque rôle / fonction	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
		139	Nombre actuel du personnel assigné à un Rôle / Fonction	L'indicateur mesure l'agencement en cours pour s'assurer que toutes les fonctions du service, liées au flux pharmaceutique, soient en permanence opérationnelle, et ce, pour maintenir la capacité de prestation.	Nb. actuel d'effectifs assignés pour chaque rôle / fonction	<input type="checkbox"/>				
		1229	Révision des quotas de produits conservés aux équipes de garde	Cet indicateur permet d'une part d'observer l'évolution de la demande, et d'autre part de rationaliser la dotation des produits pour les équipes de garde selon le programme de livraison.	Nb. de révisions des quotas ÷ Nb. de saisonnalités	<input type="checkbox"/>				
		1264	Flexibilité renversé de la chaîne d'approvisionnement t.	Est une métrique qui définit la réaction de la chaîne logistique à l'augmentation imprévue de la demande autour de 20 %, sans que cela provoque un préjudice sur les patients, en raison d'un retard éventuel de livraison.	1# Considérez la variable $k=1,2,...,n$: comme le numéro d'une DCI ; 2# Considérez la variable CAD_k comme la couverture de l'aléa de la demande sur la DCI k : $CAD_k = \text{Consommation mensuelle de la DCI } k \times (1+20\%)$ - (Niveau du stock en quantité [631] + Encours [259]) ; 3# Considérez la variable DOU_k comme le délai d'obtention d'une unité de DCI : $DOU_k = \text{Quantité approvisionnée de la DCI pendant une période } \div \text{Somme des délais d'approvisionnement du DCI dans la même période}$; 4# Si $CAD_k > 0$ Alors "La flexibilité renversée est favorable". Si $CAD_k \leq 0$ alors calculez $FR = CAD_k \div DOU_k$, Si $FR > 3$ jours alors "la flexibilité renversée est défavorable" ;	<input type="checkbox"/>				
		1418	Taux d'utilisation des ressources humaines	L'indicateur calcule le taux de charge de travail supportée par les salariés s'occupant du flux pharmaceutique, autrement dit, le taux d'occupation du personnel. Pour un horizon défini, l'indicateur permet de connaître le niveau d'utilisation des ressources humaines. Ainsi, il aide à mieux répartir la charge de travail.	Charge de travail en Nb. heures dans la période ÷ Nb. heures de travail dans la période	<input type="checkbox"/>				
		1260	Nombre d'instance par ressource	Une instance est tout ce qui déclenche un processus, comme : une commande, une demande, une réclamation...etc. L'indicateur permet d'évaluer la charge de travail sur les ressources (employés), d'identifier les goulots d'étranglement et de leurs causes.	Nb. d'instances traitées/prévues ÷ Nb. de ressources.	<input type="checkbox"/>				
		1353	Taux de charge des ressources	Cet indicateur mesure le niveau d'utilisation de tous les types de ressources dans le service de santé sur une période définie. L'indicateur est lié à l'objectif de bien exploiter les ressources dont dispose le service pour améliorer la productivité ; et bien répartir la charge de travail pour éviter la saturation.	Charge de travail en heures de toutes les ressources ÷ Capacité ordinaire de travail en heures de toutes les ressources.	<input type="checkbox"/>				
		143	Instances par type de processus	Une instance est tout ce qui déclenche un processus, comme : une commande, une demande, une réclamation...etc. La mesure calculée par l'indicateur permet d'évaluer la charge de travail, d'identifier les goulots d'étranglement et de leurs causes.	Nb. de déclenchement de chaque type de processus	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	124	Collaboration pour améliorer la qualité	L'indicateur mesure le niveau de la collaboration avec les médecins et les équipes de garde pour améliorer la qualité de service, et éventuellement, la qualité des produits.	Nb. total d'heures de réunion pour améliorer la qualité.	<input type="checkbox"/>				
		133	Gaspillage du service de soins	Certaines activités sont pratiquées et acceptées par tout le monde, mais qui n'apportent pas de valeur ajoutée pour le patient (activités qui n'apportent rien aux yeux du patient). Cet indicateur mesure le niveau de l'ensemble de ces activités considérées comme des gaspillages.	Surstockage + Surprocessing ou traitements inutiles + Temps d'attente et délais + Mouvements Inutiles + Erreurs, Défauts et rebus + Sous-utilisation des Compétences	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type indicateur	Perspective	Rét Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement pertinent
			Proportion de corrections sur les erreurs corrigibles	L'indicateur permet d'identifier et de classer les erreurs faites sur les instances en erreurs corrigibles et non corrigibles, et d'évaluer le pourcentage de corrections réalisées sur l'ensemble des erreurs.	Nb. d'erreurs corrigées + Nb. total d'erreurs	<input type="checkbox"/>				
		1297	Rectification	L'indicateur mesure, au niveau du service de santé, l'ampleur du temps consacré à la correction des instances (commande, demande, réception, réclamation...etc) révélant un défaut de traitement.	Nb. d'heures de corrections + Nb. d'heures de travail des employés	<input type="checkbox"/>				
		1443	Heures d'exploitation entre pannes par machine	L'indicateur permet de connaître l'efficacité et la fiabilité mécanique de la machine utilisée pour la dispensation des produits pharmaceutiques. L'indicateur permet également de connaître le niveau de maintenance requis.	Somme (Nb. d'heures de travail machine avant panne) + Nb. de pannes	<input type="checkbox"/>				
		1560	Taux d'accidents professionnels	L'indicateur permet de détecter les défaillances en matière d'ergonomie du travail et en termes de conditions techniques de accomplissement du travail. L'indicateur a pour objet d'améliorer les conditions de travail.	Nb. d'accidents de travail + Nb. de jours de travail	<input type="checkbox"/>				
		1609	Respect de la règle FIFO	Afin d'éviter les péremptions, l'indicateur mesure le niveau de respect de la règle FIFO (First In First Out) utilisée dans la gestion des stocks. Cette règle impose que les produits entrés en premier en stock sortent également en premier. De cette façon les produits les plus anciens en date sont évacués en priorité.	Nb. de commandes effectuées sans respect du FIFO + Nb. totale de commandes	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	1262	Taux de rotation du système	Cet indicateur permet de connaître la performance d'un système selon la vitesse avec laquelle il traite les instances. Son calcul nous donne un nombre de cycles. Ainsi, plus le nombre de cycles est grand, plus le système est rapide (ou plus performant).	Quantité de temps dans une période + Temps moyen de complétude des instances pendant la même période	<input type="checkbox"/>				
		1264	Flexibilité renversé de la chaîne d'approvisionnement	Est une métrique qui définit la réaction de la chaîne logistique à l'augmentation imprévue de la demande autour de 20 %, sans que cela provoque un préjudice sur les patients, en raison d'un retard éventuel de livraison.	1# Considérez la variable $k=1,2,...,n$: comme le numéro d'une DCI ; 2# Considérez la variable CAD_k comme la couverture de l'aléa de la demande sur la DCI k ; $CAD_k = Consommation mensuelle de la DCI \times (1+20\%) - (Niveau du stock en quantité [1631] + Encours [1259])$; 3# Considérez la variable DOU_k comme le délai d'obtention d'une unité de DCI ; $DOU_k = Quantité approvisionnée de la DCI pendant une période + Somme des délais d'approvisionnement de la DCI dans la même période$; 4# Si $CAD_k > 0$ Alors "La flexibilité renversée est favorable". Si $CAD_k \leq 0$ alors calculez $FR = CAD_k + DOU_k$. Si $FR > 3$ jours alors "la flexibilité renversée est défavorable".	<input type="checkbox"/>				
		1291	Ratio d'incertitude	Cette métrique nous indique comment organiser le service de santé pour améliorer la flexibilité et la réactivité. L'indicateur nous permet de savoir s'il est préférable d'adopter une organisation en flux poussé (approvisionnement puis livrer si l'indicateur est supérieur ou égal à 1), ou en flux tiré (recevoir la commande puis s'approvisionner si l'indicateur est inférieur à 1).	Décal d'approvisionnement + Horizon de visibilité sur la demande*. *: représente la durée d'une période sur laquelle il est possible d'estimer la demande. Au-delà de cette durée l'incertitude est totale.	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
		I390	Réactivité sur les demandes de renseignement du client	L'indicateur mesure le temps passé entre la réception d'une demande de renseignements sur une commande (statut, progression, contenus) et la satisfaction de cette demande de renseignements.	1# Considérez $i = 1, 2, \dots, n$, comme le numéro chronologique d'une demande de renseignement ; 2# Calculez le temps de réponse à une demande de renseignement i : R_i = Instant de réponse - Instant de réception de la requête du client ; 3# Calculez la réactivité sur les demandes de renseignement : $(R_1 + R_2 + \dots + R_n) / n$;	<input type="checkbox"/>				
	Temps	I417	Temps libre	L'indicateur évalue le temps inoccupé par les travailleurs, ce qui permet d'évaluer le niveau d'utilisation des ressources humaines, de projeter de nouvelles tâches ou de mieux répartir la charge de travail.	Temps d'attente + Temps sans activité	<input type="checkbox"/>				
		I292	Gaspiillage de temps	Cet indicateur permet de connaître l'ampleur des temps sans valeur ajoutée, c'est-à-dire, les temps liés aux activités qui n'apportent rien aux yeux du client tel que le transfert des produits, l'attente, la manutention, le traitement administratif, les temps morts, où tout autre activité qui a perdu sa justification, mais qui est par routine toujours effectuée.	Temps des transferts/Transports + Temps d'attentes + Temps de manutentions + Temps de traitement administratifs + Temps morts + Temps des corrections	<input type="checkbox"/>				
		I45	Instances dépassant le temps normal	En connaissant les instances qui ont dépassé un temps standard de traitement, il est possible de détecter les causes du goulot d'étranglement et de certains dysfonctionnements éventuels.	Nb. instances qui ont dépassé un certain temps dans une activité ou une tâche	<input type="checkbox"/>				
		I46	Instances par type de processus et par unité de temps	Cet indicateur permet de connaître la charge de travail dans une période de temps, et facilite l'identification des goulots d'étranglements et l'exploration de leurs causes.	Nb. de déclenchements d'un processus + Nb. de périodes de temps	<input type="checkbox"/>				
		I47	Instances avec débit de sortie supérieur à la moyenne	En connaissant par cet indicateur les instances qui ont enregistré un temps supérieur à la normale, il est possible de déceler les goulots d'étranglement et de détecter, par une investigation, les causes de certains dysfonctionnements.	Nb. d'instances terminées qui ont un débit supérieur à la moyenne	<input type="checkbox"/>				
		I54	Temps de cycle de l'instance	Le temps de cycle de l'instance est le temps pris par tous les processus du flux pharmaceutique dans le service de santé pour transformer une instance (comme : une commande, une demande, une réception, une réclamation...etc.) d'un état initial à un autre état considéré comme accompli. Cet indicateur permet de surveiller les variations de temps de traitement des instances du service de santé, et de chercher les causes de ces variations pour améliorer les délais.	1# Considérez la variable $i = 1, 2, \dots, m$: comme le numéro chronologique des instances ; 2# Calculez le temps de cycle de chaque instance numéro i : TC_i = Instant de l'accomplissement de l'instance i - Instant de début de traitement de l'instance i ; 3# Calculez le temps moyen de cycle des instances : $(TC_1 + TC_2 + \dots + TC_m) / m$;	<input type="checkbox"/>				
		I66	Débit des instances	Le débit des instances exprime la quantité d'instances (une commande, une demande, une réception, une réclamation, préparation...etc.) traitées dans un espace de temps. L'indicateur permet : 1) de prévoir le temps que prendra le traitement d'une quantité d'instances et ainsi évaluer la charge du système ; 2) d'évaluer le rendement d'un processus par le nombre d'instances traitées.	Nb. d'instances traitées + Quantité d'unité de temps	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type Indicateur	Perspective	Rét Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
		1256	Temps moyen de débit des instances	L'indicateur mesure le temps de traitement effectué par un processus : le temps que prend un processus pour transformer un nombre d'instances à l'état initial (une commande, une demande, une réception, une réclamation,....etc) en instances terminées ou accomplies. Il permet sur le moyen terme de connaître le temps de traitement d'une quantité standard d'instances et la capacité du système.	Proposition (1) : Temps de cycle des instances [i54] x Quantité des instances. Proposition (2): Quantité des instances. + Débit des instances [i66].	<input type="checkbox"/>				
		1202	Temps de cycle de la planification	L'indicateur évalue le niveau de maîtrise de l'activité du service selon la fréquence d'élaboration des plans. Ainsi, un cycle faible de planification indique que les plans sont bien à jour, et que l'activité est bien supervisée.	1# Considérez la variable i=1,2,...n comme l'ordre chronologique des plans ; 2# Considérez la variable DP_i comme la date de publication du plan i ; 3# Calculez le temps de cycle de la planification pour une période t : TCP_i = DP_i - DP_{i-1} ; 4# Calculez le temps de cycle de la planification pour plusieurs périodes : (TCP_1 + TCP_2 + ... TCP_n) / n ;	<input type="checkbox"/>				
Risque	Fiabilité	1245	Risque managérial effectif	L'indicateur mesure le degré des précautions prises contre les risques pouvant atteindre le processus logistique. L'indicateur est lié à l'objectif de réduire la vulnérabilité du service face aux aléas de son environnement et des incertitudes. Les incertitudes proviennent de l'approvisionnement et de la distribution.	Probabilité de dérive de la demande sur celle prévue.	<input type="checkbox"/>				
Résultat	Apprentissage & Innovation	1463	Nouveaux services offerts	L'indicateur mesure les développements réalisés dans la gestion du flux pharmaceutique au sein du service de santé et au cours des 5 dernières années, en recensant les nouveaux services qui ont été offerts.	Nb. de services offerts sur les 5 dernières années	<input type="checkbox"/>				
		1481	Taux de maladie	L'indicateur permet d'évaluer les conditions de travail comme élément essentiel au bien-être au travail et à la productivité des employés gérant le flux pharmaceutique dans le service de soin.	Nb. de maladies déclenchées chez le personnel + Nb. du personnel	<input type="checkbox"/>				
		1559	Satisfaction des salariés	L'indicateur mesure la satisfaction du personnel (gérant le produit pharmaceutique) dans leur fonction, et ce, pour évaluer le bien-être au travail dans le service de santé. Ce dernier est considéré comme un facteur conditionnant la performance du service.	1# Posez sous la forme d'un questionnaire les questions suivantes : Êtes-vous satisfait de la gestion et de l'organisation de votre service ? Êtes-vous satisfait sur l'application de la justice dans votre service et dans l'établissement ? Êtes-vous satisfait de l'intérêt que porte l'administration sur vous ? Êtes-vous satisfait de vos conditions de travail ? Êtes-vous satisfait de la reconnaissance qui vous ait dû ? Êtes-vous satisfait de vos relations avec les collègues de travail ? Êtes-vous satisfait de vos relations avec la hiérarchie ? Êtes-vous satisfait du niveau d'autonomie qui vous est accordé ? Êtes-vous satisfait sur la réalisation de vos ambitions professionnelles ? 2# Proposer des réponses sur une échelle de 5 niveaux (points) de satisfaction : Niveau très haut (5 pt.) : Je suis extrêmement satisfait . Niveau haut (4 pt.) : je suis très satisfait . Niveau moyen (3 pt.) : je suis satisfait . Niveau faible (2 pt.) : je suis peu satisfait . Niveau très faible (1 pt.) : je ne suis pas satisfait . 3# Calculez la moyenne de satisfaction et l'écart-type de satisfaction ;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type indicateur	Perspective	Rét. Indic	Norm Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
	Client	I19	Satisfaction du client externe	L'intérêt de cette mesure est de connaître le niveau, de manière sommaire, la satisfaction des patients sur le service de dispensation ou d'administration des produits pharmaceutiques.	1# Dans un questionnaire posez la question suivante : Étes-vous satisfait sur la fourniture ou l'administration des produits pharmaceutiques par le service de santé ? 2# Proposer des réponses selon 5 niveaux de satisfaction : Niveau Très Haut (5) : Je suis extrêmement satisfait, Niveau Haut (4) : je suis très satisfait, Niveau Moyen (3) : je suis satisfait, Niveau Faible (2) : je suis peu satisfait, Niveau Très faible (1) : je ne suis pas satisfait ; 3# calculer la moyenne de satisfaction et l'écart-type de satisfaction :. (Satisfaction sur la qualité des produits x Taux de service) + Respect des délais de livraison	<input type="checkbox"/>				
		I354	Valeur perçue par le client	Cette mesure nous permet de connaître en profondeur la satisfaction du client en mettant en exergue les composantes et les facteurs influant son contentement ou son mécontentement.		<input type="checkbox"/>				
		I503	Satisfaction des organismes de santé	L'intérêt de cette mesure est de connaître le niveau de satisfaction sur la qualité de service offerte par le service de santé concernant le flux pharmaceutique. Cet indicateur fournit une évaluation de la satisfaction, selon la perception des autorités de santé, les associations de santé et les organismes d'accréditation.	Satisfaction de la DSP + Satisfaction des organismes d'accréditation + Satisfaction des associations de santé	<input type="checkbox"/>				
		I508	Satisfaction de la communauté	L'intérêt de cet indicateur est de fournir une évaluation sommaire sur la satisfaction des clients internes et externes du service de santé. Cet indicateur mesure donc la satisfaction des hauts autorités de santé, des organismes et associations de santé, des patients et enfin la satisfaction des employés.	(Satisfaction du client externe [I19] x Satisfaction des organismes de santé [I503] x Satisfaction des salariés [I559])^(1+3)	<input type="checkbox"/>				
		I502	Nombre d'initiatives de meilleures pratiques	Dans l'esprit de satisfaction du client, l'indicateur mesure les progrès introduits dans la gestion du produit pharmaceutique dans le service de santé, par le nombre des nouvelles pratiques adoptées et considérées par le client comme étant les meilleures.	Nb. de pratiques considérées comme les meilleures	<input type="checkbox"/>				
		I112	Qualité de l'information fournie au client	Cet indicateur permet de mesurer la satisfaction des équipes de garde ou des patients, par rapport à la qualité des renseignements qui leur sont fournis et qui concernent le produit pharmaceutique.	1# Présentez un questionnaire avec la question suivante : Quel est votre niveau de satisfaction par rapport la qualité des informations qui vous sont fournies ? ; 2# Proposer une évaluation selon 5 niveaux (points) de réponse : Niveau Très haut (5 pt.) : les informations sont fiables et utiles et complètes, Niveau haut (4 pt.) : les informations sont utiles et fiables, mais pas assez complètes, Niveau moyen (3 pt.) : les informations sont fiables et utiles mais incomplètes, Niveau bas (2 pt.) : les informations sont fiables, mais pas utiles, Niveau très bas (1 pt.) : les informations ne sont pas fiables ; 3# Calculez la moyenne et l'écart type :. Nb. de commande livrées à temps + Nb. de commandes programmées.	<input type="checkbox"/>				
		I208	Efficacité du programme de distribution	L'indicateur mesure la pertinence et l'efficacité d'un mode de planification ou d'une organisation faites pour la distribution.		<input type="checkbox"/>				
		I135	Plaintes du client	L'indicateur mesure le niveau d'insatisfaction du client (équipes de garde et patients) sur les produits et/ou sur les services offerts.	Nb. de plaintes sur les produits et/ou les services offerts	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type indicateur	Perspective	Rét Indic	Nom indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
	Fiabilité	I383	Pourcentage d'écart par rapport à l'engagement de commande	L'indicateur mesure l'écart entre les promesses faites aux clients pour l'exécution de la commande en matière de quantité, et ce qui a été réellement effectué.	1# Considérez $i=1,2,...,n$, comme le numéro chronologique des commandes ; 2# Pour chaque commande i calculez le taux de déviation par rapport à la quantité livrée : $DQ_i = (Quantité commandée - Quantité livrée) / Quantité commandée$; 3# Calculez le taux de déviation moyen pour un ensemble de commandes : $(DQ_1 + DQ_2 + ... + DQ_n) / n$;	<input type="checkbox"/>				
		I180	Justesse de la méthode de prévision de la demande	Cet indicateur permet d'évaluer l'efficacité de la technique utilisée pour prévoir la consommation des produits pharmaceutiques. L'indicateur a pour objectif de réduire l'incertitude et améliorer la planification.	(Demande prévue - Demande réelle) x 100 + Demande prévue pour a période	<input type="checkbox"/>				
		I379	Pourcentage de perturbation du programme	L'indicateur mesure à quel point le programme d'approvisionnement ou de livraison a été déstabilisé par des événements s'occourant pendant la période. L'indicateur a pour rôle d'évaluer l'efficacité de la programmation à travers la résistance du programme aux aléas de l'environnement.	Nb. de commandes réalisées + Nb. de commandes prévues.	<input type="checkbox"/>				
		I339	Taux de service	Le taux de services exprime le désir de ne pas atteindre une rupture de stock et, de ce fait, il joue deux rôles : en tant qu'indicateur, il permet de connaître la qualité de services rendus dans le passé. En tant que paramètre de calculs du stock de sécurité, il est une valeur cible exprimant la probabilité de ne pas subir de rupture de stock. Dans les deux cas, l'objectif est de trouver un compromis entre la réduction des ruptures du stock et le coût inhérent à l'augmentation du stock de sécurité.	Nb. d'unités livrées + Nb. d'unités demandées ;	<input type="checkbox"/>				
		I635	Taux de ruptures de stock	Cet indicateur est mathématiquement le complément du taux de service [I339] par rapport à 1 (ou à 100%), cela étant, il exprime la même chose que l'indicateur précédent. Cependant, si celui-ci est plus haut que celui de la pharmacie principale, il peut révéler une mauvaise distribution ou une mauvaise politique de réapprovisionnement.	Quantité non satisfaite + Quantité demandée = 1-taux de service [I339]	<input type="checkbox"/>				
		I103	Taux de service en références	L'indicateur permet de suivre la qualité de service offerte aux équipes de gardes, d'évaluer la politique de distribution et la politique d'approvisionnement par référence de produit (DCI, nom commercial, forme galénique, dosage).	Nb. de références satisfaites intégralement dans les délais + Nb. total de références demandées	<input type="checkbox"/>				
		I299	Taux qualité de service	L'indicateur mesure le pourcentage des commandes qui ont été remplies parfaitement en matière de quantité. Il ne doit pas être confondu avec l'indicateur « taux de service » [I339] qui prend en compte les quantités demandées et les quantités livrées sans faire de séparation entre les commandes.	Nb. de commandes accomplies conformes aux besoins + Nb. de commandes reçues pour une période	<input type="checkbox"/>				
	Finance/ Coût	I9	Stock mort	L'indicateur évalue les produits périmés qui seront détruits. Cet indicateur révèle soit le non-respect de la règle FIFO (First in First Out), soit un surstockage.	Montant annuel des produits périmés	<input type="checkbox"/>				
		I533	Coût par patient	L'indicateur mesure le coût moyen de consommation des produits pharmaceutiques par les patients. L'indicateur a pour intérêt de connaître combien coûte un patient en matière de dépenses pharmaceutiques.	Montant des dépenses pharmaceutiques + Nb. de patients dans le service	<input type="checkbox"/>				

Processus : Piloter

Type indicateur	Perspective	Réf. Indic	Norm Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
			Coût des produits dispensés	L'indicateur évalue le coût des produits pharmaceutiques incluant les charges issues de la gestion des produits au niveau du service de santé.	Achats + Stock début de période en valeur - Stock fin de période en valeur + coût de gestion du stock	<input type="checkbox"/>				
		1224	Coût de gestion	L'indicateur évalue le coût de gestion de toutes les familles de produits gérées par le service de santé.	Coût de gestion de la famille médicaments + Coût de gestion de la famille pansements et dispositifs médicaux	<input type="checkbox"/>				
		1222	Coût de gestion par famille de produits pharmaceutique	Cet indicateur permet de faire une comparaison du coût de gestion engendré par chaque famille de produits pharmaceutiques (médicaments, dispositifs médicaux et pansements).	Coût de réception de la famille de produits + Coût de lancement des commandes de la famille de produits + Coût de gestion des stocks de la famille de produits + Coût de livraison de la famille de produits	<input type="checkbox"/>				
		1273	Coût de la planification	Cet indicateur évalue le coût lié au pilotage des activités traitant le flux pharmaceutique et à la comptabilisation (transcription dans la main courante et la fiche de stock) de ce flux au niveau du service de santé.	Coût total du processus de pilotage [1363] + Coût total du processus de comptabilisation [1367]	<input type="checkbox"/>				
		1363	Coût total du processus de pilotage	Cet indicateur permet de connaître le coût de l'ensemble des activités d'organisation, de planification, de suivi et de contrôle du service de santé.	Coût du personnel chargé de la planification et de l'administration + Coût des fournitures et des équipements de bureau	<input type="checkbox"/>				
		1368	Coût total de la chaîne logistique	L'indicateur mesure selon une vision transversale le coût global engendré par les processus traitant le flux pharmaceutique au sein du service de santé.	Coût total du processus de pilotage [1363]+ Coût total du processus d'approvisionnement [1364]+ Coût total du processus de distribution [1365] + Coût total du processus de gestion des stocks [1366] + Coût total du processus de comptabilisation [1367]	<input type="checkbox"/>				
		1532	Coût par service rendu	L'indicateur permet de connaître l'ensemble des coûts supportés par le service de santé pour chaque service rendu et lié au flux pharmaceutique tel que : la mise à disposition des produits pharmaceutiques, la sécurisation du circuit du médicament, la recherche et la formation (pharmacie clinique, stagiaire).	Coût total des processus de chaque service rendu	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	148	Erreurs dans le résultat	L'indicateur dénombre les erreurs faites sur les instances après leur passage à travers les processus.L'objectif de l'indicateur est d'identifier les fautes de processus.	Nb. d'instances avec erreurs de résultat.	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	1438	Coût de pénalité de la performance	Cet indicateur évalue les préjudices provoqués par les ruptures de stocks et l'indisponibilité immédiate des produits pharmaceutiques.Les nuisances considérées sont : le ramèment du produit pharmaceutique par les membres de la famille du patient,le report des interventions chirurgicales,ou la dégradation de l'état de santé du patient.	(Nb. de patients avec dégradations du signe clinique général + Nb. d'interventions chirurgicales reportées+ Nb. de ramèment du produit pharmaceutique par les membres de la famille du patient + Nb. de décès) + Nb. de patients	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type indicateur	Perspective	Réf. Indic	Nom indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
Contexte	Flexibilité	1535	Pourcentage de lits occupés	L'indicateur permet d'estimer à très court terme le niveau de la demande des produits pharmaceutiques à partir de la proportion de lits remplis sur le nombre total de lits disponibles dans le service.	Nb. de lits occupés dans le service de santé + Nb. total de lits du service	<input type="checkbox"/>				
		1526	Indice de mortalité	Sous l'angle de la pharmacovigilance, l'indicateur permet de faire le lien entre les médicaments administrés et le taux de mortalité.	Nb. de décès par référence	<input type="checkbox"/>				
Intrant	Client	1153	Consommation d'eau	Afin de préserver cette ressource et de rationaliser sa consommation, l'indicateur mesure la quantité d'eau utilisée pour l'administration du produit pharmaceutique.	Consommation d'eau en m ³	<input type="checkbox"/>				
		1345	Taux de recyclage	L'indicateur mesure la proportion des articles (matière, emballage ou produits pharmaceutiques) qui ont été collectés ou retournés pour être réutilisés une deuxième fois. Cet indicateur est lié à l'objectif de préserver l'environnement et réduire toute forme de gaspillages.	(Quantité de matières recyclées ou réutilisées + Quantité totale de matières) × (Quantité de produits pharmaceutiques redistribués + Quantité de produits pharmaceutiques retournés)	<input type="checkbox"/>				
Activité	Fiabilité	1526	Indice de mortalité	Sous l'angle de la pharmacovigilance, l'indicateur permet de faire le lien entre les médicaments administrés et le taux de mortalité.	Nb. de décès par référence	<input type="checkbox"/>				
		110	Exactitude des prescriptions	L'indicateur calcule le taux d'erreurs faites sur les prescriptions médicales ce qui permet de mesurer le risque de médication.	Nb. d'erreurs de prescription + Nb. Total de prescriptions	<input type="checkbox"/>				
Finance/Côté	Côté	1343	Erreurs d'appariement de la livraison	L'indicateur mesure le taux d'erreurs faites au moment de la préparation des produits pour l'expédition et la livraison au client. L'indicateur est lié à l'objectif d'améliorer la qualité de service.	Nb. d'erreurs de préparation + Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		1402	Consommations par employé	L'indicateur mesure l'efficacité du personnel du service de santé. Il permet de savoir s'il est nécessaire ou non d'augmenter le nombre d'employés chargés de la dispensation, et ce, lorsque le niveau de consommation des produits pharmaceutiques s'accroît.	Niveau de consommation en valeur + Nb. d'employés chargés de la dispensation	<input type="checkbox"/>				
		162	Dispensations exceptionnelles	L'indicateur évalue la proportion des produits livrés exponentiellement en raison des circonstances.	Quantité de produits livrés exceptionnellement + Quantité totale de produits livrés	<input type="checkbox"/>				
		1181	Coût par heure opérationnelle de distribution	L'indicateur permet de savoir le coût engendré par chaque heure passée dans le processus de distribution des produits pharmaceutiques.	Coût total du processus de distribution [1365] + Nb. d'heures opérationnelles du processus de distribution	<input type="checkbox"/>				
		190	Nombre de commandes par préparateur	L'indicateur mesure la productivité des employés de l'activité de livraison par le nombre de commandes traitées dans une période.	Nombre de commandes + Nb. de préparateurs	<input type="checkbox"/>				
		191	Nombre de colis par préparateur	L'indicateur mesure la productivité des employés de l'activité de distribution par le nombre de colis livrés dans une période.	Nombre de colis + Nb. préparateurs	<input type="checkbox"/>				
		194	Nombre de livraisons par moyen de transport	L'indicateur mesure la productivité des moyens de transport détenus et utilisé.	Nb. de livraisons + Nb. de moyens de transport par type	<input type="checkbox"/>				
		193	Pertes de produits	L'indicateur mesure la valeur des produits endommagés lors de la réception, stockage ou livraison.	Valeur des produits endommagés	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent	
Flexibilité		177	Nombre de commandes	L'Indicateur permet d'évaluer la charge de travail de la livraison des produits pharmaceutiques aux équipes de garde.	Nb. de commandes reçues par mois	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
		178	Nombre de lignes de produits livrées	L'Indicateur permet de savoir l'étendue de l'activité de livraison à travers le nombre de ligne de produits (référence) livrées pendant une période.	Nb. de lignes de produits livrées dans la période	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
		179	Nombre de chariots homogènes	L'Indicateur mesure le niveau d'activité du processus de livraison par le nombre de chariots livrés et contenant le même article ou DCI.	Nb. de chariots livrés contenant la même DCI/article	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
		180	Nombre de colis apprêtés	L'Indicateur mesure le niveau d'activité du processus de livraison par le nombre de colis préparés pour les équipes de garde.	Nb. de colis prêts à être expédiés	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
		182	Nombre d'expéditions	L'Indicateur mesure le niveau d'activité du processus de livraison par le nombre d'expéditions (tournée) faites.	Nb. d'expéditions réalisées dans la période	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
		184	Nombre de clients interne livrés	L'Indicateur mesure le niveau d'activité du processus de livraison par le nombre d'équipes de garde livrées sur une période.	Nb. total d'équipes de garde livrées	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
		195	Nombre de clients livrés par tournée	L'Indicateur mesure l'efficacité et l'efficacité de la politique de distributions des produits aux équipes de gardes.	Nb. d'équipes de garde livrées + Nb. de tournées	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
		1391	Flexibilité de la livraison	L'Indicateur mesure la capacité du service de santé à livrer dans les délais une quantité de produits non anticipée.	Nb. de commandes livrées dans les délais avec une quantité de produits supérieure à la moyenne + Nb. total de commandes avec une quantité de produits supérieure à la moyenne	(Date de livraison au plus tard possible - Date de livraison au plus tôt possible) + (Date de livraison au plus tard possible - Date de livraison actuelle convenue)	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1137	Flexibilité de la livraison	L'Indicateur mesure la faculté du service de santé à changer les dates convenues de livraison afin d'obtenir plus de marge de temps.	(Date de livraison au plus tard possible - Date de livraison au plus tôt possible) + (Date de livraison au plus tard possible - Date de livraison actuelle convenue)	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
		Réactivité		1209	Pourcentage des livraisons urgentes	L'Indicateur mesure l'ampleur des cas urgents pour investiguer leurs causes, mettre en place des dispositifs plus adéquats, et pour les traiter plus rapidement.	Nb. de livraisons urgentes accomplies + Nb. total de livraisons	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
1330	Délai d'accomplissement d'une ordonnance interne			L'Indicateur évalue le temps passé entre la réception et la satisfaction d'une commande non-périodique venant du client. Minimiser le temps de traitement d'une commande a pour objectif de réduire les coûts, de gagner en efficacité et en efficacité, et de satisfaire le client en matière de délai.	1# Considérez la variable i=1,2,...,m comme l'ordre chronologique des ordonnances internes ; 2# Considérez la variable DAOI_i comme le délai d'accomplissement d'une ordonnance interne i ; 3# Calculez le délai d'accomplissement d'une ordonnance interne i: DAOI_i = (Instant de livraison de l'ordonnance interne - Instant de réception de l'ordonnance interne) ; 4# Calculez le délai moyen d'accomplissement d'une ordonnance interne: (DAOI_1+DAOI_2+...+DAOI_m)/m ;	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
1527	Temps de réponse aux appels			L'Indicateur mesure le temps moyen d'attente du client en situation d'appel pour obtenir les renseignements qu'il désire.	1# Considérez la variable i=1,2,...,n comme le numéro d'un client ; 2# Considérez la variable T_j comme le temps moyen d'attente du client i au téléphone avant de joindre son interlocuteur ; 3# Calculez le temps moyen d'attente des clients pour avoir une réponse : (T_1+T_2+...+T_n) / n ;	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Temps		1183	Fréquence de livraison	L'indicateur permet de savoir à quel point les délais de livraison sont respectés, notamment par les messageries (livraison en petite quantité).	Nb. total de livraisons + Période	<input type="checkbox"/>				
		1289	Ratio de fluidité de la dispensation	L'indicateur mesure la tension du flux, qui veut dire, la part des temps qui apportent réellement de la valeur ajoutée dans le délai de livraison. Ainsi, pour avoir une meilleure fluidité, les temps qui n'apportent pas de valeur ajoutée, désignés par les temps inter-opérateurs (attente, transfert/transport, temps administratif, temps de lancement), doivent être minimisés au maximum.	Somme des temps opératoires de livraison + (Somme des temps opératoires de livraison + Somme des temps inter-opérateurs de livraison)	<input type="checkbox"/>				
Résultat	Apprentissage & Innovation	1329	Tack time de dispensation	L'indicateur calcule le rythme de traitement des commandes client en respectant les exigences et contraintes suivantes : 1) Ne pas être en surcapacité ou en sous-capacité (ne pas utiliser d'agents supplémentaires ou de réduire le nombre d'agents) ; 2) Détenir un temps de livraison limité par la date d'exigibilité des clients ; 3) satisfaire la quantité et le délai exigé par les clients.	Temps disponible pour la livraison + Nb. de commandes à réaliser	<input type="checkbox"/>				
		1419	Temps de réglage de l'équipement de distribution/administration	L'indicateur estime le temps passé pour préparer une machine ou un outil de dispensation/administration des produits pharmaceutiques avant de l'utiliser réellement. L'indicateur est lié à l'objectif de réduire le temps de dispensation/administration des produits, afin de gagner en productivité.	Temps moyen de réglage des machines ou des outils de distribution/administration	<input type="checkbox"/>				
Client		1186	Variété des services	Cet indicateur permet d'adapter le niveau de diversification des services, en sachant que plus la variété des services est grande plus la performance est faible.	Nb. de services offerts + Nb. de services offerts dans le secteur	<input type="checkbox"/>				
		1136	Service au client	L'indicateur évalue l'efficacité des mesures employées et destinées à augmenter la satisfaction des clients sur les services octroyés avant et après la dispensation.	Nb. de problèmes / réclamations résolus + Nb. total de problèmes / réclamations client	<input type="checkbox"/>				
		1355	Taux de litiges avec les clients	Cet indicateur mesure l'importance des litiges avec les clients pour veiller à la bonne qualité de service rendu.	Nb. de litiges + Nb. de commandes	<input type="checkbox"/>				
		1528	Cas d'annulation	L'indicatrice mesure le nombre de départ ou de transfert du patient vers un autre établissement en raison de la non-disponibilité du traitement requis, ou pour une autre raison liée à une insatisfaction à l'égard du produit pharmaceutique.	Nb. de départs/transferts de patient du service de santé	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Relation avec les clients	L'Indicateur mesure la satisfaction du personnel soignant sur la manière avec laquelle il est traité, et sur la conduite des agents qui s'occupent des produits pharmaceutiques.	1# Posez dans un questionnaire dirigé au personnel soignant la question suivante : Êtes-vous satisfait de la manière avec laquelle vous êtes traité et avec laquelle les agents, qui s'occupent des produits pharmaceutiques au niveau du service de santé, communiquent avec vous ? 2# Proposez 5 niveaux (points) de réponses à cette question : Niveau Très Haut (5 pt.) : Extrêmement satisfait, Niveau Haut (4 pt.) : Très satisfait, Niveau Moyen (3 pt.) : Satisfait, Niveau Faible (2 pt.) : Peu satisfait, Niveau Très Faible (1 pt.) : Pas satisfait ; 3# calculez la moyenne de satisfaction et récart-type de satisfaction : .	<input type="checkbox"/>				
		1612				<input type="checkbox"/>				
			Satisfaction sur la pharmacie clinique	L'intérêt de cette mesure est de connaître le niveau de satisfaction des équipes de garde et médecins sur l'assistance en matière d'optimisation des choix thérapeutiques, d'optimisation de l'administration, le diagnostic des problèmes liés aux médicaments, et l'éducation thérapeutique.	1# Dans un questionnaire posez la question suivante : Êtes-vous satisfait de l'assistance offerte en matière de pharmacie clinique ? 2# Proposez des réponses selon 5 niveaux (points) de satisfaction : Niveau Très Haut (5 pt.) : Je suis extrêmement satisfait, Niveau Haut (4 pt.) : je suis très satisfait, Niveau Moyen (3 pt.) : Je suis satisfait, Niveau Faible (2 pt.) : je ne suis pas satisfait ; Niveau Très faible (1 pt.) : je ne suis pas satisfait ; 3# calculez la moyenne de satisfaction et récart-type de satisfaction.	<input type="checkbox"/>				
		1249				<input type="checkbox"/>				
			Satisfaction sur le service	L'intérêt de cette mesure est de connaître le niveau de satisfaction des équipes de gardes sur l'activité de dispensation des produits pharmaceutiques.	1# Dans un questionnaire posez la question suivante : Êtes-vous satisfait envers la dispensation qui est appliquée dans le service ? 2# Proposez des réponses selon 5 niveaux (points) de satisfaction : Niveau Très Haut (5 pt.) : Je suis extrêmement satisfait, Niveau Haut (4 pt.) : je suis très satisfait, Niveau Moyen (3 pt.) : je suis satisfait, Niveau Faible (2 pt.) : je suis peu satisfait, Niveau Très faible (1 pt.) : je ne suis pas satisfait ; 3# calculez la moyenne de satisfaction et récart-type de satisfaction : .	<input type="checkbox"/>				
		1254				<input type="checkbox"/>				
			Satisfaction des équipes de gardes	L'intérêt de cette mesure est de connaître le niveau de satisfaction des équipes de garde sur la qualité de service offerte .	Satisfaction sur le service [I254] + Satisfaction sur la pharmacie clinique [I249]	<input type="checkbox"/>				
		I233				<input type="checkbox"/>				
			Tracabilité de la dispensation	L'Indicateur mesure le niveau de propagation et la bonne tenue de la traçabilité sur les produits pharmaceutiques.	(Nb. de références non enregistrées dans le dossier du patient + Nb. de références non enregistrées dans les supports de gestion électroniques ou papier) + Nb. total de références livrées	<input type="checkbox"/>				
		I20				<input type="checkbox"/>				
	Fiabilité		Commandes livrées en deux fois	L'Indicateur révèle une exagération dans la qualité de service : un traitement supplémentaire qui engendre des surcoûts.	Nb. de commandes livrées en deux fois	<input type="checkbox"/>				
		I108				<input type="checkbox"/>				
			Commandes livrées en délai inférieur au délai contractuel	L'Indicateur révèle une exagération dans la qualité de service offerte, c'est-à-dire, une qualité de service trop importante qui est source de surcoût.	Nb. livraisons avant le délai de livraison convenu + Nb. total de livraisons	<input type="checkbox"/>				
		I109				<input type="checkbox"/>				
			Condition parfaite pour le client	L'Indicateur mesure le taux de livraison pour le client sans dommage sur les produits.Cet indicateur permet d'évaluer la fiabilité de livraison dans le service de santé.	Nb. total de commandes en parfaite condition + Nb. totale de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		I158				<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
		I309	Adaptitude à satisfaire une commande complète à la date prévue	Cet indicateur mesure le taux de commandes qui ont été réalisées en respectant totalement les quantités et le délai de livraison. L'indicateur permet d'évaluer l'efficacité et les conséquences d'un choix d'une politique de gestion des stocks.	Nb. total de commandes complètes réalisées à date prévue + Nb. total de commandes reçues	<input type="checkbox"/>				
		I337	Précision des documents	L'indicateur mesure le taux d'erreurs faites sur les documents accompagnant le produit livré. L'indicateur vise à assurer la fiabilité des documents de livraison pour faciliter la traçabilité et le système d'information.	Nb. de commandes livrées sans erreurs de documents de livraison + Nb. Total des commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		I340	Bonne administration	L'indicateur mesure les erreurs liées à l'administration des médicaments, tels que les erreurs sur la manière d'appliquer le traitement, de le donner, ou de le faire prendre. La mesure inclut l'administration du médicament au mauvais patient.	Nb. d'erreurs d'administration	<input type="checkbox"/>				
		I344	Fiabilité du processus interne	L'indicateur mesure le nombre de produits qui n'ont pas été administrés et retournés pour l'une des raisons suivantes : (i) programme de livraison non adapté ; (ii) non-correspondance entre la préparation et les caractéristiques du traitement ; (iii) non-correspondance entre le moment de livraison avec le moment de la thérapie (iv) non-correspondance entre les références demandées et celles qui sont livrées.	Quantité de produits non périmés retournés	<input type="checkbox"/>				
			Taux de retour client	Contrairement à l'indicateur « Fiabilité du processus interne » [I344], celui-ci prend en compte aussi bien les produits périmés que non périmés. L'indicateur mesure le taux de produits qui n'ont pas été administrés et retournés pour l'une des raisons suivantes : (i) programme de livraison non adapté ; (ii) non-correspondance entre les produits et les caractéristiques du traitement ; (iii) non-correspondance entre le moment de livraison avec le moment de la thérapie (iv) non-correspondance entre les références demandées et celles qui sont livrées (v) produits périmés chez le client (vi) produit avec un défaut.	Quantité de produits retournés + Quantités de produits livrés	<input type="checkbox"/>				
		I524	Incidents graves	L'indicateur évalue le nombre d'incidents liés à la consommation ou à l'administration des produits pharmaceutiques et qui ont eu une conséquence grave, telle que l'aggravation de l'état de santé du patient.	Nb. de décès + Nb. d'états de santé aggravés	<input type="checkbox"/>				
		I160	Accomplissement parfait de la commande pour le client	L'indicateur mesure le taux de livraison pour le client sans dommage, sans erreur de quantité sans erreur de transport et sans retard.	Nb. total de commandes parfaites + Nb. total de commandes	<input type="checkbox"/>				
		I169	Précision de l'article livré au client	L'indicateur révèle sur les commandes livrées aux clients la proportion des commandes ne contenant pas d'erreurs sur le transport du bon produit.	Nb. de commandes sans erreur de l'article livré+ Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		I170	Précision de la quantité livrée au client	L'indicateur révèle le taux de commandes livrées aux clients qui ne présentent pas d'erreurs sur la quantité livrée.	Nb. de commandes sans erreurs de quantités livrées + Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				
		I171	Pourcentage des commandes livrées complètement pour le client	L'indicateur permet d'avoir une vue d'ensemble sur les commandes qui ont été complètement achevées pour le client, c'est-à-dire, les commandes qui n'ont pas été satisfaites partiellement en quantité ou en référence d'article.	Nb. de commandes livrées complètement + Nb. total de commandes livrées	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
		1199	Capacité d'éviter les litiges avec le client	Un bon fournisseur est un fournisseur qui évite les litiges. Cet indicateur évalue la capacité du service de santé à éviter les litiges avec le personnel soignant concernant la dispensation des produits pharmaceutiques.	Nb. de commandes réalisées sans litige + Nb. totale de commandes client	<input type="checkbox"/>				
		114	Dose unitaire	L'Indicateur recense, les erreurs faites sur l'étiquette des articles réemballés et livrés sur une ordonnance. Les erreurs possibles sont : le nom, la dose, la date de péremption ou sur le numéro du lot.	Nb. d'étiquettes avec erreurs + Nb. total d'ordonnances reçues	<input type="checkbox"/>				
		1311	Erreurs d'étiquetage des produits livrés	L'Indicateur mesure en pourcentage le niveau d'erreurs faites sur l'étiquette des produits livrés aux clients. Cet indicateur veille à la bonne traçabilité et à la sécurisation du produit pharmaceutique dans le service de santé.	Nb. de produits avec erreur d'étiquetage + Nb. de produits livrés	<input type="checkbox"/>				
	Finance/ Coût	1360	Coût de gestion de la commande	L'Indicateur évalue le coût lié au traitement bureaucratique des commandes reçues.	Coût de la saisie des commandes + Coût de suivi et de la mise à jour des commandes.	<input type="checkbox"/>				
		1100	Coût unitaire de traitement de la commande	En sachant que le coût d'une commande varie en fonction du temps passé et des moyens utilisés pour la traiter, cet indicateur mesure le coût moyen de traitement des commandes.	Coût de préparation des commandes + Nb. de commandes traitées	<input type="checkbox"/>				
		1361	Coût total du transport aval	L'Indicateur évalue le coût lié aux transports des produits pharmaceutiques de l'armoire principale du service de santé aux armoires du personnel soignant.	Charge de personnel (salaire, prime) + amortissement du matériel de transport + Charges d'entretien du matériel de transport	<input type="checkbox"/>				
		169	Coût unitaire de transport au chariot	L'Indicateur permet de connaître le coût de transport d'un chariot portant les produits pharmaceutiques de l'armoire principale du service de santé vers les équipes de garde.	Coût du transport + unité de mesure pour le chariot (Kg . m³. Nb. de Messageries)	<input type="checkbox"/>				
		1365	Coût total du processus de distribution	Cet indicateur permet de connaître selon une vision transversale du service de santé le coût de l'ensemble des activités de distribution : gestion des commandes, gestion des stocks et le transport qui assurent l'acheminement des produits finis à ses clients.	Coût de gestion des commandes + Coût de stockage + Coût de préparation des commandes + Coût de livraisons	<input type="checkbox"/>				
		160	Taux du coût de livraison	L'Indicateur estime la proportion du coût de livraison des produits pharmaceutiques au niveau du service de soins par rapport au niveau d'activité du service calculé en coût.	Coût total du processus dispenser [1365] + (Coût unitaire moyen des soins × Nb. de patients)	<input type="checkbox"/>				
		161	Coût de retour du client	L'Indicateur évalue le coût de retour des produits pharmaceutiques à partir des équipes de garde, par rapport au niveau d'activité du service de santé évalué en coût.	Coût total de retour des produits + (Coût unitaire moyen des soins × Nb. de patients)	<input type="checkbox"/>				
		1553	Cas de cardiologie par mois	L'Indicateur évalue le montant d'une consommation de produits pharmaceutiques issue d'un cas de cardiologie. Ce montant est surveillé, car les cas de cardiologie sont considérés comme onéreux.	Montant des produits pharmaceutiques consommés pour un cas de cardiologie	<input type="checkbox"/>				
		1372	Gamme de services	Cet indicateur mesure l'étendue de la variété des services liés au flux pharmaceutique et qui sont offerts dans le service de santé. L'Indicateur permet de comparer l'économie d'envergure du service de santé à celui du secteur.	Nb. de variétés de services offerts + Nb. total de variétés de services offerts dans le secteur	<input type="checkbox"/>				

Processus : Dispenser

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Qualité	1347	Taux de retour client	Contrairement à l'indicateur « Fiabilité du processus interne » [1344], celui-ci prend en compte aussi bien les produits périmés que non périmés. L'indicateur mesure le taux de produits qui n'ont pas été administrés et retournés pour l'une des raisons suivantes : (i) programme de livraison non adapté ; (ii) non-correspondance entre les produits et les caractéristiques du traitement ; (iii) non-correspondance entre le moment de livraison avec le moment de la thérapie (iv) non-correspondance entre les références demandées et celles qui sont livrées (v) produits périmés chez le client (vi) produit avec un défaut.	Quantité de produits retournés + Quantités de produits livrés	<input type="checkbox"/>				
		1388	Qualité de la marchandise livrée	L'indicateur mesure le pourcentage de produits qui ont été endommagés au moment de la livraison. L'indicateur s'inscrit dans l'évaluation de la qualité du processus de distribution.	Quantité de produits endommagés + Quantité total de produits livrés	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	1335	Temps moyen d'attente du client	Cet indicateur mesure l'attente moyenne du client lorsque son arrivée, cumulée avec d'autres, forme une queue (file d'attente). L'indicateur a pour objet de réduire le temps d'attente afin d'améliorer la qualité de service.	<p>1# Considérez les variables suivantes :</p> <p>u : temps de service, qui suit une loi de distribution exponentielle (Markovienne).</p> <p>S : le nombre de serveurs (agents) qui offre le service ;</p> <p>2# Calculez TA: taux moyen d'arrivée des clients ou fréquence moyenne d'arrivées selon la distribution de Poisson Markovienne ;</p> <p>3# Calculez le trafic ou le taux d'utilisation du service : $A = TA \times u$;</p> <p>4# Calculez la Probabilité du système vide : $P0 = 1 + (Somme de k=0 à k=S-1 \{ (A^k \times k!) + (A^k \times S!) \} \times (1 + 1 - (A^S)))$;</p> <p>5# Calculez la Probabilité d'attente : $Pa = (P0 \times A^S) + ((S-1)!(S-A))$;</p> <p>6# Calculez le Temps moyen d'attente: $TMA = Pa + u(S-A)$;</p>	<input type="checkbox"/>				
	Temps	1333	Respect délais de livraison	Cet indicateur mesure à quel point les délais exigés par le client (personnel soignant) ont été respectés afin d'améliorer la qualité de service.	Nb. de livraisons effectuées dans les délais du client + Nb. total de livraisons	<input type="checkbox"/>				
		1442	Retard de livraison	Par opposition à l'indicateur précédent « Respect délais de livraison » [1333], celui-ci mesure l'importance de la durée du non-respect des délais de livraison. L'intérêt de cet indicateur est de minimiser le retard de livraison par rapport à la date convenue afin d'améliorer la qualité de service.	<p>1# Considérez la variable $i=1,2,...,m$ comme l'ordre chronologique des commandes ;</p> <p>2# Considérez la variable RL_i comme le retard de livraison de la commande i ; $RL_i = \text{Date de livraison réelle} - \text{Date de livraison promise}$;</p> <p>3# Calculez le le retard de livraison moyen : $(RL_1 + RL_2 + \dots + RL_m) / m$;</p>	<input type="checkbox"/>				

Processus : Comptabiliser

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2)	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
Résultat	Finance/Coût	1367	Coût total du processus de comptabilisation	Cet indicateur permet, selon une vision transversale du service de santé, de connaître le coût de l'ensemble des activités de gestion comptable des produits pharmaceutiques.	Coût du personnel chargé de la comptabilisation + Coût des fournitures et des équipements de bureau	<input type="checkbox"/>				

Processus : Se fournir

Type Indicateur	Perspective	Réf_Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
Intrant	Fiabilité	I134	Convenance des informations de l'emballage	L'indicateur reense les déficiences portant sur les informations de l'emballage. Les insuffisances de l'emballage peuvent concerner la maque de clarté, de complétude, de lisibilité...etc.	Nb. de références de produit avec une défaillance sur les informations de l'emballage	<input type="checkbox"/>				
	Finance/Coût	I27	Coût de l'information	L'indicateur mesure le coût engendré par la recherche, l'obtention et la transformation des informations concernant le produit pharmaceutique pour que ces informations soient exploitables par le service de santé.	Coût de recherche de l'information + Coût d'obtention de l'information + Coût de transformation de l'information	<input type="checkbox"/>				
		I276	Coût d'acquisition du matériel	L'indicateur évalue le montant des dépenses liées aux achats des équipements et matériels pour gérer les flux pharmaceutiques dans le service de santé.	Prix d'acquisition des équipements + Frais accessoires des achats	<input type="checkbox"/>				
	Flexibilité	I72	Effectif de la réception	L'indicateur permet de mesurer la capacité de factivité de réception en fonction du nombre d'employés assignés.	Nombre d'effectifs assignés à l'activité de réception	<input type="checkbox"/>				
		I216	Nombre de type de produits réapprovisionnés	L'indicateur a pour fonction d'évaluer l'étendue des produits commandés dans la période. Il révèle , la diversité et le niveau de complexité de l'approvisionnement.	Nb. de type de produits réapprovisionnés par périodes	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	1621	Performance produits pharmaceutiques	L'indicateur mesure la performance d'un produit pharmaceutique sur la base de plusieurs critères d'efficacité, de tolérance, de pharmacocinétique, de pharmacodynamique et de bénéfices thérapeutiques sur les malades.	1# Définissez les critères de bénéfice d'un produit pharmaceutique en B1,B2,...Bn ; 2# Pour chaque critère de bénéfice attribuez une valeur sur une échelle de ratio entre 0 et 1 ; 3# Définissez les variables P1,P2,...Pn comme l'importance de chaque bénéfice dans un intervalle de valeur entre 0 et 1, et en respectant la contrainte : P1+P2+...+Pn=1 ; 4# Calculez le score Bénéfice global : B= P1xB1+ P2xB2+...+PnxBn ; 5# Définissez les critères de risque d'un produit pharmaceutique en R1,R2,...Rn ; 6# Pour chaque critère de risque attribuez une valeur sur une échelle de ratio entre 0 et 1 ; 7# Définissez les variables W1,W2,...,Wn comme l'importance de chaque risque dans un intervalle de valeur entre 0 et 1, et en respectant la contrainte : W1+W2+...+Wn=1 ; 8# Calculez le score Risque global : R=W1xR1+W2xR2+...+WnXRn ; 9# Calculez le ratio bénéfices sur risques : RBR=B+S ; 10# Considérez la variable k=1,2,...,m comme le numéro de référence d'produit pharmaceutique; 11#C onsidérez la variable précédemment calculé RBR_k comme le le ratio Bénéfices sur Risques pour le produit pharmaceutique k ; 12#C alculez la performance globale des produits pharmaceutiques : (RBR_1xRBR_2x...RBR_n)^(1-m) ;	<input type="checkbox"/>				
Activité	Fiabilité	I382	Taux de défaillances dans les bons de pharmacie	L'indicateur mesure le pourcentage des bons de pharmacie avec erreur. Il ne doit pas être confondu avec les indicateurs : défauts par unité ; défauts par million d'opportunités.	Nb. de bons de pharmacie avec défaut + Nb. total de bons de pharmacie lancés ;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Se fournir

Type Indicateur	Perspective	Rét Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
	Finance/Coût	1378	Utilisation de la quantité économique de la commande	La quantité économique est un nombre fixe de produits réapprovisionnés à chaque fois que le service de santé réalise une commande. Cette quantité constante a pour rôle d'optimiser le coût de stockage. L'indicateur en question évalue le niveau d'utilisation de cette pratique dans la gestion des stocks.	Nb. de références avec lesquelles la quantité économique est utilisée + Nb. total de références gérées	<input type="checkbox"/>				
		1633	Nombre moyen de bons de pharmacie traités par personne	L'indicateur permet de connaître la productivité des employés chargés d'élaborer les bons de pharmacie.	Nb. de bons de pharmacie lancés + Nb. d'agents chargés des commandes	<input type="checkbox"/>				
		188	Coût reçu par heure de travail	L'indicateur mesure la productivité de travail des employés au niveau de l'activité de réception des produits.	Nb. de colis reçus + (Nb. heures de travail × Nb. d'employés)	<input type="checkbox"/>				
		193	Pertes de produits	L'indicateur mesure la valeur des produits endommagés lors de la réception, stockage ou livraison.	Valeur des produits endommagés	<input type="checkbox"/>				
	Flexibilité	170	Colis reçues	L'indicateur évalue le niveau d'activité de réception sur une période en fonction du nombre de colis reçus.	Nb. de colis reçus	<input type="checkbox"/>				
		171	Poids moyen	L'indicateur évalue le niveau d'activité de réception sur une période en fonction du poids de la marchandise reçue.	Poids de la marchandise reçue + Nb. de colis reçus	<input type="checkbox"/>				
		173	Nombre de réceptions	L'indicateur évalue le niveau d'activité de réception sur une période en fonction du nombre de fois où la marchandise est reçue.	Nb. de réceptions	<input type="checkbox"/>				
		1215	Approvisionnement sur dotation	L'indicateur mesure le niveau de réapprovisionnement par rapport à la dotation prédéfinie pour chaque période convenue. Il permet de : 1) contrôler le respect de la dotation ; 2) mesurer l'effet de la rupture des stocks de la part du fournisseur ; 3) comparer plusieurs modes de gestion des stocks.	Quantité réapprovisionnée + Dotation périodique.	<input type="checkbox"/>				
		1220	Révision des points de commande	Cet indicateur permet de mesurer la justesse du point de commande de tous les DCI en calculant la Perte Pinball de chaque DCI. Plus la Perte Pinball est réduite plus elle révèle une meilleure précision du point de commande.	1# Considérez la variable $k=1,2,...,m$: comme le numéro d'indice de la DCI d'un produit pharmaceutique ; 2# Considérez la variable PP_k comme la Perte Pinball de la DCI_k ; 3# Si le Point de commande de la DCI_k > Demande outil de la DCI_k, Alors calculez : $PP_k = (\text{Point de commande de la DCI}_k - \text{Demande outil de la DCI}_k) \times (1 - \text{Taux de service de la DCI}_k)$, Si Point de commande de la DCI_k < Demande outil de la DCI_k, Alors calculez : PP_k (Demande outil de la DCI_k - Point de commande de la DCI_k) × Taux de service de la DCI_k ; 4# Calculez la Perte Pinball Total : $PPT = PP_1 + PP_2 + ... + PP_m$;	<input type="checkbox"/>				
		1562	Charge des bons de pharmacie	L'indicateur permet de connaître la quantité moyenne des produits approvisionnés par les bons de pharmacie pour évaluer la charge de travail affectée aux commandes périodique d'approvisionnement.	1# Considérez la variable $i=1,2,...,n$: comme le numéro chronologique d'un bon de pharmacie ; 2# Considérez la variable Q_j comme la quantité de produits pharmaceutiques commandée dans un bon de pharmacie numéro i ; 3# Calculez la quantité moyenne livrée par un bon de pharmacie : $(Q_1 + Q_2 + ... + Q_n) / n$;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Se fournir

Type indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement pertinent
	Qualité	1317	Défauts par unités d'ordonnance	Cet indicateur est une mesure de la qualité qui compte le nombre d'erreurs moyen par unité d'ordonnance prescrite. L'indicateur a pour objectif de réduire à zéro les erreurs d'ordonnance afin de garantir la sécurité de l'administration des produits pharmaceutiques.	Nombre total d'erreurs + Nombre total d'ordonnances prescrites	<input type="checkbox"/>				
			Défauts par unités de bon de pharmacie	Cet indicateur est une mesure de la qualité qui compte le nombre d'erreurs moyen par unité de bon de pharmacie transmis. L'indicateur a pour objectif de réduire au maximum les erreurs afin d'éviter une mauvaise dispensation.	Nombre total d'erreurs + Nb. total de bons de pharmacie préparées	<input type="checkbox"/>				
		1319	Défauts d'ordonnance par million d'opportunités	Cet indicateur fait partie de la méthode 6 sigma pour l'amélioration de la qualité. Il permet de connaître le niveau de variabilité de la qualité des ordonnances prescrites. Il est fondé sur la notion de défauts par million d'opportunités voulant dire : le nombre de défauts constatés sur un million de chances d'apparaître. L'indicateur détermine le niveau de fécart-type (le sigma) à partir duquel il est possible de savoir le taux de conformités des ordonnances et le taux de défauts.	1# Calculez les défauts par opportunité : $DPO = \text{Nb. de défauts sur l'échantillon} + (\text{Quantité de l'échantillon} \times \text{Nb. de types de défaut})$; 2# Calculez les défauts par million d'opportunités : $DPMO = DPO \times 1000\ 000$;	<input type="checkbox"/>				
			Défauts des bons de pharmacie par million d'opportunités	Cet indicateur fait partie de la méthode 6 sigmas pour l'amélioration de la qualité. Il permet de connaître le niveau de variabilité de la qualité des bons de pharmacie préparés. Il est fondé sur la notion de défauts par million d'opportunités voulant dire : le nombre de défauts constatés sur un million de chances d'apparaître. L'indicateur détermine le niveau de fécart-type (le sigma) à partir duquel il est possible de savoir le taux de conformités des bons de pharmacie, et le taux de défauts.	1# Calculez les défauts par opportunité : $DPO = \text{Nb. de défauts sur l'échantillon} + (\text{Quantité de l'échantillon} \times \text{Nb. de types de défaut})$; 2# Calculez les défauts par million d'opportunités : $DPMO = DPO \times 1000\ 000$;	<input type="checkbox"/>				
		1321	Partie par million des défauts d'ordonnance	Contrairement à l'indicateur « Défauts d'ordonnance par million d'opportunités » celui-ci ne prend pas en compte les types de défauts et leur opportunité d'apparaître, autrement dit, il dénombre les ordonnances qui ont des défauts sans se soucier du nombre de défauts que peut porter chacune des ordonnances.	(Nombre de d'ordonnances avec défaut + Nombre total d'ordonnances) $\times 1\ 000\ 000$	<input type="checkbox"/>				

Processus : Se fournir

Type indicateur	Perspective	Rét Indic	Norm Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Partie par million des défauts des bons de pharmacie	Contrairement à l'indicateur « Défaut des bons de pharmacie par million d'opportunités » celui-ci ne prend pas en compte les types de défauts et leur opportunité d'apparaitre, autrement dit, il dénombre les bons de pharmacie qui ont des défauts sans se soucier du nombre de défauts que peut porter chacun des bons.	(Nombre de bons de pharmacie avec défaut + Nombre total bons de pharmacie) x1.000 0006	<input type="checkbox"/>				
			Rendement de premier passage pour le processus d'approvisionnement	Cet indicateur mesure la qualité du processus d'approvisionnement en matière de rendement sur les bons de pharmacie. Ce rendement est dépendant du taux de rejet des bons de pharmacie par leur destinataire.	1- Taux de rebuts des bons de pharmacie	<input type="checkbox"/>				
	Réactivité	I331	Délai d'approvisionnement	L'indicateur mesure le temps écoulé entre le lancement d'un bon de pharmacie et la réception de la marchandise. L'intérêt de cet indicateur est de bien adapter les différents niveaux du stock (stock minimal, stock-outil, stock de sécurité).	Le délai de connaissance du niveau des stocks + Le délai administratif de décision et de passation d'une commande + le délai fournisseur (Délai de transport) + le délai administratif de réception d'une commande +le délai de mise à jour du niveau des stocks	<input type="checkbox"/>				
	Temps	I212	Fréquence de réapprovisionnement par mois	La fréquence de réapprovisionnement permet de faire un arbitrage entre le niveau de stock adéquat, afin d'assurer un niveau de service convenable, et un coût d'approvisionnement optimal.Cet indicateur permet aussi de savoir si la politique de réapprovisionnement et les dotations ont été bien définies.	Nb. de réapprovisionnements par mois	<input type="checkbox"/>				
			Ratio de fluidité de l'approvisionnement	L'indicateur mesure la tension du flux, qui veut dire, la part des temps qui apportent réellement de la valeur ajoutée dans le délai d'approvisionnement. Ainsi, pour avoir une meilleure fluidité, les temps qui n'apportent pas de valeur ajoutée, désignés par les temps inter-opérateurs (attente , transfer/transport, temps administratif, temps de lancement) doivent être réduits au maximum.	(Somme des temps opératoires de l'approvisionnement) + (Somme des temps opératoires de l'approvisionnement + Somme des temps inter-opérateurs de l'approvisionnement)	<input type="checkbox"/>				
		I289	Délai d'introduction du produit dans le système	L'indicateur évalue le temps moyen passé entre le moment où la commande est reçue et le moment où le contenu de la commande est saisi dans le système d'information. L'indicateur permet de connaître le cycle de mises à jour du système d'information et la vitesse de saisie des commandes.	1# Considérez la variable i=1,2,...m comme l'ordre chronologique des commandes reçues ; 2# Considérez la variable DIPS_i comme le délai d'introduction du produit dans le système pour la commande i ; 3# Calculez le délai d'introduction du produit dans le système pour la commande i : DIPS_j= (instant de fin de saisie de la commande i - instant de réception de la commande j) ; 4# Calculez le délai moyen d'introduction du produit dans le système : (DIPS_1+DIPS_2+...DIPS_m)/m ;	<input type="checkbox"/>				
		I300				<input type="checkbox"/>				

Processus : Se fournir

Type Indicateur	Perspective	Rét Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement Pertinent
		166	Débit des bons de pharmacie	Le débit des bons de pharmacie exprime la quantité de commandes élaborées dans un espace de temps. L'indicateur permet : 1) de prévoir le temps que prendra le traitement d'une quantité de commandes. 2) d'évaluer la productivité du processus de constitution des commandes.	Nb. de bons de pharmacie traités + Quantité d'unité de temps	<input type="checkbox"/>				
Risque	Qualité	1150	Sûreté des produits	L'indicateur mesure pour chaque référence de produit le niveau de risque de contaminations chimiques ou autres, pour prendre les mesures de protection nécessaires, et pour s'assurer que ce risque n'excède pas un niveau standard.	Mention du niveau de risque par le laboratoire ou par la certification	<input type="checkbox"/>				
		1320	Probabilité d'un bon de pharmacie avec une erreur	L'indicateur calcule les chances qu'un bon de pharmacie soit accompagné d'un défaut quelconque. L'indicateur est lié à l'objectif d'augmenter la qualité des documents transmis.	1# Calculez les défauts par opportunité : $DPO = Nb. \text{ de défauts sur } \overline{f\text{échantillon}} + (\text{Quantité de } \overline{f\text{échantillon}} \times Nb. \text{ de type de défaut})$; 2# Calculez la Probabilité d'une pièce avec un défaut : $1 - e^{-(DPO)}$;:	<input type="checkbox"/>				
			Probabilité d'une ordonnance avec une erreur	L'indicateur calcule les chances qu'une ordonnance soit accompagnée d'une erreur quelconque. L'indicateur est lié à l'objectif d'augmenter la sécurité des prescriptions et leur destination.	1# Calculez les défauts par opportunité : $DPO = Nb. \text{ de défauts sur } \overline{f\text{échantillon}} + (\text{Quantité de } \overline{f\text{échantillon}} \times Nb. \text{ de type de défaut})$; 2# Calculez la Probabilité d'une pièce avec un défaut : $1 - e^{-(DPO)}$;:	<input type="checkbox"/>				
Résultat	Finance/Coût	198	Coût de transport amont	L'indicateur mesure le coût de transport des produits approvisionnés de la pharmacie principale. L'objectif de cet indicateur est la surveillance et la maîtrise de ce coût logistique.	charge de personnel (salaire, prime) + amortissement du matériel de transport + entretien du matériel de transport	<input type="checkbox"/>				
		1364	Coût total du processus d'approvisionnement	Cet indicateur permet de connaître selon une vision transversale du service de santé le coût de l'ensemble des activités de l'approvisionnement.	Coût de recherche et d'obtention de l'information + Coût de lancement des bons de pharmacie et des ordonnances internes + Coût de suivi et de relance des commandes + Coût de traitement des litiges + Coût d'amortissement des équipements + Coût de l'énergie consommée + Coût du personnel + Coût du transport amont.	<input type="checkbox"/>				
		1151	Coût de transaction	L'indicateur évalue les coûts liés à l'acquisition des produits comme le coût de recherche des fournisseurs et des informations sur les produits, le coût de négociation et le coût d'application du contrat.	Coût de recherche des fournisseurs et des informations sur les produits + Coût de négociation + Coût d'application du contrat	<input type="checkbox"/>				
		1225	Économies dégagées sur les contrats signés	L'indicateur mesure la performance de l'activité d'achat en soulignant l'économie dégagée par la réduction du montant de la facture ou du marché, sans réduire les quantités acquises.	Somme pour chaque référence de produit ((Nouveau prix d'achat - Ancien prix d'achat) x Quantité achetée)	<input type="checkbox"/>				

Processus : Se fournir

Type indicateur	Perspective	Réf. Indic	Nom indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent (1)	(2)	(3)	(4)	(5) Très pertinent Complètement
	Qualité	1348	Taux de défauts Vs qualité des ordonnances	L'indicateur mesure le pourcentage des ordonnances avec erreur, et son complément le pourcentage des ordonnances qui ne présentent pas d'erreur. Cet indicateur dual s'inscrit dans le contrôle de la qualité des documents transmis. Il ne doit pas être confondu avec les indicateurs : défauts par unité ; défauts par million d'opportunités.	1# Calculez le taux de défauts : Nb. d'ordonnances avec défaut + quantité total d'ordonnances transmises ; 2# Calculez le taux de qualité : Nb. d'ordonnances sans défaut + Nb. total d'ordonnances transmises ;.	<input type="checkbox"/>				
		1106	Taux de rebuts des bons de pharmacies	L'indicateur mesure le taux de bons de pharmacie qui ont présenté des erreurs les rendant inacceptables par la pharmacie principale. Cet indicateur est lié à l'objectif de sécuriser l'administration des médicaments et à assurer la traçabilité des produits pharmaceutiques.	Nb. de bons de pharmacie rejetés + Nb. total de bons de pharmacie reçus	<input type="checkbox"/>				
			Taux de rebuts des ordonnances	L'indicateur mesure le taux d'ordonnances qui ont présenté des erreurs les rendant inacceptables par la pharmacie principale. Cet indicateur est lié à l'objectif de sécuriser l'administration des médicaments.	Nb. d'ordonnances rejetées + Nb. total d'ordonnances présentées	<input type="checkbox"/>				
		1141	Fiabilité du produit	L'indicateur recense les inconformités entre la description et la composition des produits pharmaceutiques approvisionnés.	Nb. de constats + Nb. de plaintes reçues	<input type="checkbox"/>				

Processus : Gérer les stocks

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	(1) Non pertinent	(2) Peu pertinent	(3) Pertinent	(4) Très pertinent	(5) Complètement
Intrant	Finance/Coût	174	Stock en valeur par famille	L'indicateur a pour rôle de surveiller la structure des stocks par familles de produits (Réactifs, Médicament, Dispositifs pharmaceutiques et pansements, Produits de l'imagerie, Gaz médicaux) pour se focaliser sur les familles de produits les plus importantes.	Montant du stock pour chaque famille de produits	<input type="checkbox"/>				
		1213	Pourcentage des types de produits réapprovisionnés	L'indicateur mesure l'étiendue des types de produits pharmaceutiques qui ont été réapprovisionnés périodiquement. Il est adapté pour surveiller aussi bien les produits coûteux que peu coûteux.	Nb. de types de produits réapprovisionnés par périodes + Nb. total de type de produits gérés	<input type="checkbox"/>				
		118	Coût d'investissement en infrastructure	L'indicateur montre le montant du coût issu d'un investissement tel que la constitution d'un nouveau magasin, entrepôt, armoire avec tous les équipements et matériels inclus.	Montant des frais d'ouverture d'un entrepôt/ armoire	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	1568	Date de péremption	L'indicateur permet de savoir la durée de vie restante d'un produit et de prendre les mesures nécessaires pour que le produit soit écoulé avant sa date de fin de vie, aussi, pour s'assurer qu'aucun service n'utilise accidentellement ce produit après sa péremption, et enfin, pour remplacer ce produit dans le stock afin d'assurer sa disponibilité.	Date de péremption - Date de vérification	<input type="checkbox"/>				
Activité	Fiabilité	13	Ressemblance des produits dans le stock global	L'indicateur mesure le niveau de ressemblances des produits qui sont en réalité différents et qui provoquent des erreurs de ramassage par rapport au dosage.	Nb. d'erreurs sur le dosage ramassé + Nb. total de ramassage	<input type="checkbox"/>				
		112	Erreurs d'emplacement dans le stock global	Il mesure les erreurs de ramassage du produit par rapport à l'endroit prévu pour le produit. L'indicateur révèle à quel point l'emplacement est inapproprié pour le produit.	Nb. erreurs de ramassage du même emplacement + Nb. total de ramassage du même emplacement	<input type="checkbox"/>				
		1567	Inventaires	L'indicateur évalue le niveau de précision et le niveau de surveillance des stocks par la fréquence de l'inventaire physique effectué.	Nb. d'inventaires physiques pendant la période + Nb. optimal d'inventaires physiques pendant la période.	<input type="checkbox"/>				
	Finance/Coût	189	Taux d'occupation des racks	L'indicateur permet de mesurer la productivité des espaces de stockage au niveau des racks (étagères, rayons).	Surface utilisée + Surface total des racks	<input type="checkbox"/>				
		1238	Niveau du stock moyen	Cet indicateur est lié à l'objectif de minimiser le stock moyen, car celui-ci permet d'augmenter la rotation des stocks et de diminuer la pression sur le fonds de roulement, c'est-à-dire, sur les liquidités.	1# Considérez la variable $t=1,2,...,m$ comme une période de temps exprimée par le mois ; 2# Considérez la variable MS_t comme le montant du stock pour le mois t ; 3# Calculez le stock moyen : $(MS_1+MS_2+...+MS_m)/m$;	<input type="checkbox"/>				
		1350	Rotation des stocks	Cet indicateur révèle la fréquence de renouvellement des stocks et procure plusieurs intérêts : (i) détecter les produits qui montrent un déclin de consommation ; (ii) prévenir le rapprochement des délais de péremption, ce qui permet de prendre les mesures nécessaires pour écouler les produits avant leur fin de vie.	1# Calculer le stock moyen : Somme (Niveau du stock de chaque fin de période) + Nb. de périodes ; 2# Calculer la rotation des stocks : Consommation + Stock moyen ;	<input type="checkbox"/>				

Processus : Gérer les stocks

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
		I349	Niveau du stock en valeur	L'indicateur estime la valeur totale des produits non livrés et pas encore administrés au niveau du service de santé. L'indicateur est lié à l'objectif de réduire le stock à un niveau rationnel afin d'éviter l'accroissement du coût de possession du stock, l'obsolescence des produits et l'immobilisation de l'argent.	Coût d'achat des produits + Coût de possession du stock dans la pharmacie principale + Coût de possession du stock dans le service de santé	<input type="checkbox"/>				
		I393	Flux du stock	L'indicateur répond à la question : combien faut-il de jours pour écouler le stock ? Autrement dit, il mesure le temps moyen passé entre l'entrée en stock et l'écoulement des produits. Il est considéré que plus longtemps les stocks sont gardés, plus le service risque d'avoir des pertes provenant de l'obsolescence des produits. Ainsi, plus l'indicateur est faible, plus il révèle une bonne gestion des stocks.	Proposition (1) : $365 + \text{Rotation du stock}$ Proposition (2) : $(\text{Stock moyen} + \text{Coût de des produits consommés}) \times 365$	<input type="checkbox"/>				
		I371	Productivité du stock	L'indicateur a pour objet de mesurer le degré de contribution du stock à la variation du nombre de malades bénéficiaire des produits pharmaceutiques. L'indicateur évalue par cela le rendement du stock.	Nb. de malades bénéficiaires + Quantité de produits consommés	<input type="checkbox"/>				
	Flexibilité	I395	Taux du stock de travail	Le stock de travail correspond à une partie du volume du stock réservé à satisfaction de la demande normale. L'indicateur permet de mesurer l'efficacité de la stratégie de gestion du stock.	Quantité du stock de travail + Quantité total du stock	<input type="checkbox"/>				
		I118	Stock total	Connaitre le niveau du stock permet de prendre les mesures nécessaires afin d'éviter les ruptures de stock et de bien satisfaire la demande en quantités et en délais.	Quantité de produits dans le stock par Familles/DCI/Catégories	<input type="checkbox"/>				
		I631	Niveau du stock en quantité	L'indicateur a pour objet de surveiller le niveau du stock afin d'assurer un bon niveau de service et en même temps éviter l'obsolescence des produits. La performance recherchée par cet indicateur est de garder, en permanence, un niveau optimal de stock. Ainsi, il ne doit pas être confondu avec l'indicateur « Stock total » [I118] qui est calculé en quantité et non pas en proportion du stock idéal (stock d'alerte).	Quantité de produits par Familles/DCI/Catégories + stock idéal/stock d'alerte	<input type="checkbox"/>				
		I76	Nombre de références stockées	L'indicateur a pour fonction d'évaluer l'étendue de la nomenclature des produits gérés dans la période. Il révèle la diversité et le niveau de complexité de la gestion des stocks.	Nb. d'articles différents présents dans le stock	<input type="checkbox"/>				
		I67	Densité du stock	L'indicateur calcule le taux d'occupation des magasins/stocks, ce qui permet de connaître le niveau d'encroisement des produits.	Quantité de produits + Surface de stockage en m ²	<input type="checkbox"/>				
		I604	Vitesse d'écoulement du stock	L'indicateur permet d'évaluer la vitesse avec laquelle l'espace de stockage se libère et ainsi de faire des prévisions sur le niveau d'espace qui sera disponible ultérieurement.	Débit des produits du stock [I66] + Densité du stock [I67]	<input type="checkbox"/>				
		I396	Espace de stockage	L'indicateur mesure le taux d'utilisation de l'espace de stockage pour évaluer l'efficacité de la politique de gestion des locaux de stockage.	Surface de stockage occupée + Surface total de stockage	<input type="checkbox"/>				
	Qualité	I259	Encours	L'encours est le niveau du stock situé dans les services de santé. L'indicateur est lié à l'objectif de réduire le niveau des encours, ou tout au moins, limiter son niveau, afin de garder un contrôle et d'éviter un sur-stockage considéré comme un gaspillage ou éviter le « bullwhip effect ».	Quantité de stock par DCI dans chaque armoire des équipes de garde	<input type="checkbox"/>				

Processus : Gérer les stocks

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
		1346	Conditions de transport et de conservation	L'indicateur permet de vérifier l'application des conditions standard de transport et de stockage. Il mesure, le risque du non-respect de la température de conservation des médicaments dans le service de santé.	$(\text{Température mesurée} + \text{Température normalisée}) \times (\text{Humidité mesurée} + \text{Humidité normalisée})$	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1144	Liquidation	L'indicateur évalue le montant des produits qui sont livrés en excédent ou distribués à d'autres service de santé afin qu'ils soient liquidés avant leur date de péremption.	Montant des produits liquidés	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
	Réactivité	1133	Commandes en attente	L'indicateur permet de connaître le taux de commandes non satisfaites en raison de l'indisponibilité du produit et qui provoque l'attente de sa disponibilité. L'indicateur permet de cette manière d'évaluer l'impact de la rupture des stocks sur la qualité de service.	Commandes en attentes + Nb. total de commandes	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
	Temps	1350	Rotation des stocks	Cet indicateur révèle la fréquence de renouvellement des stocks et procure plusieurs intérêts : (i) détecter les produits qui montrent un déclin de consommation ; (ii) prévenir le rapprochement des délais de préemption, ce qui permet de prendre les mesures nécessaires pour écoulent les produits avant leur fin de vie.	1# Calculer le stock moyen : Somme (Niveau du stock de chaque fin de période) + Nb. de périodes ; 2# Calculer la rotation des stocks : Consommation + Stock moyen ;	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		1393	Flux du stock	L'indicateur répond à la question : combien faut-il de jours pour écoulent le stock ? Autrement dit, il mesure le temps moyen passé entre l'entrée en stock et l'écoulement des produits. Il est considéré que plus longtemps les stocks sont gardés, plus le service risque d'avoir des pertes provenant de l'obsolescence des produits. Ainsi, plus l'indicateur est faible, plus il révèle une bonne gestion des stocks.	Proposition (1) : $365 + \text{Rotation du stock}$ Proposition (2) : $(\text{Stock moyen} + \text{Coût de des produits consommés}) \times 365$	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		166	Débit des produits du stock	Il exprime le taux d'écoulement des produits du stock, autrement dit, la quantité de produits sortis du stock dans une période. Il permet ainsi de prévoir le temps d'épuisement d'un stock.	Quantité de produits sortis du stock + Quantité de semaines	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Risque	Fiabilité	1248	Probabilité de la rupture du stock	Cet indicateur vient en complément de l'indicateur « taux de service » [1339]. Son objectif est de minimiser le risque de rupture de stock en estimant sa probabilité à partir des délais d'approvisionnement et des quantités consommées dans le passé. Il permet aussi de rectifier le stock de sécurité si la probabilité s'est révélée trop grande.	1# Calculez le ratio : $Z = \text{Stock de sécurité} + ((\text{Moyenne de la consommation par jour})^2 \times (\text{Variance de la consommation par jour})^2 + (\text{Moyenne du délai d'approvisionnement})^2 \times (\text{Variance du délai d'approvisionnement}))^2$; 2# En considérant Z comme une variable aléatoire qui suit la loi de distribution normale standard, cherchez la probabilité de la valeur z dans la table de distribution correspondante ; ; Nb. d'erreurs de ramassage + Nb. total de ramassage	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Résultat	Fiabilité	113	Erreurs de ramassage	Il mesure les erreurs de ramassage des mauvais médicaments à partir des bons emplacements ou des bons médicaments avec une dose mauvaise. L'indicateur est influencé par deux métriques : i) Erreurs d'emplacement dans le stock global [11.2] ; ii) Ressemblance des produits dans le stock global [13].	Nb. d'erreurs de ramassage + Nb. total de ramassage	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
		116	Précision du stock global	L'indicateur mesure le pourcentage d'articles présentant un écart d'inventaire. L'imprécision du stock peut être due à plusieurs causes : (i) non-enregistrement des mouvements du stock ; (ii) enregistrement erroné dû à des oublis ; (iii) des erreurs de ramassage ; (iv) non mise à jour du système d'informations.	Nb. d'articles avec écart d'inventaire + Nb. Total d'articles gérés	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>

Processus : Gérer les stocks

Type Indicateur	Perspective	Réf Indic	Nom Indicateur	Description & Intérêt	Mode de calcul	Non pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent	Complètement Pertinent
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		1520	Taux d'erreur de codage	L'indicateur mesure les erreurs sur le référencement des produits pharmaceutiques réceptionnés et mis en stock.	Nb. d'erreurs de référencement + Nb. de produits réceptionnés	<input type="checkbox"/>				
		120	Traçabilité du stock	L'indicateur mesure le niveau de propagation et la bonne tenue de la traçabilité sur les produits pharmaceutiques.	(Nb. de références non enregistrées dans la main courante ou dans la fiche de stock + Nb. de références non enregistrées dans les supports de gestion électroniques) - Nb. total de références entrées ou sorties	<input type="checkbox"/>				
	Finance/Coût	1221	Exactitude des inventaires	L'indicateur permet d'évaluer le niveau de précision du stock comptable et d'identifier éventuellement les erreurs de saisie ou autres événements. L'indicateur mesure ,de cette façon, l'efficacité de la gestion des stocks et la tenue des supports de gestion.	Quantité du stock physique – Quantité du stock électronique ou comptable	<input type="checkbox"/>				
		1243	Montant du stock obsolète	L'indicateur évalue le stock ayant dépassé un certain temps avec lequel le produit risque : 1) d'être retourné des équipes de garde ; 2) de ne pas être commandé par le client; 3) de se transformer en stock mort. L'indicateur permet également de repérer un surstockage.	Montant des produits dépassant un certain temps dans le stock	<input type="checkbox"/>				
		1370	Coût total de stock	Le coût de possession du stock est lié à l'activité de détention des produits dans les armoires du service de santé. L'indicateur détermine ce coût pour connaître l'efficacité de la gestion des stocks dans le service.	Coût d'achat + Coût de possession du stock + Coût de passation de la commande + Coût de pénurie	<input type="checkbox"/>				
	Flexibilité	1359	Couverture de stock	L'indicateur permet de mesurer la disponibilité immédiate des produits sans faire un réapprovisionnement. Ainsi, il permet de savoir dans quelle mesure il est possible de faire face à une demande imprévue ou à une rupture de stock. En outre, l'indicateur permet de savoir en combien de jours le stock moyen est épuisé.L'indicateur peut être calculé de deux façons : en connaissant la consommation journalière ou en connaissant la rotation du stock.	Proposition (1) : Stock + consommation moyenne par jours Proposition (2) : 365 jours + rotation du stock	<input type="checkbox"/>				
		1293	Pourcentage moyen des demandes non satisfaites	L'indicateur mesure l'impact des ruptures de stock sur la satisfaction des demandes des clients en matière de quantités.	Moyenne de la demande non satisfaite + Demande moyenne	<input type="checkbox"/>				
		1637	Taux de disponibilité des produits	L'indicateur mesure l'impact des ruptures de stock sur la durée moyenne de disponibilité des produits au niveau du service de santé.	1# Calculez le temps moyen entre les ruptures : Temps moyen de disponibilité de l'article jusqu'à la première rupture + Temps de réapprovisionnement + Temps de mise à disposition de l'article ; 2# Calculez le Taux de disponibilité des produits : Temps moyen de disponibilité de l'article jusqu'à la première rupture + Temps moyen entre les ruptures ;	<input type="checkbox"/>				

Annexe G. Résultats des questionnaires afférant à la sélection des indicateurs

Annexe G.1. Résultats du questionnaire distribué à la pharmacie principale

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Indicateur	% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent	% cumulé CP et TP	Nb. Observations	Médiane	Écart interquartile
Se fournir	Contexte	Client	Prix du fournisseur face à celui du marché	0,00	16,67	33,33	33,33	16,67	50,00	12	3,5	1
Se fournir	Contexte	Qualité	Méthodologie de l'assurance qualité	0,00	8,33	41,67	33,33	16,67	50,00	12	3,5	1
Se fournir	Intrant	Fiabilité	Convenance des informations de l'emballage	0,00	33,33	33,33	25,00	8,33	33,33	12	3	2
Se fournir	Intrant	Fiabilité	Erreurs d'étiquetage des produits achetés	8,33	8,33	33,33	16,67	33,33	50,00	12	3,5	2
Se fournir	Intrant	Fiabilité	Conformité des bordereaux de réception	8,33	8,33	33,33	25,00	25,00	50,00	12	3,5	1,25
Se fournir	Intrant	Fiabilité	Précision de la quantité livrée du fournisseur	0,00	0,00	33,33	41,67	25,00	66,67	12	4	1,25
Se fournir	Intrant	Finance/Coût	Coût de l'information	0,00	45,45	18,18	27,27	9,09	36,36	11	3	2
Se fournir	Intrant	Finance/Coût	Coût des intrants	9,09	18,18	27,27	36,36	9,09	45,45	11	3	1,5
Se fournir	Intrant	Finance/Coût	Coût pour les produits sous contrat	0,00	8,33	25,00	33,33	33,33	66,67	12	4	2
Se fournir	Intrant	Finance/Coût	Coût pour les produits en achat direct	0,00	8,33	25,00	41,67	25,00	66,67	12	4	1,25
Se fournir	Intrant	Finance/Coût	Coût d'investissement en infrastructure	0,00	30,00	40,00	20,00	10,00	30,00	10	3	1,5
Se fournir	Intrant	Finance/Coût	Coût d'acquisition du matériel	0,00	25,00	25,00	41,67	8,33	50,00	12	3,5	1,25
Se fournir	Intrant	Flexibilité	Effectif de la réception	0,00	16,67	58,33	0,00	25,00	25,00	12	3	0,5
Se fournir	Intrant	Flexibilité	Nombre de types de produits réapprovisionnés	0,00	8,33	41,67	33,33	16,67	50,00	12	3,5	1
Se fournir	Intrant	Qualité	Qualité des emballages	0,00	0,00	54,55	18,18	27,27	45,45	11	3	1,5
Se fournir	Intrant	Qualité	Niveau de qualité des produits achetés	0,00	0,00	33,33	41,67	25,00	66,67	12	4	1,25
Se fournir	Intrant	Qualité	État des produits livrés par le fournisseur	8,33	8,33	58,33	16,67	8,33	25,00	12	3	0,25
Se fournir	Intrant	Qualité	Performance produits pharmaceutiques	0,00	8,33	16,67	41,67	33,33	75,00	12	4	1,25
Se fournir	Activité	Apprentissage & Innovation	Adhérence au programme	0,00	0,00	81,82	9,09	9,09	18,18	11	3	0
Se fournir	Activité	Fiabilité	Taux de défaillance dans les bons de commande	16,67	8,33	41,67	16,67	16,67	33,33	12	3	1,25
Se fournir	Activité	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	0,00	8,33	16,67	50,00	25,00	75,00	12	4	0,5
Se fournir	Activité	Fiabilité	Précision de l'article livré du fournisseur	0,00	0,00	50,00	33,33	16,67	50,00	12	3,5	1
Se fournir	Activité	Fiabilité	Pourcentage des commandes livrées complètement par le fournisseur	0,00	10,00	50,00	10,00	30,00	40,00	10	3	1,75
Se fournir	Activité	Fiabilité	Jours d'approvisionnement des stocks	0,00	0,00	27,27	45,45	27,27	72,73	11	4	1
Se fournir	Activité	Fiabilité	Respect des horaires de livraison des fournisseurs	0,00	8,33	25,00	41,67	25,00	66,67	12	4	1,25
Se fournir	Activité	Fiabilité	Condition parfaite par le fournisseur	0,00	9,09	36,36	36,36	18,18	54,55	11	4	1
Se fournir	Activité	Fiabilité	Capacité d'éviter les litiges	0,00	0,00	25,00	50,00	25,00	75,00	12	4	0,5
Se fournir	Activité	Fiabilité	Représentation technique du fournisseur	0,00	8,33	66,67	8,33	16,67	25,00	12	3	0,25
Se fournir	Activité	Fiabilité	Niveau d'assistance pour la résolution des problèmes	0,00	0,00	41,67	33,33	25,00	58,33	12	4	1,25
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Pourcentage du budget restant	25,00	16,67	0,00	33,33	25,00	58,33	12	4	2,5
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Taux de consommation du budget principal	8,33	0,00	25,00	25,00	41,67	66,67	12	4	2
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Utilisation de la quantité économique de la commande	0,00	16,67	33,33	41,67	8,33	50,00	12	3,5	1
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Nombre moyen de commandes traitées par personne	9,09	0,00	36,36	45,45	9,09	54,55	11	4	1
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Coût par heure opérationnelle d'approvisionnement	8,33	33,33	25,00	25,00	8,33	33,33	12	3	2
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Colis reçus par surface	8,33	16,67	8,33	50,00	16,67	66,67	12	4	1,25
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Colis reçus par heure de travail	8,33	16,67	25,00	41,67	8,33	50,00	12	3,5	1,25
Se fournir	Activité	Flexibilité	Flexibilité du fournisseur	0,00	0,00	41,67	33,33	25,00	58,33	12	4	1,25
Se fournir	Activité	Flexibilité	Colis reçus	0,00	8,33	41,67	41,67	8,33	50,00	12	3,5	1
Se fournir	Activité	Flexibilité	Poids moyen	8,33	16,67	41,67	25,00	8,33	33,33	12	3	1,25
Se fournir	Activité	Flexibilité	Nombre de réceptions	0,00	8,33	41,67	33,33	16,67	50,00	12	3,5	1
Se fournir	Activité	Flexibilité	Révision des points de commande	0,00	18,18	36,36	36,36	9,09	45,45	11	3	1
Se fournir	Activité	Qualité	Défauts par unités de bon de commande	0,00	25,00	33,33	25,00	16,67	41,67	12	3	1,25
Se fournir	Activité	Qualité	Défauts de bon de commande par million opportunités	0,00	33,33	41,67	16,67	8,33	25,00	12	3	1,25
Se fournir	Activité	Qualité	Partie par million des défauts des bons de commande	0,00	33,33	50,00	8,33	8,33	16,67	12	3	1
Se fournir	Activité	Qualité	Rendement de premier passage pour le processus d'approvisionnement	16,67	33,33	16,67	25,00	8,33	33,33	12	2,5	2
Se fournir	Activité	Réactivité	Délai du fournisseur face à la norme du secteur	0,00	25,00	33,33	16,67	25,00	41,67	12	3	1,5
Se fournir	Activité	Réactivité	Délai d'approvisionnement	0,00	8,33	16,67	41,67	33,33	75,00	12	4	1,25
Se fournir	Activité	Temps	Fréquence de réapprovisionnement par mois	0,00	10,00	30,00	30,00	30,00	60,00	10	4	1,75
Se fournir	Activité	Temps	Rat�o de fluidité de l'approvisionnement	0,00	16,67	58,33	16,67	8,33	25,00	12	3	0,25
Se fournir	Activité	Temps	Délai d'introduction du produit dans le système	0,00	0,00	58,33	33,33	8,33	41,67	12	3	1
Se fournir	Risque	Fiabilité	Niveau de service des fournisseurs	0,00	8,33	16,67	50,00	25,00	75,00	12	4	0,5
Se fournir	Risque	Qualité	Sûreté des produits	0,00	25,00	25,00	33,33	16,67	50,00	12	3,5	1,25
Se fournir	Risque	Qualité	Probabilité d'un bon de commande avec une erreur	8,33	25,00	33,33	8,33	25,00	33,33	12	3	2,25
Se fournir	Résultat	Client	Taux de convenance en type d'articles	0,00	9,09	45,45	18,18	27,27	45,45	11	3	1,5
Se fournir	Résultat	Fiabilité	Fiabilité du fournisseur	0,00	0,00	16,67	41,67	41,67	83,33	12	4	1
Se fournir	Résultat	Fiabilité	Commandes achat parfaites	8,33	8,33	25,00	25,00	33,33	58,33	12	4	2
Se fournir	Résultat	Finance/Coût	Coût de transport amont	0,00	36,36	36,36	9,09	18,18	27,27	11	3	1,5
Se fournir	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus d'approvisionnement	0,00	33,33	41,67	16,67	8,33	25,00	12	3	1,25
Se fournir	Résultat	Finance/Coût	Coût de transaction	9,09	36,36	36,36	9,09	9,09	18,18	11	3	1
Se fournir	Résultat	Finance/Coût	Coût du fournisseur	0,00	27,27	54,55	9,09	9,09	18,18	11	3	0,5
Se fournir	Résultat	Finance/Coût	économies dégagées sur les contrats signés	0,00	18,18	63,64	9,09	9,09	18,18	11	3	0
Se fournir	Résultat	Qualité	Taux des défauts Vs Qualité des bons de commande	8,33	16,67	50,00	8,33	16,67	25,00	12	3	0,5
Se fournir	Résultat	Qualité	Taux de rebuts des bons de commande	9,09	18,18	45,45	9,09	18,18	27,27	11	3	1
Se fournir	Résultat	Qualité	Fiabilité du produit	8,33	25,00	25,00	25,00	16,67	41,67	12	3	2
Se fournir	Résultat	Réactivité	Formule spéciale	0,00	25,00	41,67	8,33	25,00	33,33	12	3	1,5
Piloter	Contexte	Flexibilité	Durée du séjour	0,00	0,00	50,00	50,00	0,00	50,00	12	3,5	1
Piloter	Contexte	Flexibilité	Consommation par pathologie	0,00	16,67	25,00	41,67	16,67	58,33	12	4	1
Piloter	Contexte	Flexibilité	Consommation des patients	0,00	0,00	33,33	50,00	16,67	66,67	12	4	1
Piloter	Intrant	Finance/Coût	Délai moyen de l'encaissement du financement	8,33	33,33	41,67	8,33	8,33	16,67	12	3	1
Piloter	Intrant	Finance/Coût	Nombre moyen de jours de l'encaissement du budget	16,67	16,67	33,33	25,00	8,33	33,33	12	3	2
Piloter	Intrant	Flexibilité	Capacité supplémentaire	8,33	33,33	25,00	25,00	8,33	33,33	12	3	2
Piloter	Intrant	Flexibilité	Capacité disponible du système	0,00	18,18	54,55	18,18	9,09	27,27	11	3	0,5
Piloter	Intrant	Qualité	Consommation d'énergie	18,18	36,36	9,09	27,27	9,09	36,36	11	2	2
Piloter	Intrant	Temps	Délai moyen de l'encaissement du financement	0,00	66,67	16,67	16,67	0,00	16,67	12	2	1
Piloter	Intrant	Temps	Nombre moyen de jours de l'encaissement du budget	0,00	50,00	25,00	16,67	8,33	25,00	12	2,5	1,25
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Adhérence au programme du client	0,00	0,00	50,00	41,67	8,33	50,00	12	3,5	1
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Conflit de travail	0,00	0,00	16,67	50,00	33,33	83,33	12	4	1
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Nombre d'institutions dans les activités conjointes	8,33	25,00	58,33	0,00	8,33	8,33	12	3	1
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Alliances stratégiques	9,09	0,00	63,64	18,18	9,09	27,27	11	3	0,5
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Taux de progression du rapport d'activité	0,00	9,09	45,45	27,27	18,18	45,45	11	3	1
Piloter	Activité	Qualité	Respect de la règle FIFO	0,00	9,09	9,09	54,55	27,27	81,82	11	4	0,5
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Technologie de l'information clinique	8,33	8,33	25,00	50,00	8,33	58,33	12	4	1
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Taux d'utilisation des systèmes d'échange de données	8,33	8,33	25,00	41,67	16,67	58,33	12	4	1
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Innovation du service	0,00	8,33	25,00	58,33	8,33	66,67	12	4	1

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Indicateur	% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent	% cumulé CP et TP	Nb. Observations	Médiane	Écart interquartile
Piloter	Activité	Fiabilité	La méthode de saisie de la commande client	8,33 %	8,33 %	41,67 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1
Piloter	Activité	Fiabilité	Incidents	0,00 %	16,67 %	41,67 %	41,67 %	0,00 %	41,67 %	12	3	1
Piloter	Activité	Fiabilité	Tenue des supports réglementaires	0,00 %	8,33 %	8,33 %	50,00 %	33,33 %	83,33 %	12	4	1
Piloter	Activité	Fiabilité	Efficacité de la méthode de planification	0,00 %	0,00 %	33,33 %	58,33 %	8,33 %	66,67 %	12	4	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Temps libre	0,00 %	16,67 %	16,67 %	50,00 %	16,67 %	66,67 %	12	4	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Nombre du personnel planifié pour un Rôle / Fonction	0,00 %	16,67 %	33,33 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Nombre actuel du personnel assigné à un Rôle / Fonction	0,00 %	36,36 %	27,27 %	27,27 %	9,09 %	36,36 %	11	3	2
Piloter	Activité	Flexibilité	Révision des quotas de produits conservés aux unités de soins	0,00 %	0,00 %	41,67 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Flexibilité renversée de la chaîne d'approvisionnement.	0,00 %	16,67 %	33,33 %	41,67 %	8,33 %	50,00 %	12	3,5	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Nombre d'instances par ressource	0,00 %	25,00 %	41,67 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1,25
Piloter	Activité	Flexibilité	Taux de charge des ressources	0,00 %	8,33 %	41,67 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Instances par type de processus	0,00 %	16,67 %	41,67 %	41,67 %	0,00 %	41,67 %	12	3	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Quantité d'instances en progression	0,00 %	9,09 %	54,55 %	27,27 %	9,09 %	36,36 %	11	3	1
Piloter	Activité	Qualité	Collaboration pour améliorer la qualité	0,00 %	16,67 %	25,00 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1
Piloter	Activité	Qualité	Gaspillage de la pharmacie principale	0,00 %	41,67 %	33,33 %	16,67 %	8,33 %	25,00 %	12	3	1,25
Piloter	Activité	Qualité	Proportion de corrections sur les erreurs corrigibles	9,09 %	27,27 %	54,55 %	9,09 %	0,00 %	9,09 %	11	3	1
Piloter	Activité	Qualité	Rectification	0,00 %	25,00 %	58,33 %	8,33 %	8,33 %	16,67 %	12	3	0,25
Piloter	Activité	Réactivité	Taux de rotation du système	0,00 %	18,18 %	63,64 %	18,18 %	0,00 %	18,18 %	11	3	0
Piloter	Activité	Réactivité	Flexibilité renversée de la chaîne d'approvisionnement.	0,00 %	33,33 %	25,00 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	2
Piloter	Activité	Réactivité	Réactivité sur les demandes de renseignement du client	0,00 %	16,67 %	58,33 %	16,67 %	8,33 %	25,00 %	12	3	0,25
Piloter	Activité	Temps	Temps libre	0,00 %	25,00 %	25,00 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1,25
Piloter	Activité	Temps	Gaspillage de temps	0,00 %	33,33 %	25,00 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	2
Piloter	Activité	Temps	Instances dépassant le temps normal	8,33 %	25,00 %	41,67 %	25,00 %	0,00 %	25,00 %	12	3	1,25
Piloter	Activité	Temps	Instances par type de processus et par unité de temps	0,00 %	9,09 %	72,73 %	9,09 %	9,09 %	18,18 %	11	3	0
Piloter	Activité	Temps	Instances avec débit de sortie supérieur à la moyenne	0,00 %	25,00 %	41,67 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1,25
Piloter	Activité	Temps	Temps de cycle de l'instance	0,00 %	0,00 %	41,67 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1
Piloter	Activité	Temps	Débit des instances	0,00 %	8,33 %	50,00 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1
Piloter	Activité	Temps	Temps moyen de débit des instances	0,00 %	16,67 %	66,67 %	16,67 %	0,00 %	16,67 %	12	3	0
Piloter	Activité	Temps	Temps de cycle de la planification	0,00 %	0,00 %	50,00 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1
Piloter	Risque	Fiabilité	Risque managérial effectif	9,09 %	27,27 %	27,27 %	36,36 %	0,00 %	36,36 %	11	3	2
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Nouveaux services offerts	8,33 %	16,67 %	41,67 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1,25
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Communication	0,00 %	16,67 %	25,00 %	33,33 %	25,00 %	58,33 %	12	4	1,25
Piloter	Résultat	Client	Satisfaction du client externe	0,00 %	0,00 %	50,00 %	25,00 %	25,00 %	50,00 %	12	3,5	1,25
Piloter	Résultat	Client	Valeur perçue par le client	0,00 %	16,67 %	41,67 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	12	3	1
Piloter	Résultat	Client	Satisfaction des organismes de santé	0,00 %	16,67 %	25,00 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1
Piloter	Résultat	Client	Satisfaction de la communauté	0,00 %	8,33 %	33,33 %	33,33 %	25,00 %	58,33 %	12	4	1,25
Piloter	Résultat	Client	Couverture médiatique favorable	0,00 %	33,33 %	41,67 %	25,00 %	0,00 %	25,00 %	12	3	1,25
Piloter	Résultat	Client	Nombre d'initiatives de meilleures pratiques	0,00 %	0,00 %	72,73 %	27,27 %	0,00 %	27,27 %	11	3	0,5
Piloter	Résultat	Client	Qualité de l'information fournie au client	0,00 %	0,00 %	33,33 %	33,33 %	33,33 %	66,67 %	12	4	2
Piloter	Résultat	Client	Efficacité du programme de distribution	0,00 %	0,00 %	41,67 %	33,33 %	25,00 %	58,33 %	12	4	1,25
Piloter	Résultat	Client	Plaintes du client	0,00 %	8,33 %	25,00 %	41,67 %	25,00 %	66,67 %	12	4	1,25
Piloter	Résultat	Fiabilité	Justesse de la méthode de prévision de la demande	0,00 %	8,33 %	41,67 %	41,67 %	8,33 %	50,00 %	12	3,5	1
Piloter	Résultat	Fiabilité	Pourcentage de perturbation du programme	0,00 %	8,33 %	33,33 %	58,33 %	0,00 %	58,33 %	12	4	1
Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de ruptures de stock	8,33 %	0,00 %	41,67 %	25,00 %	25,00 %	50,00 %	12	3,5	1,25
Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de service	0,00 %	0,00 %	41,67 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1
Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de service en références	0,00 %	8,33 %	16,67 %	58,33 %	16,67 %	75,00 %	12	4	0,25
Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux qualité de service	0,00 %	16,67 %	41,67 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1
Piloter	Résultat	Fiabilité	Pourcentage d'écart par rapport à l'engagement de la commande	0,00 %	25,00 %	33,33 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1,25
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Stock mort	0,00 %	8,33 %	25,00 %	50,00 %	16,67 %	66,67 %	12	4	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Position concurrentielle	0,00 %	25,00 %	33,33 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	12	3	1,25
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût de gestion	0,00 %	8,33 %	50,00 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	12	3	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût de gestion par famille de produits pharmaceutiques	0,00 %	0,00 %	66,67 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	12	3	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût des finances et de la planification	0,00 %	33,33 %	50,00 %	8,33 %	8,33 %	16,67 %	12	3	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de pilotage	0,00 %	16,67 %	58,33 %	16,67 %	8,33 %	25,00 %	12	3	0,25
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total de la chaîne logistique	0,00 %	33,33 %	33,33 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	12	3	2
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total des produits dispensés	0,00 %	16,67 %	50,00 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par service rendu	0,00 %	8,33 %	58,33 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	12	3	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Résultat comptable	0,00 %	8,33 %	58,33 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Retour sur investissement	0,00 %	18,18 %	63,64 %	9,09 %	9,09 %	18,18 %	11	3	0
Piloter	Résultat	Qualité	Erreurs dans le résultat	0,00 %	25,00 %	50,00 %	16,67 %	8,33 %	25,00 %	12	3	0,5
Piloter	Résultat	Réactivité	Temps de réponse de la chaîne logistique pour les commandes spécifiques	0,00 %	16,67 %	33,33 %	41,67 %	8,33 %	50,00 %	12	3,5	1
Piloter	Résultat	Réactivité	Coût de pénalité de la performance	0,00 %	0,00 %	50,00 %	40,00 %	10,00 %	50,00 %	10	3,5	1
Piloter	Intrant	Apprentissage & Innovation	Nombre de personne requise et niveau de compétence	8,33 %	0,00 %	25,00 %	33,33 %	33,33 %	66,67 %	12	4	2
Piloter	Intrant	Apprentissage & Innovation	Évaluation des employés	0,00 %	0,00 %	50,00 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1
Piloter	Intrant	Finance/Coût	Subvention de recherche	8,33 %	25,00 %	25,00 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	2
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Nouveaux projets de recherche	8,33 %	33,33 %	16,67 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	2
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Taux d'approbation du leader	0,00 %	10,00 %	40,00 %	30,00 %	20,00 %	50,00 %	10	3,5	1
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Pourcentage du personnel qui reçoit une formation en gestion du changement	8,33 %	25,00 %	41,67 %	8,33 %	16,67 %	25,00 %	12	3	1,25
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Développement du personnel	0,00 %	18,18 %	54,55 %	18,18 %	9,09 %	27,27 %	11	3	0,5
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Taux d'absentéismes	0,00 %	16,67 %	41,67 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1
Piloter	Activité	Finance/Coût	Productivité du travail	0,00 %	27,27 %	9,09 %	54,55 %	9,09 %	63,64 %	11	4	1,5
Piloter	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines	0,00 %	0,00 %	27,27 %	63,64 %	9,09 %	72,73 %	11	4	0,5
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Publications	0,00 %	40,00 %	20,00 %	40,00 %	0,00 %	40,00 %	10	3	2
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Satisfaction des salariés	0,00 %	9,09 %	36,36 %	27,27 %	27,27 %	54,55 %	11	4	1,5
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Rétention du personnel	0,00 %	9,09 %	36,36 %	36,36 %	18,18 %	54,55 %	11	4	1
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Rotation du personnel	0,00 %	0,00 %	72,73 %	9,09 %	18,18 %	27,27 %	11	3	0,5
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de gestion des ressources humaines	0,00 %	40,00 %	40,00 %	20,00 %	0,00 %	20,00 %	10	3	1
Piloter	Intrant	Apprentissage & Innovation	Conditions de travail	0,00 %	8,33 %	33,33 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1
Piloter	Intrant	Finance/Coût	Frais de matériel	0,00 %	25,00 %	33,33 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1,25
Piloter	Activité	Qualité	Heures d'exploitation entre pannes par machine	9,09 %	9,09 %	54,55 %	18,18 %	9,09 %	27,27 %	11	3	0,5
Piloter	Activité	Qualité	Taux d'accidents professionnels	0,00 %	16,67 %	41,67 %	16,67 %	25,00 %	41,67 %	12	3	1,25
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Taux de maladie	0,00 %	8,33 %	33,33 %	25,00 %	33,33 %	58,33 %	12	4	2
Gérer les stocks	Intrant	Finance/Coût	Pourcentage des types de produits réapprovisionnés	0,00 %	8,33 %	41,67 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1
Gérer les stocks	Intrant	Finance/Coût	Coût d'investissement en infrastructure	9,09 %	36,36 %	45,45 %	0,00 %	9,09 %	9,09 %	11	3	1
Gérer les stocks	Intrant	Qualité	Date de péremption	0,00 %	8,33 %	8,33 %	33,33 %	50,00 %	83,33 %	12	4,5	1
Gérer les stocks	Activité	Fiabilité	Ressemblance des produits dans le stock global	8,33 %	8,33 %	33,33 %	16,67 %	33,33 %	50,00 %	12	3,5	2
Gérer les stocks	Activité	Fiabilité	Erreurs d'emplacement dans le stock global	0,00 %	16,67 %	41,67 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	12	3	1

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Indicateur	% Complètement pertinent					% cumulé CP et TP	Nb. Observations	Médiane	Écart interquartile
				% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent				
Gérer les stocks	Activité	Fiabilité	Inventaires	0,00 %	0,00 %	8,33 %	58,33 %	33,33 %	91,67 %	12	4	1
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par catégorie	0,00 %	8,33 %	16,67 %	50,00 %	25,00 %	75,00 %	12	4	0,5
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Stock en valeur par famille	0,00 %	0,00 %	25,00 %	50,00 %	25,00 %	75,00 %	12	4	0,5
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Taux d'occupation des racks	9,09 %	9,09 %	45,45 %	18,18 %	18,18 %	36,36 %	11	3	1
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Niveau du stock moyen	0,00 %	8,33 %	50,00 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	12	3	1
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Niveau du stock en valeur	8,33 %	8,33 %	33,33 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Rotation des stocks	0,00 %	0,00 %	33,33 %	33,33 %	33,33 %	66,67 %	12	4	2
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Flux du stock	0,00 %	8,33 %	25,00 %	33,33 %	33,33 %	66,67 %	12	4	2
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Couverture de stock	0,00 %	0,00 %	25,00 %	41,67 %	33,33 %	75,00 %	12	4	1,25
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Taux du stock de travail	0,00 %	25,00 %	8,33 %	41,67 %	25,00 %	66,67 %	12	4	1,5
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Stock total	0,00 %	0,00 %	16,67 %	41,67 %	41,67 %	83,33 %	12	4	1
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Niveau du stock en quantité	0,00 %	0,00 %	25,00 %	41,67 %	33,33 %	75,00 %	12	4	1,25
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Nombre de références stockées	0,00 %	9,09 %	27,27 %	54,55 %	9,09 %	63,64 %	11	4	1
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Densité du stock	0,00 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	33,33 %	66,67 %	12	4	2
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Vitesse d'écoulement du stock	0,00 %	9,09 %	27,27 %	27,27 %	36,36 %	63,64 %	11	4	2
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Espace de stockage	9,09 %	9,09 %	18,18 %	36,36 %	27,27 %	63,64 %	11	4	1,5
Gérer les stocks	Activité	Qualité	Durée de vie acceptable	0,00 %	0,00 %	50,00 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1
Gérer les stocks	Activité	Qualité	Encours	0,00 %	8,33 %	0,00 %	66,67 %	25,00 %	91,67 %	12	4	0,25
Gérer les stocks	Activité	Qualité	Conditions de transport et de conservation	0,00 %	0,00 %	25,00 %	41,67 %	33,33 %	75,00 %	12	4	1,25
Gérer les stocks	Activité	Qualité	Liquidation	8,33 %	0,00 %	33,33 %	25,00 %	33,33 %	58,33 %	12	4	2
Gérer les stocks	Activité	Réactivité	Commandes en attente	0,00 %	16,67 %	16,67 %	50,00 %	16,67 %	66,67 %	12	4	1
Gérer les stocks	Activité	Temps	Rotation des stocks	0,00 %	0,00 %	25,00 %	58,33 %	16,67 %	75,00 %	12	4	0,25
Gérer les stocks	Activité	Temps	Flux du stock	0,00 %	8,33 %	25,00 %	33,33 %	33,33 %	66,67 %	12	4	2
Gérer les stocks	Activité	Temps	Débit des produits du stock	0,00 %	0,00 %	16,67 %	58,33 %	25,00 %	83,33 %	12	4	0,25
Gérer les stocks	Risque	Fiabilité	Probabilité de la rupture du stock	0,00 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	33,33 %	66,67 %	12	4	2
Gérer les stocks	Résultat	Fiabilité	Erreurs de ramassage	8,33 %	16,67 %	41,67 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1,25
Gérer les stocks	Résultat	Fiabilité	Précision du stock global	8,33 %	16,67 %	16,67 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1,25
Gérer les stocks	Résultat	Fiabilité	Traçabilité du stock	8,33 %	0,00 %	16,67 %	25,00 %	50,00 %	75,00 %	12	4,5	1,25
Gérer les stocks	Résultat	Fiabilité	Taux d'erreur de codage	0,00 %	36,36 %	36,36 %	18,18 %	9,09 %	27,27 %	11	3	1,5
Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Exactitude des inventaires	0,00 %	0,00 %	8,33 %	66,67 %	25,00 %	91,67 %	12	4	0,25
Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Montant du stock obsolète	0,00 %	9,09 %	18,18 %	45,45 %	27,27 %	72,73 %	11	4	1
Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Coût total de possession du stock	8,33 %	0,00 %	41,67 %	41,67 %	8,33 %	50,00 %	12	3,5	1
Gérer les stocks	Résultat	Flexibilité	Pourcentage moyen des demandes non satisfaites	8,33 %	0,00 %	16,67 %	41,67 %	33,33 %	75,00 %	12	4	1,25
Gérer les stocks	Résultat	Flexibilité	Taux de disponibilité des produits	0,00 %	0,00 %	16,67 %	33,33 %	50,00 %	83,33 %	12	4,5	1
Fabriquer	Intrant	Flexibilité	Flexibilité du volume de production	9,09 %	18,18 %	45,45 %	9,09 %	18,18 %	27,27 %	11	3	1
Fabriquer	Intrant	Qualité	Consommation d'eau	18,18 %	36,36 %	27,27 %	9,09 %	9,09 %	18,18 %	11	2	1
Fabriquer	Intrant	Qualité	Taux de rendement du matériel	18,18 %	0,00 %	63,64 %	9,09 %	9,09 %	18,18 %	11	3	0
Fabriquer	Activité	Finance/Coût	Efficience de la production	11,11 %	0,00 %	55,56 %	22,22 %	11,11 %	33,33 %	9	3	1
Fabriquer	Activité	Finance/Coût	Taux d'utilisation de l'espace de production	10,00 %	0,00 %	20,00 %	30,00 %	0,00 %	30,00 %	10	2,5	1,75
Fabriquer	Activité	Finance/Coût	Coût par heure opérationnelle de préparation	22,22 %	22,22 %	22,22 %	11,11 %	22,22 %	33,33 %	9	3	2
Fabriquer	Activité	Qualité	Défauts par unités produites	0,00 %	20,00 %	20,00 %	30,00 %	30,00 %	60,00 %	10	4	1,75
Fabriquer	Activité	Qualité	Défauts d'unités produites par million d'opportunités	0,00 %	40,00 %	40,00 %	0,00 %	20,00 %	20,00 %	10	3	1
Fabriquer	Activité	Qualité	Partie par million des défauts d'unités produites	0,00 %	50,00 %	30,00 %	0,00 %	20,00 %	20,00 %	10	2,5	1
Fabriquer	Activité	Qualité	Rendement de premier passage dans la préparation	10,00 %	20,00 %	50,00 %	0,00 %	20,00 %	20,00 %	10	3	0,75
Fabriquer	Activité	Qualité	Reprises	0,00 %	50,00 %	20,00 %	20,00 %	10,00 %	30,00 %	10	2,5	1,75
Fabriquer	Activité	Réactivité	Produits préparés en avance	0,00 %	40,00 %	10,00 %	40,00 %	10,00 %	50,00 %	10	3,5	2
Fabriquer	Activité	Réactivité	Délai de fabrication	0,00 %	11,11 %	33,33 %	33,33 %	22,22 %	55,56 %	9	4	1
Fabriquer	Activité	Temps	Temps de réglage de l'équipement de production	0,00 %	33,33 %	33,33 %	0,00 %	33,33 %	33,33 %	9	3	3
Fabriquer	Activité	Temps	Temps de cycle de la production	0,00 %	11,11 %	33,33 %	22,22 %	33,33 %	55,56 %	10	4	2
Fabriquer	Activité	Temps	Rack time de production	0,00 %	12,50 %	25,00 %	25,00 %	37,50 %	62,50 %	8	4	1
Fabriquer	Activité	Temps	Ratio de fluidité de la production	0,00 %	22,22 %	44,44 %	11,11 %	22,22 %	33,33 %	9	3	1
Fabriquer	Activité	Temps	Débit des produits	0,00 %	11,11 %	33,33 %	22,22 %	33,33 %	55,56 %	9	4	2
Fabriquer	Risque	Qualité	Probabilité d'une unité produite avec un défaut	0,00 %	22,22 %	22,22 %	33,33 %	22,22 %	55,56 %	9	4	1
Fabriquer	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de production	0,00 %	11,11 %	33,33 %	33,33 %	22,22 %	55,56 %	9	4	1
Fabriquer	Résultat	Flexibilité	Économies d'envergure	0,00 %	22,22 %	55,56 %	11,11 %	11,11 %	22,22 %	9	3	0
Fabriquer	Résultat	Qualité	Taux des défauts Vs Qualité des produits préparés	0,00 %	11,11 %	33,33 %	22,22 %	33,33 %	55,56 %	9	4	2
Fabriquer	Résultat	Qualité	Taux de rebuts des produits préparés	0,00 %	0,00 %	22,22 %	52,22 %	22,22 %	77,78 %	9	4	0
Fabriquer	Résultat	Temps	Variabilité du temps de cycle	0,00 %	11,11 %	44,44 %	22,22 %	22,22 %	44,44 %	9	3	1
Dispenser	Contexte	Flexibilité	Pourcentage de lits occupés	0,00 %	8,33 %	41,67 %	50,00 %	0,00 %	50,00 %	12	3,5	1
Dispenser	Intrant	Fiabilité	Exactitude des prescriptions	0,00 %	33,33 %	25,00 %	25,00 %	0,00 %	41,67 %	12	3	2
Dispenser	Intrant	Qualité	Taux de recyclage	8,33 %	41,67 %	16,67 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	12	2,5	2
Dispenser	Activité	Fiabilité	Ressemblance des produits dans le stock global	0,00 %	16,67 %	41,67 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	12	3	1
Dispenser	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison	0,00 %	9,09 %	18,18 %	54,55 %	18,18 %	72,73 %	11	4	0,5
Dispenser	Activité	Fiabilité	Capacité d'éviter les litiges avec le client	0,00 %	8,33 %	33,33 %	33,33 %	25,00 %	58,33 %	12	4	1,25
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Dispensations exceptionnelles	0,00 %	25,00 %	33,33 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1,25
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Coût par heure opérationnelle de distribution	0,00 %	16,67 %	58,33 %	16,67 %	8,33 %	25,00 %	12	3	0,25
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Nombre de commandes par préparateur	0,00 %	8,33 %	41,67 %	25,00 %	25,00 %	50,00 %	12	3,5	1,25
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Nombre de colis par préparateur	0,00 %	16,67 %	33,33 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Consommations par employé	0,00 %	8,33 %	16,67 %	50,00 %	25,00 %	75,00 %	12	4	0,5
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Nombre de livraisons par moyen de transport	0,00 %	16,67 %	41,67 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	12	3	1
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Pertes de produits	0,00 %	8,33 %	58,33 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	12	3	1
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock	0,00 %	25,00 %	25,00 %	25,00 %	25,00 %	50,00 %	12	3,5	1,5
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de chariots homogènes	8,33 %	41,67 %	33,33 %	8,33 %	8,33 %	16,67 %	12	2,5	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de colis apprêtés	0,00 %	25,00 %	41,67 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1,25

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Indicateur						% cumulé CP et TP	Nb. Observations	Médiane	Écart interquartile
				% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent				
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de jours de préparateurs	0,00 %	16,67 %	41,67 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre d'expéditions	0,00 %	25,00 %	50,00 %	25,00 %	0,00 %	25,00 %	12	3	0,5
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de clients internes livrés	0,00 %	18,18 %	36,36 %	36,36 %	9,09 %	45,45 %	11	3	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de points de livraison	9,09 %	36,36 %	36,36 %	18,18 %	0,00 %	18,18 %	11	3	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de clients livrés par tournée	16,67 %	16,67 %	33,33 %	33,33 %	0,00 %	33,33 %	12	3	2
Dispenser	Activité	Flexibilité	Approvisionnement sur dotation	0,00 %	0,00 %	41,67 %	50,00 %	8,33 %	58,33 %	12	4	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Flexibilité de la livraison	0,00 %	0,00 %	41,67 %	50,00 %	8,33 %	58,33 %	12	4	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par bon de pharmacie	0,00 %	8,33 %	16,67 %	75,00 %	0,00 %	75,00 %	12	4	0,25
Dispenser	Activité	Flexibilité	Charge des bons de pharmacie	0,00 %	8,33 %	33,33 %	33,33 %	25,00 %	58,33 %	12	4	1,25
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes par ordonnance	0,00 %	8,33 %	16,67 %	66,67 %	8,33 %	75,00 %	12	4	0,25
Dispenser	Activité	Flexibilité	Charge des ordonnances Internes	0,00 %	16,67 %	33,33 %	41,67 %	8,33 %	50,00 %	12	3,5	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de lignes de défauts livrées	0,00 %	25,00 %	41,67 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1,25
Dispenser	Activité	Qualité	Défauts par unités d'ordonnance	0,00 %	16,67 %	41,67 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	12	3	1
Dispenser	Activité	Qualité	Défauts par unités de bon de livraison	0,00 %	16,67 %	41,67 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1
Dispenser	Activité	Qualité	Défauts par unités de bon de pharmacie	0,00 %	16,67 %	41,67 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1
Dispenser	Activité	Qualité	Défauts d'ordonnance par million opportunités	0,00 %	18,18 %	54,55 %	18,18 %	9,09 %	27,27 %	11	3	0,5
Dispenser	Activité	Qualité	Défauts des bons de pharmacie par million opportunités	0,00 %	16,67 %	58,33 %	8,33 %	16,67 %	25,00 %	12	3	0,25
Dispenser	Activité	Qualité	Partie par million des défauts d'ordonnance	0,00 %	33,33 %	33,33 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	12	3	2
Dispenser	Activité	Qualité	Partie par million des défauts des bons de pharmacie	0,00 %	33,33 %	41,67 %	16,67 %	8,33 %	25,00 %	12	3	1,25
Dispenser	Activité	Réactivité	Flexibilité de la livraison	0,00 %	16,67 %	25,00 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1
Dispenser	Activité	Réactivité	Pourcentage des livraisons urgentes	0,00 %	0,00 %	54,55 %	18,18 %	27,27 %	45,45 %	11	3	1,5
Dispenser	Activité	Réactivité	Délai d'accomplissement d'un bon de pharmacie	0,00 %	0,00 %	41,67 %	33,33 %	25,00 %	58,33 %	12	4	1,25
Dispenser	Activité	Réactivité	Délai d'accomplissement d'une ordonnance de malade ambulatoire	0,00 %	8,33 %	25,00 %	41,67 %	25,00 %	66,67 %	12	4	1,25
Dispenser	Activité	Réactivité	Délai d'accomplissement d'une ordonnance interne	0,00 %	8,33 %	33,33 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1
Dispenser	Activité	Réactivité	Temps de réponse aux appels	0,00 %	33,33 %	33,33 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	2
Dispenser	Activité	Temps	Fréquence de livraison	0,00 %	8,33 %	41,67 %	25,00 %	25,00 %	50,00 %	12	3,5	1,25
Dispenser	Activité	Temps	Ratio de fluidité de la dispensation	0,00 %	16,67 %	50,00 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	12	3	1
Dispenser	Activité	Temps	Tact time de dispensation	0,00 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1,25
Dispenser	Activité	Temps	Temps de réglage de l'équipement de distribution	18,18 %	54,55 %	0,00 %	27,27 %	0,00 %	27,27 %	11	2	1
Dispenser	Activité	Temps	Débit des bons de pharmacie	0,00 %	8,33 %	50,00 %	16,67 %	25,00 %	41,67 %	12	3	1,25
Dispenser	Activité	Temps	Débit des ordonnances internes	0,00 %	8,33 %	41,67 %	25,00 %	25,00 %	50,00 %	12	3,5	1,25
Dispenser	Risque	Qualité	Probabilité d'un bon de livraison avec erreur	0,00 %	18,18 %	18,18 %	45,45 %	18,18 %	63,64 %	11	4	1
Dispenser	Risque	Qualité	Probabilité d'un bon de pharmacie avec une erreur	0,00 %	18,18 %	27,27 %	36,36 %	18,18 %	54,55 %	11	4	1
Dispenser	Risque	Qualité	Probabilité d'une ordonnance avec une erreur	0,00 %	18,18 %	27,27 %	36,36 %	18,18 %	54,55 %	11	4	1
Dispenser	Résultat	Apprentissage & Innovation	Variété des services	0,00 %	41,67 %	50,00 %	8,33 %	0,00 %	8,33 %	12	3	1
Dispenser	Résultat	Client	Service au client	0,00 %	8,33 %	58,33 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1
Dispenser	Résultat	Client	Satisfaction sur la pharmacie clinique	0,00 %	0,00 %	45,45 %	36,36 %	18,18 %	54,55 %	11	4	1
Dispenser	Résultat	Client	Taux de litiges avec les clients	0,00 %	25,00 %	41,67 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1,25
Dispenser	Résultat	Client	Relation avec les clients	0,00 %	25,00 %	33,33 %	16,67 %	25,00 %	41,67 %	12	3	1,5
Dispenser	Résultat	Client	Satisfaction des services de soins	0,00 %	0,00 %	66,67 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	12	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Commandes livrées en deux fois	8,33 %	8,33 %	58,33 %	25,00 %	0,00 %	25,00 %	12	3	0,25
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Commandes livrées en délai inférieur au délai contractuel	8,33 %	8,33 %	50,00 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Traçabilité de la dispensation	0,00 %	0,00 %	30,00 %	40,00 %	30,00 %	70,00 %	10	4	1,5
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande pour le client	0,00 %	8,33 %	33,33 %	25,00 %	33,33 %	58,33 %	12	4	2
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision des documents	0,00 %	8,33 %	16,67 %	58,33 %	16,67 %	75,00 %	12	4	2
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Erreurs d'étiquetage des produits livrés	16,67 %	8,33 %	25,00 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1,25
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision de l'article livré au client	0,00 %	16,67 %	33,33 %	41,67 %	8,33 %	50,00 %	12	3,5	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Fiabilité du processus interne	0,00 %	25,00 %	58,33 %	8,33 %	8,33 %	16,67 %	12	3	0,25
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision de la quantité livrée au client	0,00 %	16,67 %	50,00 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Taux de retour client	0,00 %	25,00 %	58,33 %	8,33 %	8,33 %	16,67 %	12	3	0,25
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Pourcentage des commandes livrées complètement pour le client	0,00 %	33,33 %	33,33 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	2
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Taux qualité de service	0,00 %	16,67 %	33,33 %	41,67 %	8,33 %	50,00 %	12	3,5	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Aptitude à satisfaire une commande complète à la date prévue	0,00 %	0,00 %	50,00 %	33,33 %	16,67 %	50,00 %	12	3,5	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Pourcentage d'écart par rapport à l'engagement de la commande	0,00 %	25,00 %	25,00 %	41,67 %	8,33 %	50,00 %	12	3,5	1,25
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Dose unitaire	9,09 %	36,36 %	18,18 %	27,27 %	9,09 %	36,36 %	11	3	2
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Condition parfaite pour le client	0,00 %	0,00 %	58,33 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Incidents graves	10,00 %	20,00 %	20,00 %	20,00 %	30,00 %	50,00 %	10	3,5	2,5
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Erreurs de transport	0,00 %	36,36 %	54,55 %	0,00 %	9,09 %	9,09 %	11	3	1
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût de retour du client	0,00 %	41,67 %	50,00 %	0,00 %	8,33 %	8,33 %	12	3	1
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût unitaire de transport au chariot	18,18 %	63,64 %	9,09 %	0,00 %	9,09 %	9,09 %	11	2	0
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût unitaire de traitement de la commande	8,33 %	25,00 %	25,00 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	2
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût de gestion de la commande	8,33 %	41,67 %	25,00 %	16,67 %	8,33 %	25,00 %	12	2,5	1,25
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût total du transport aval	18,18 %	36,36 %	27,27 %	9,09 %	9,09 %	18,18 %	11	2	1
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Gamme de services	9,09 %	36,36 %	36,36 %	9,09 %	9,09 %	18,18 %	11	3	1
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de distribution	0,00 %	18,18 %	54,55 %	18,18 %	9,09 %	27,27 %	11	3	0,5
Dispenser	Résultat	Flexibilité	Croissance du volume par service de santé	0,00 %	0,00 %	16,67 %	58,33 %	25,00 %	83,33 %	12	4	0,25
Dispenser	Résultat	Qualité	Qualité de la marchandise livrée	0,00 %	8,33 %	50,00 %	33,33 %	8,33 %	41,67 %	12	3	1
Dispenser	Résultat	Qualité	Taux de retour client	0,00 %	18,18 %	54,55 %	18,18 %	9,09 %	27,27 %	11	3	0,5
Dispenser	Résultat	Réactivité	Temps moyen d'attente du client	0,00 %	27,27 %	27,27 %	36,36 %	9,09 %	45,45 %	11	3	1,5
Dispenser	Résultat	Temps	Respect délais de livraison	0,00 %	8,33 %	50,00 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	12	3	1
Dispenser	Résultat	Temps	Retard de livraison	0,00 %	0,00 %	63,64 %	9,09 %	27,27 %	36,36 %	11	3	1,5
Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Nombre de jours des comptes créditeurs	9,09 %	18,18 %	27,27 %	36,36 %	9,09 %	45,45 %	11	3	1,5
Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Délai moyen de règlement des comptes fournisseurs	0,00 %	25,00 %	16,67 %	41,67 %	16,67 %	58,33 %	12	4	1,25
Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash	10,00 %	10,00 %	10,00 %	50,00 %	20,00 %	70,00 %	10	4	0,75
Comptabiliser	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de comptabilisation	0,00 %	18,18 %	54,55 %	9,09 %	18,18 %	27,27 %	11	3	0,5
Comptabiliser	Résultat	Finance/Coût	Retour sur investissement	0,00 %	16,67 %	50,00 %	25,00 %	8,33 %	33,33 %	12	3	1

Annexe G.2. Résultats du questionnaire distribué aux services de santé

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Indicateur						% cumulé CP et TP	Nb. Observations	Médiane	Écart interquartile
				% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent				
Piloteur	Contexte	Flexibilité	Durée de séjour	0,00 %	15,79 %	47,37 %	26,32 %	10,53 %	36,84 %	19	3	1
Piloteur	Contexte	Flexibilité	Consommation par pathologie	11,11 %	16,67 %	27,78 %	33,33 %	11,11 %	44,44 %	18	3	1,75
Piloteur	Contexte	Flexibilité	Consommation des patients	5,56 %	5,56 %	44,44 %	27,78 %	16,67 %	44,44 %	18	3	1
Piloteur	Intrant	Flexibilité	Capacité supplémentaire	0,00 %	50,00 %	27,78 %	22,22 %	0,00 %	22,22 %	18	2,5	1
Piloteur	Intrant	Flexibilité	Capacité disponible du système	0,00 %	26,32 %	47,37 %	15,79 %	10,53 %	26,32 %	19	3	1
Piloteur	Intrant	Qualité	Consommation d'énergie	5,56 %	44,44 %	33,33 %	5,56 %	11,11 %	16,67 %	18	2,5	1
Piloteur	Activité	Apprentissage & Innovation	Conflit du travail	10,53 %	26,32 %	10,53 %	36,84 %	15,79 %	52,63 %	19	4	2

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Indicateur	% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent	% cumulé CP et TP	Nb. Observations	o/Médiane	Écart interquartile
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Développement et utilisation du cheminement clinique	15,79 %	15,79 %	42,11 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	1,5
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Nombre d'institutions dans les activités conjointes	22,22 %	27,78 %	33,33 %	11,11 %	5,56 %	16,67 %	18	2,5	1
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Technologie de l'information clinique	10,53 %	42,11 %	26,32 %	10,53 %	10,53 %	21,05 %	19	2	1
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Taux d'utilisation des systèmes d'échange de données	33,33 %	38,89 %	11,11 %	5,56 %	11,11 %	16,67 %	18	2	1,75
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Innovation du service	11,76 %	11,76 %	35,29 %	23,53 %	17,65 %	41,18 %	17	3	1
Piloter	Activité	Fiabilité	La méthode de saisie de la commande client	12,50 %	25,00 %	43,75 %	18,75 %	0,00 %	18,75 %	16	3	1
Piloter	Activité	Fiabilité	Tenue des supports réglementaires	0,00 %	38,89 %	16,67 %	27,78 %	16,67 %	44,44 %	18	3	2
Piloter	Activité	Fiabilité	Efficacité de la méthode de planification	5,26 %	21,05 %	47,37 %	26,32 %	0,00 %	26,32 %	19	3	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Temps libre	11,11 %	27,78 %	44,44 %	0,00 %	16,67 %	16,67 %	18	3	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Nombre du personnel planifié pour un Rôle / Fonction	0,00 %	31,25 %	25,00 %	31,25 %	12,50 %	43,75 %	16	3	2
Piloter	Activité	Flexibilité	Nombre actuel du personnel assigné à un Rôle / Fonction	5,88 %	35,29 %	35,29 %	11,76 %	11,76 %	23,53 %	17	3	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Révision des quotas de produits conservés aux équipes de garde	0,00 %	0,00 %	57,89 %	26,32 %	15,79 %	42,11 %	19	3	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Flexibilité renversée de la chaîne d'approvisionnement.	5,88 %	47,06 %	29,41 %	17,65 %	0,00 %	17,65 %	17	2	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Nombre d'instances par ressource	5,26 %	47,37 %	31,58 %	15,79 %	0,00 %	15,79 %	19	2	1
Piloter	Activité	Flexibilité	Taux de charge des ressources	5,26 %	36,84 %	31,58 %	15,79 %	10,53 %	26,32 %	19	3	1,5
Piloter	Activité	Flexibilité	Instances par type de processus	0,00 %	33,33 %	38,89 %	22,22 %	5,56 %	27,78 %	18	3	1,75
Piloter	Activité	Flexibilité	Quantité d'instances en progression	0,00 %	38,89 %	16,67 %	44,44 %	0,00 %	44,44 %	18	3	2
Piloter	Activité	Qualité	Collaboration pour améliorer la qualité	5,56 %	11,11 %	44,44 %	27,78 %	11,11 %	38,89 %	18	3	1
Piloter	Activité	Qualité	Gaspiillage du service de santé	0,00 %	23,53 %	41,18 %	17,65 %	17,65 %	35,29 %	17	3	1
Piloter	Activité	Qualité	Proportion de corrections sur les erreurs corrigibles	11,76 %	23,53 %	35,29 %	23,53 %	5,88 %	29,41 %	17	3	2
Piloter	Activité	Qualité	Rectification	12,50 %	31,25 %	18,75 %	31,25 %	6,25 %	37,50 %	16	3	2
Piloter	Activité	Qualité	Respect de la règle FIFO	0,00 %	15,79 %	31,58 %	5,26 %	47,37 %	52,63 %	19	4	2
Piloter	Activité	Réactivité	Taux de rotation du système	5,88 %	41,18 %	29,41 %	23,53 %	0,00 %	23,53 %	17	3	1
Piloter	Activité	Réactivité	Flexibilité renversée de la chaîne d'approvisionnement.	22,22 %	22,22 %	27,78 %	22,22 %	5,56 %	27,78 %	18	3	1,75
Piloter	Activité	Réactivité	Ratio d'incertitude	0,00 %	26,32 %	47,37 %	15,79 %	10,53 %	26,32 %	19	3	1
Piloter	Activité	Réactivité	Réactivité sur les demandes de renseignement du client	5,26 %	52,63 %	36,84 %	5,26 %	0,00 %	5,26 %	19	2	1
Piloter	Activité	Temps	Temps libre	5,26 %	36,84 %	42,11 %	10,53 %	5,26 %	15,79 %	19	3	1
Piloter	Activité	Temps	Gaspiillage de temps	5,56 %	27,78 %	44,44 %	16,67 %	5,56 %	22,22 %	18	3	1
Piloter	Activité	Temps	Instances dépassant le temps normal	5,26 %	31,58 %	52,63 %	5,26 %	5,26 %	10,53 %	19	3	1
Piloter	Activité	Temps	Instances par type de processus et par unité de temps	10,53 %	26,32 %	36,84 %	15,79 %	10,53 %	26,32 %	19	3	1,5
Piloter	Activité	Temps	Instances avec débit de sortie supérieur à la moyenne	5,56 %	33,33 %	50,00 %	11,11 %	0,00 %	11,11 %	18	3	1
Piloter	Activité	Temps	Temps de cycle de l'instance	0,00 %	22,22 %	55,56 %	11,11 %	11,11 %	22,22 %	18	3	0
Piloter	Activité	Temps	Débit des instances	0,00 %	31,58 %	47,37 %	15,79 %	5,26 %	21,05 %	19	3	1
Piloter	Activité	Temps	Temps moyen de débit des instances	0,00 %	50,00 %	33,33 %	11,11 %	5,56 %	16,67 %	18	2,5	1
Piloter	Activité	Temps	Temps de cycle de la planification	0,00 %	21,05 %	63,16 %	15,79 %	0,00 %	15,79 %	19	3	0
Piloter	Risque	Fiabilité	Risque managérial effectif	5,26 %	26,32 %	52,63 %	5,26 %	10,53 %	15,79 %	19	3	1
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Nouveaux services offerts	10,53 %	10,53 %	42,11 %	31,58 %	5,26 %	36,84 %	19	3	1
Piloter	Résultat	Client	Satisfaction du client externe	0,00 %	26,32 %	42,11 %	26,32 %	5,26 %	31,58 %	19	3	1,5
Piloter	Résultat	Client	Valeur perçue par le client	11,11 %	22,22 %	33,33 %	22,22 %	11,11 %	33,33 %	18	3	2
Piloter	Résultat	Client	Satisfaction des organismes de santé	11,76 %	23,53 %	29,41 %	23,53 %	11,76 %	35,29 %	17	3	2
Piloter	Résultat	Client	Satisfaction de la communauté	11,11 %	22,22 %	38,89 %	16,67 %	11,11 %	27,78 %	18	3	1,75
Piloter	Résultat	Client	Nombre d'initiatives de meilleures pratiques	5,56 %	22,22 %	55,56 %	16,67 %	0,00 %	16,67 %	18	3	0,75
Piloter	Résultat	Client	Qualité de l'information fournie au client	0,00 %	22,22 %	44,44 %	22,22 %	11,11 %	33,33 %	18	3	1
Piloter	Résultat	Client	Efficacité du programme de distribution	0,00 %	27,78 %	33,33 %	22,22 %	16,67 %	38,89 %	18	3	1,75
Piloter	Résultat	Client	Plaintes du client	0,00 %	22,22 %	38,89 %	22,22 %	16,67 %	38,89 %	18	3	1
Piloter	Résultat	Fiabilité	Pourcentage d'écart par rapport à l'engagement de commande	0,00 %	33,33 %	27,78 %	33,33 %	5,56 %	38,89 %	18	3	2
Piloter	Résultat	Fiabilité	Justesse de la méthode de prévision de la demande	5,26 %	10,53 %	52,63 %	21,05 %	10,53 %	31,58 %	19	3	1
Piloter	Résultat	Fiabilité	Pourcentage de perturbation du programme	5,26 %	10,53 %	57,89 %	15,79 %	10,53 %	26,32 %	19	3	0,5
Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de service	0,00 %	10,53 %	47,37 %	31,58 %	10,53 %	42,11 %	19	3	1
Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de ruptures de stock	0,00 %	15,79 %	52,63 %	10,53 %	21,05 %	31,58 %	19	3	1
Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux de service en références	0,00 %	16,67 %	50,00 %	27,78 %	5,56 %	33,33 %	18	3	1
Piloter	Résultat	Fiabilité	Taux qualité de service	0,00 %	10,53 %	63,16 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	0,5
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Stock mort	5,56 %	16,67 %	22,22 %	33,33 %	22,22 %	55,56 %	18	4	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par patient	5,26 %	10,53 %	21,05 %	42,11 %	21,05 %	63,16 %	19	4	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total des produits dispensés	5,56 %	5,56 %	33,33 %	33,33 %	22,22 %	55,56 %	18	4	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût de gestion	0,00 %	12,50 %	62,50 %	12,50 %	12,50 %	25,00 %	16	3	0,25
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût de gestion par famille de produits pharmaceutiques	0,00 %	11,11 %	55,56 %	11,11 %	22,22 %	33,33 %	18	3	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût de la planification	5,56 %	16,67 %	55,56 %	5,56 %	16,67 %	22,22 %	18	3	0
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de pilotage	11,11 %	11,11 %	55,56 %	11,11 %	11,11 %	22,22 %	18	3	0
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total de la chaîne logistique	5,56 %	33,33 %	38,89 %	16,67 %	5,56 %	22,22 %	18	3	1
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par service rendu	11,11 %	27,78 %	33,33 %	16,67 %	11,11 %	27,78 %	18	3	1,75
Piloter	Résultat	Qualité	Erreurs dans le résultat	17,65 %	29,41 %	29,41 %	17,65 %	5,88 %	23,53 %	17	3	1
Piloter	Résultat	Réactivité	Coût de pénalité de la performance	15,79 %	31,58 %	31,58 %	15,79 %	5,26 %	21,05 %	19	3	1
Dispenser	Contexte	Flexibilité	Pourcentage de lits occupés	5,26 %	10,53 %	21,05 %	52,63 %	10,53 %	63,16 %	19	4	1
Dispenser	Intrant	Client	Indice de mortalité	0,00 %	36,84 %	36,84 %	10,53 %	15,79 %	26,32 %	19	3	1,5
Dispenser	Intrant	Qualité	Consommation d'eau	11,11 %	11,11 %	38,89 %	33,33 %	5,56 %	38,89 %	18	3	1
Dispenser	Intrant	Qualité	Taux de recyclage	33,33 %	22,22 %	22,22 %	22,22 %	0,00 %	22,22 %	18	2	2
Dispenser	Intrant	Qualité	Indice de mortalité	16,67 %	38,89 %	22,22 %	11,11 %	11,11 %	22,22 %	18	2	1
Dispenser	Activité	Fiabilité	Exactitude des prescriptions	11,11 %	5,56 %	44,44 %	22,22 %	16,67 %	38,89 %	18	3	1
Dispenser	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprêtage de la livraison	5,26 %	15,79 %	36,84 %	26,32 %	15,79 %	42,11 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Consommations par employé	5,26 %	21,05 %	36,84 %	36,84 %	0,00 %	36,84 %	19	3	1,5
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Dispensations exceptionnelles	10,53 %	26,32 %	42,11 %	21,05 %	0,00 %	21,05 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Coût par heure opérationnelle de distribution	22,22 %	27,78 %	50,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	18	2,5	1
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Nombre de commandes par préparateur	5,26 %	36,84 %	57,89 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Nombre de colis par préparateur	5,26 %	52,63 %	31,58 %	5,26 %	5,26 %	10,53 %	19	2	1
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Nombre de livraisons par moyen de transport	16,67 %	38,89 %	38,89 %	5,56 %	0,00 %	5,56 %	18	2	1
Dispenser	Activité	Finance/Coût	Pertes de produits	5,26 %	15,79 %	31,58 %	42,11 %	5,26 %	47,37 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes	0,00 %	0,00 %	47,37 %	47,37 %	5,26 %	52,63 %	19	4	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de lignes de produits livrées	0,00 %	42,11 %	47,37 %	10,53 %	0,00 %	10,53 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de chariots homogènes	5,26 %	42,11 %	31,58 %	21,05 %	0,00 %	21,05 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de colis apprêtés	5,26 %	26,32 %	47,37 %	15,79 %	5,26 %	21,05 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre d'expéditions	5,26 %	15,79 %	47,37 %	26,32 %	5,26 %	31,58 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de clients internes livrés	0,00 %	15,79 %	68,42 %	15,79 %	0,00 %	15,79 %	19	3	0
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de clients livrés par tournée	0,00 %	27,78 %	33,33 %	38,89 %	0,00 %	38,89 %	18	3	1,75
Dispenser	Activité	Flexibilité	Flexibilité de la livraison	11,11 %	11,11 %	38,89 %	27,78 %	11,11 %	38,89 %	18	3	1
Dispenser	Activité	Réactivité	Flexibilité de la livraison	0,00 %	10,53 %	47,37 %	36,84 %	5,26 %	42,11 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Réactivité	Pourcentage des livraisons urgentes	0,00 %	10,53 %	42,11 %	21,05 %	26,32 %	47,37 %	19	3	1,5
Dispenser	Activité	Réactivité	Délai d'accomplissement d'une ordonnance interne	0,00 %	10,53 %	42,11 %	31,58 %	15,79 %	47,37 %	19	3	1
Dispenser	Activité	Réactivité	Temps de réponse aux appels	0,00 %	42,11 %	31,58 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	1,5

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Indicateur	% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent	% cumulé CP et TP	Nb. Observations	Médiane	Écart interquartile
Dispenser	Activité	Temps	Fréquence de livraison	5,56 %	16,67 %	44,44 %	33,33 %	0,00 %	33,33 %	18	3	1
Dispenser	Activité	Temps	Ratio de fluidité de la dispensation	11,11 %	22,22 %	50,00 %	11,11 %	5,56 %	16,67 %	18	3	1
Dispenser	Activité	Temps	Tact time de dispensation	5,26 %	10,53 %	57,89 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	0,5
Dispenser	Activité	Temps	Temps de réglage de l'équipement de distribution/ administration	16,67 %	33,33 %	44,44 %	0,00 %	5,56 %	5,56 %	18	2,5	1
Dispenser	Résultat	Apprentissage & Innovation	Variété des services	10,53 %	15,79 %	57,89 %	10,53 %	5,26 %	15,79 %	19	3	0,5
Dispenser	Résultat	Client	Service au client	5,26 %	31,58 %	31,58 %	31,58 %	0,00 %	31,58 %	19	3	2
Dispenser	Résultat	Client	Taux de litiges avec les clients	5,26 %	26,32 %	31,58 %	31,58 %	5,26 %	36,84 %	19	3	2
Dispenser	Résultat	Client	Cas d'annulation	15,79 %	21,05 %	36,84 %	15,79 %	10,53 %	26,32 %	19	3	1,5
Dispenser	Résultat	Client	Relation avec les clients	10,53 %	10,53 %	36,84 %	26,32 %	15,79 %	42,11 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Client	Satisfaction sur la pharmacie clinique	5,26 %	5,26 %	47,37 %	31,58 %	10,53 %	42,11 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Client	Satisfaction sur le service	0,00 %	10,53 %	47,37 %	31,58 %	10,53 %	42,11 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Client	Satisfaction des équipes de gardes	0,00 %	15,79 %	42,11 %	26,32 %	15,79 %	42,11 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Traçabilité de la dispensation	0,00 %	15,79 %	42,11 %	15,79 %	26,32 %	42,11 %	19	3	1,5
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Commandes livrées en deux fois	15,79 %	15,79 %	31,58 %	26,32 %	10,53 %	36,84 %	19	3	2
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Commandes livrées en délai inférieur au délai contractuel	0,00 %	21,05 %	63,16 %	10,53 %	5,26 %	15,79 %	19	3	0
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Condition parfaite pour le client	11,11 %	11,11 %	38,89 %	33,33 %	5,56 %	38,89 %	18	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Aptitude à satisfaire une commande complète à la date prévue	10,53 %	10,53 %	42,11 %	15,79 %	21,05 %	36,84 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision des documents	10,53 %	21,05 %	36,84 %	15,79 %	15,79 %	31,58 %	19	3	2
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Bonne administration	10,53 %	15,79 %	42,11 %	10,53 %	21,05 %	31,58 %	19	3	1,5
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Fiabilité du processus interne	21,05 %	15,79 %	31,58 %	21,05 %	10,53 %	31,58 %	19	3	2
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Taux de retour client	21,05 %	26,32 %	21,05 %	21,05 %	10,53 %	31,58 %	19	3	2
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Incidents graves	5,26 %	21,05 %	21,05 %	31,58 %	21,05 %	52,63 %	19	4	1,5
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande pour le client	0,00 %	5,56 %	50,00 %	33,33 %	11,11 %	44,44 %	18	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision de l'article livré au client	0,00 %	15,79 %	47,37 %	21,05 %	15,79 %	36,84 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Précision de la quantité livrée au client	0,00 %	31,58 %	36,84 %	26,32 %	5,26 %	31,58 %	19	3	2
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Pourcentage des commandes livrées complètement pour le client	10,53 %	36,84 %	31,58 %	15,79 %	5,26 %	21,05 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Capacité d'éviter les litiges avec le client	5,26 %	21,05 %	47,37 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Dose unitaire	10,53 %	10,53 %	47,37 %	15,79 %	15,79 %	31,58 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Fiabilité	Erreurs d'étiquetage des produits livrés	11,11 %	27,78 %	11,11 %	22,22 %	27,78 %	50,00 %	18	3,5	2,75
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût de gestion de la commande	12,50 %	25,00 %	31,25 %	12,50 %	18,75 %	31,25 %	16	3	2
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût unitaire de traitement de la commande	5,56 %	27,78 %	33,33 %	22,22 %	11,11 %	33,33 %	18	3	2
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût total du transport aval	22,22 %	22,22 %	33,33 %	11,11 %	11,11 %	22,22 %	18	3	1
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût unitaire de transport au chariot	16,67 %	27,78 %	38,89 %	16,67 %	0,00 %	16,67 %	18	3	1
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de distribution	16,67 %	5,56 %	61,11 %	11,11 %	5,56 %	16,67 %	18	3	0
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Taux du coût de livraison	16,67 %	22,22 %	50,00 %	5,56 %	5,56 %	11,11 %	18	3	1
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Coût de retour du client	27,78 %	16,67 %	50,00 %	5,56 %	0,00 %	5,56 %	18	3	1,75
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Cas de cardiologie par mois	16,67 %	27,78 %	33,33 %	16,67 %	5,56 %	22,22 %	18	3	1
Dispenser	Résultat	Finance/Coût	Gamme de services	26,32 %	26,32 %	26,32 %	21,05 %	0,00 %	21,05 %	19	2	1,5
Dispenser	Résultat	Qualité	Taux de retour client	10,53 %	26,32 %	36,84 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	1,5
Dispenser	Résultat	Qualité	Qualité de la marchandise livrée	0,00 %	36,84 %	26,32 %	26,32 %	10,53 %	36,84 %	19	3	2
Dispenser	Résultat	Qualité	Bons de livraison sans faute	5,26 %	15,79 %	42,11 %	21,05 %	15,79 %	36,84 %	19	3	1
Dispenser	Résultat	Réactivité	Temps moyen d'attente du client	10,53 %	26,32 %	36,84 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	1,5
Dispenser	Résultat	Temps	Respect délais de livraison	10,53 %	21,05 %	31,58 %	31,58 %	5,26 %	36,84 %	19	3	2
Dispenser	Résultat	Temps	Retard de livraison	10,53 %	15,79 %	36,84 %	21,05 %	15,79 %	36,84 %	19	3	1,5
Comptabiliser	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de comptabilisation	0,00 %	22,22 %	27,78 %	50,00 %	0,00 %	50,00 %	18	3,5	1
Se fournir	Intrant	Fiabilité	Convenance des informations de l'emballage	15,79 %	31,58 %	21,05 %	21,05 %	10,53 %	31,58 %	19	3	2
Se fournir	Intrant	Finance/Coût	Coût de l'information	5,56 %	38,89 %	33,33 %	16,67 %	5,56 %	22,22 %	18	3	1
Se fournir	Intrant	Finance/Coût	Coût d'acquisition du matériel	5,26 %	21,05 %	47,37 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	1
Se fournir	Intrant	Flexibilité	Effectif de la réception	16,67 %	27,78 %	38,89 %	16,67 %	0,00 %	16,67 %	18	3	1
Se fournir	Intrant	Flexibilité	Nombre de types de produits réapprovisionnés	15,79 %	15,79 %	47,37 %	15,79 %	5,26 %	21,05 %	19	3	1
Se fournir	Intrant	Qualité	Performance produits pharmaceutiques	5,26 %	26,32 %	31,58 %	21,05 %	15,79 %	36,84 %	19	3	2
Se fournir	Activité	Fiabilité	Taux de défaillance dans les bons de pharmacie	21,05 %	26,32 %	31,58 %	15,79 %	5,26 %	21,05 %	19	3	1
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Utilisation de la quantité économique de la commande	10,53 %	26,32 %	36,84 %	26,32 %	0,00 %	26,32 %	19	3	1,5
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Nombre moyen de bons de pharmacie traités par personne	21,05 %	15,79 %	36,84 %	26,32 %	0,00 %	26,32 %	19	3	1,5
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Colis reçus par heure de travail	23,53 %	17,65 %	47,06 %	11,76 %	0,00 %	11,76 %	17	3	1
Se fournir	Activité	Finance/Coût	Pertes de produits	5,26 %	31,58 %	36,84 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	1,5
Se fournir	Activité	Flexibilité	Colis reçus	5,26 %	26,32 %	57,89 %	10,53 %	0,00 %	10,53 %	19	3	1
Se fournir	Activité	Flexibilité	Poids moyen	26,32 %	36,84 %	26,32 %	10,53 %	0,00 %	10,53 %	19	2	1,5
Se fournir	Activité	Flexibilité	Nombre de réceptions	15,79 %	42,11 %	26,32 %	10,53 %	5,26 %	15,79 %	19	2	1
Se fournir	Activité	Flexibilité	Approvisionnement sur dotation	15,79 %	0,00 %	63,16 %	15,79 %	5,26 %	21,05 %	19	3	0
Se fournir	Activité	Flexibilité	Révision des points de commande	5,56 %	33,33 %	50,00 %	5,56 %	5,56 %	11,11 %	18	3	1
Se fournir	Activité	Flexibilité	Charge des bons de pharmacie	0,00 %	15,79 %	57,89 %	21,05 %	5,26 %	26,32 %	19	3	0,5
Se fournir	Activité	Qualité	Défauts par unités d'ordonnance	5,26 %	10,53 %	36,84 %	36,84 %	10,53 %	47,37 %	19	3	1
Se fournir	Activité	Qualité	Défauts par unités de bon de pharmacie	0,00 %	26,32 %	52,63 %	5,26 %	15,79 %	21,05 %	19	3	0,5
Se fournir	Activité	Qualité	Défauts d'ordonnance par million opportunités	10,53 %	52,63 %	21,05 %	5,26 %	10,53 %	15,79 %	19	2	1
Se fournir	Activité	Qualité	Défauts des bons de pharmacie par million opportunités	11,11 %	50,00 %	33,33 %	5,56 %	0,00 %	5,56 %	18	2	1
Se fournir	Activité	Qualité	Partie par million des défauts d'ordonnance	5,26 %	42,11 %	36,84 %	15,79 %	0,00 %	15,79 %	19	3	1
Se fournir	Activité	Qualité	Partie par million des défauts des bons de pharmacie	5,26 %	47,37 %	36,84 %	5,26 %	5,26 %	10,53 %	19	2	1
Se fournir	Activité	Qualité	Rendement de premier passage pour le processus d'approvisionnement	5,26 %	31,58 %	47,37 %	10,53 %	5,26 %	15,79 %	19	3	1
Se fournir	Activité	Réactivité	Délai d'approvisionnement	5,26 %	21,05 %	36,84 %	31,58 %	5,26 %	36,84 %	19	3	1,5
Se fournir	Activité	Temps	Fréquence de réapprovisionnement par mois	5,26 %	10,53 %	47,37 %	21,05 %	15,79 %	36,84 %	19	3	1
Se fournir	Activité	Temps	Ratio de fluidité de l'approvisionnement	0,00 %	31,58 %	57,89 %	5,26 %	5,26 %	10,53 %	19	3	1
Se fournir	Activité	Temps	Délai d'introduction du produit dans le système	21,05 %	10,53 %	52,63 %	10,53 %	5,26 %	15,79 %	19	3	1
Se fournir	Activité	Temps	Débit des bons de pharmacie	5,26 %	15,79 %	42,11 %	31,58 %	5,26 %	36,84 %	19	3	1
Se fournir	Risque	Qualité	Sûreté des produits	11,11 %	22,22 %	33,33 %	16,67 %	16,67 %	33,33 %	18	3	2
Se fournir	Risque	Qualité	Probabilité d'un bon de pharmacie avec une erreur	15,79 %	26,32 %	26,32 %	21,05 %	10,53 %	31,58 %	19	3	2
Se fournir	Risque	Qualité	Probabilité d'une ordonnance avec une erreur	10,53 %	21,05 %	42,11 %	10,53 %	15,79 %	26,32 %	19	3	1,5
Se fournir	Résultat	Finance/Coût	Coût de transport amont	11,76 %	23,53 %	47,06 %	5,88 %	11,76 %	17,65 %	17	3	1
Se fournir	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus d'approvisionnement	5,56 %	38,89 %	38,89 %	16,67 %	0,00 %	16,67 %	18	3	1
Se fournir	Résultat	Finance/Coût	Coût de transaction	27,78 %	11,11 %	38,89 %	16,67 %	5,56 %	22,22 %	18	3	1,75
Se fournir	Résultat	Finance/Coût	Économies dégagées sur les contrats signés	16,67 %	27,78 %	27,78 %	22,22 %	5,56 %	27,78 %	18	3	1,75
Se fournir	Résultat	Qualité	Taux des défauts Vs qualité des ordonnances	10,53 %	21,05 %	47,37 %	10,53 %	10,53 %	21,05 %	19	3	1
Se fournir	Résultat	Qualité	Taux de rebuts des bons de pharmacies	15,79 %	10,53 %	47,37 %	10,53 %	15,79 %	26,32 %	19	3	1
Se fournir	Résultat	Qualité	Taux de rebuts des ordonnances	22,22 %	0,00 %	33,33 %	33,33 %	11,11 %	44,44 %	18	3	1
Se fournir	Résultat	Qualité	Fiabilité du produit	21,05 %	21,05 %	15,79 %	31,58 %	10,53 %	42,11 %	19	3	2
Gérer les stocks	Intrant	Finance/Coût	Stock en valeur par famille	10,53 %	10,53 %	31,58 %	42,11 %	5,26 %	47,37 %	19	3	1
Gérer les stocks	Intrant	Finance/Coût	Pourcentage des types de produits réapprovisionnés	10,53 %	10,53 %	47,37 %	31,58 %	0,00 %	31,58 %	19	3	1
Gérer les stocks	Intrant	Finance/Coût	Coût d'investissement en infrastructure	0,00 %	11,76 %	64,71 %	17,65 %	5,88 %	23,53 %	17	3	0
Gérer les stocks	Intrant	Qualité	Date de péremption	0,00 %	11,							

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Indicateur	% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent	% cumulé CP et TP	Nb. Observations	Médiane	Écart interquartile
Gérer les stocks	Activité	Fiabilité	Inventaires	11,11 %	16,67 %	38,89 %	22,22 %	11,11 %	33,33 %	18	3	1,75
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Taux d'occupation des racks	11,11 %	16,67 %	27,78 %	33,33 %	11,11 %	44,44 %	18	3	1,75
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Niveau du stock moyen	5,56 %	16,67 %	44,44 %	22,22 %	11,11 %	33,33 %	18	3	1
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Niveau du stock en valeur	10,53 %	31,58 %	47,37 %	5,26 %	5,26 %	10,53 %	19	3	1
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Rotation des stocks	10,53 %	10,53 %	31,58 %	36,84 %	10,53 %	47,37 %	19	3	1
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Flux du stock	10,53 %	10,53 %	31,58 %	36,84 %	10,53 %	47,37 %	19	3	1
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock	0,00 %	10,53 %	36,84 %	47,37 %	5,26 %	52,63 %	19	4	1
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Taux du stock de travail	0,00 %	15,79 %	42,11 %	31,58 %	10,53 %	42,11 %	19	3	1
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Stock total	5,26 %	5,26 %	21,05 %	57,89 %	10,53 %	68,42 %	19	4	1
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Niveau du stock en quantité	0,00 %	5,26 %	47,37 %	36,84 %	10,53 %	47,37 %	19	3	1
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Nombre de références stockées	0,00 %	15,79 %	47,37 %	31,58 %	5,26 %	36,84 %	19	3	1
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Densité du stock	5,26 %	10,53 %	63,16 %	15,79 %	5,26 %	21,05 %	19	3	0
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Vitesse d'écoulement du stock	5,26 %	10,53 %	63,16 %	15,79 %	5,26 %	21,05 %	19	3	0
Gérer les stocks	Activité	Flexibilité	Espace de stockage	5,26 %	10,53 %	68,42 %	10,53 %	5,26 %	15,79 %	19	3	0
Gérer les stocks	Activité	Qualité	Encours	0,00 %	5,88 %	47,06 %	47,06 %	0,00 %	47,06 %	17	3	1
Gérer les stocks	Activité	Qualité	Conditions de transport et de conservation	0,00 %	10,53 %	52,63 %	21,05 %	15,79 %	36,84 %	19	3	1
Gérer les stocks	Activité	Qualité	Liquidation	11,76 %	11,76 %	52,94 %	17,65 %	5,88 %	23,53 %	17	3	0
Gérer les stocks	Activité	Réactivité	Commandes en attente	11,11 %	16,67 %	33,33 %	27,78 %	11,11 %	38,89 %	18	3	1,75
Gérer les stocks	Activité	Temps	Rotation des stocks	0,00 %	21,05 %	42,11 %	21,05 %	15,79 %	36,84 %	19	3	1
Gérer les stocks	Activité	Temps	Flux du stock	0,00 %	21,05 %	36,84 %	36,84 %	5,26 %	42,11 %	19	3	1
Gérer les stocks	Activité	Temps	Débit des produits du stock	5,26 %	15,79 %	31,58 %	36,84 %	10,53 %	47,37 %	19	3	1
Gérer les stocks	Risque	Fiabilité	Probabilité de la rupture du stock	5,26 %	21,05 %	42,11 %	10,53 %	21,05 %	31,58 %	19	3	1,5
Gérer les stocks	Résultat	Fiabilité	Erreurs de ramassage	5,56 %	27,78 %	27,78 %	27,78 %	11,11 %	38,89 %	18	3	2
Gérer les stocks	Résultat	Fiabilité	Précision du stock global	0,00 %	26,32 %	42,11 %	26,32 %	5,26 %	31,58 %	19	3	1,5
Gérer les stocks	Résultat	Fiabilité	Traçabilité du stock	0,00 %	15,79 %	36,84 %	31,58 %	15,79 %	47,37 %	19	3	1
Gérer les stocks	Résultat	Fiabilité	Taux d'erreur de codage	15,79 %	10,53 %	36,84 %	31,58 %	5,26 %	36,84 %	19	3	1,5
Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Exactitude des inventaires	11,11 %	11,11 %	33,33 %	33,33 %	11,11 %	44,44 %	18	3	1
Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Montant du stock obsolète	5,56 %	11,11 %	38,89 %	33,33 %	11,11 %	44,44 %	18	3	1
Gérer les stocks	Résultat	Finance/Coût	Coût total de possession du stock	5,56 %	11,11 %	61,11 %	11,11 %	11,11 %	22,22 %	18	3	0
Gérer les stocks	Résultat	Flexibilité	Pourcentage moyen des demandes non satisfaites	0,00 %	38,89 %	27,78 %	27,78 %	5,56 %	33,33 %	18	3	2
Gérer les stocks	Résultat	Flexibilité	Couverture de stock	0,00 %	16,67 %	38,89 %	27,78 %	16,67 %	44,44 %	18	3	1
Gérer les stocks	Résultat	Flexibilité	Taux de disponibilité des produits	5,56 %	11,11 %	38,89 %	38,89 %	5,56 %	44,44 %	18	3	1
Piloter	Intrant	Apprentissage & Innovation	Nombre de personne requise et niveau de compétence	5,26 %	5,26 %	47,37 %	26,32 %	15,79 %	42,11 %	19	3	1
Piloter	Intrant	Apprentissage & Innovation	Évaluation des employés	0,00 %	21,05 %	31,58 %	42,11 %	5,26 %	47,37 %	19	3	1
Piloter	Intrant	Finance/Coût	Subvention de recherche	5,26 %	42,11 %	42,11 %	5,26 %	5,26 %	10,53 %	19	3	1
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Nouveaux projets de recherche	11,11 %	22,22 %	38,89 %	27,78 %	0,00 %	27,78 %	18	3	1,75
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Pourcentage du personnel clinique qui reçoit une formation en gestion du changement	26,32 %	10,53 %	42,11 %	10,53 %	10,53 %	21,05 %	19	3	1,5
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Développement du personnel	22,22 %	5,56 %	27,78 %	33,33 %	11,11 %	44,44 %	18	3	1,75
Piloter	Activité	Apprentissage & Innovation	Taux d'absentéismes	15,79 %	10,53 %	31,58 %	31,58 %	10,53 %	42,11 %	19	3	1,5
Piloter	Activité	Finance/Coût	Productivité du travail	23,53 %	11,76 %	29,41 %	23,53 %	11,76 %	35,29 %	17	3	2
Piloter	Activité	Flexibilité	Taux d'utilisation des ressources humaines	5,56 %	11,11 %	38,89 %	27,78 %	16,67 %	44,44 %	18	3	1
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Satisfaction des salariés	16,67 %	16,67 %	33,33 %	22,22 %	11,11 %	33,33 %	18	3	2
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût total du processus de gestion des ressources humaines	16,67 %	22,22 %	38,89 %	22,22 %	0,00 %	22,22 %	18	3	1
Piloter	Intrant	Apprentissage & Innovation	Conditions de travail	15,79 %	31,58 %	36,84 %	10,53 %	5,26 %	15,79 %	19	3	1
Piloter	Intrant	Finance/Coût	Frais de matériel	5,26 %	31,58 %	47,37 %	15,79 %	0,00 %	15,79 %	19	3	1
Piloter	Activité	Qualité	Heures d'exploitation entre pannes par machine	12,50 %	18,75 %	43,75 %	18,75 %	6,25 %	25,00 %	16	3	1,25
Piloter	Activité	Qualité	Taux d'accidents professionnels	10,53 %	31,58 %	42,11 %	10,53 %	5,26 %	15,79 %	19	3	1
Piloter	Résultat	Apprentissage & Innovation	Taux de maladie	15,79 %	21,05 %	26,32 %	21,05 %	15,79 %	36,84 %	19	3	2

*

*

*

Annexe H. Questionnaires pour la pondération des métriques

Dans ce qui suit, deux numéros de page apparaissent : un en tête de page formatée comme paysage et l'autre en pied de page, formatée comme portrait. Le premier représente le numéro de page du questionnaire, le second appartient à la thèse. La page de garde des deux questionnaires est identique, ainsi, la présentation du questionnaire distribué aux services de santé commence avec la page numéro 2.

Annexe H.1. Questionnaire de la pharmacie principale

(cf. pages suivantes)

QUESTIONNAIRE 2^E TOUR SUR LES INDICATEURS DE PILOTAGE

Dans le cadre d'une recherche scientifique portant sur la conception d'un tableau de bord logistique pour le flux pharmaceutique dans le secteur de la santé, nous vous prions de bien vouloir apporter votre contribution en fournissant votre avis dans ce questionnaire divisé en trois parties :

- La première partie porte sur l'importance relative d'un indicateur par rapport à un autre ;
 - La deuxième partie sur l'importance relative d'une perspective à une autre ;
 - La troisième partie sur l'importance relative d'un type d'indicateur par rapport à un autre ;
 - La quatrième partie sur l'importance relative d'un processus par rapport à un autre.
- Votre jugement sera récolté dans chaque partie après vous avoir présenté une comparaison à faire entre deux éléments (indicateurs, perspectives, type d'indicateurs, processus).

Comment allez-vous faire la comparaison

Deux éléments vous seront à chaque fois présentés : un sur la droite (élément-x) et l'autre sur la gauche (élément-y). Entre ces deux éléments, une échelle de comparaison allant de 1 à 9 est dupliquée symétriquement sur chaque côté. Cette échelle sert à exprimer le niveau d'importance d'un élément par rapport à l'autre auquel il est confronté. Vous êtes amené à cocher sur un degré particulier sur cette échelle et sur un l'un des côtés. En faisant cela vous exprimer le fait que l'élément du côté choisi (l'élément-x ou -y) est N fois plus important que l'élément du côté opposé.

Illustration par un Exemple

Si vous êtes amené à acheter une nouvelle télévision, vous pourriez, peut-être, considérer que le critère Prix de la télévision a la même importance que le critère Dimension de l'écran. Dans ce cas, vous cocheriez sur la case (6) comme il est montré ci-dessous :



Mais si vous considérez que la Qualité de l'image est 5 fois plus importante que le Prix, dans ce cas, vous cocheriez sur la case (5) du côté du critère Qualité de l'image :

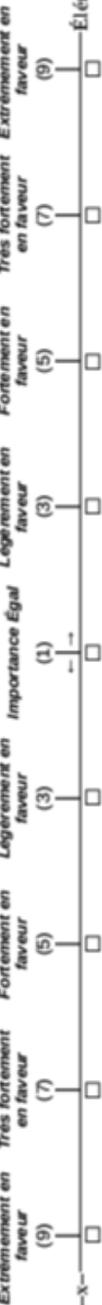
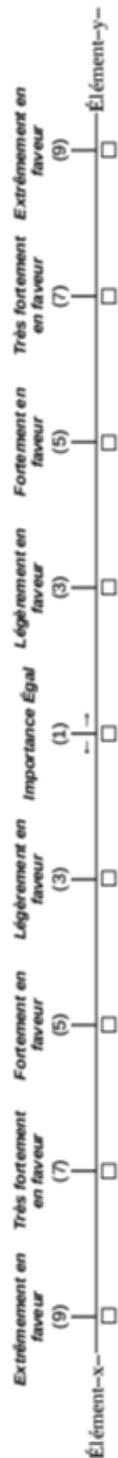


Enfin, si vous pensez que le prix est 2 fois plus important que l'Aspect de la Télévision, dans ce cas, vous cocheriez entre la case (1) et la case (3) du côté de l'élément Prix :



échelle qualitative

Il est aussi possible d'utiliser une échelle qualitative plutôt qu'une échelle quantitative . Si vous préférez apporter votre jugement sans le chiffrer ou si, pour une raison ou une autre, vous n'aimez pas utiliser une échelle quantitative, l'échelle qualitative illustrée ci-dessous pourra être utilisée à la place. Cette échelle sera présentée dans chaque partie du questionnaire a côté de l'échelle quantitative.



PARTIE-I SUR LES INDICATEURS

1. Rappel sur quelques Métriques

Nom Métrique	Description & Intérêt	Mode de calcul
Nombre de commandes par bon de pharmacie	L'indicateur permet d'évaluer la charge de travail au niveau de l'activité de livraison et d'identifier les goulets d'étranglement.	Nb. de bons de pharmacie reçues par mois
Nombre de commandes par ordonnance	L'indicateur permet d'évaluer la charge de travail au niveau de l'activité de livraison et d'identifier les goulets d'étranglement.	Nb. d'ordonnance reçues par mois
Stock en valeur par catégorie	L'indicateur a pour rôle de surveiller la structure des stocks par catégories pour se focaliser sur les catégories de produits les plus importantes : la catégorie A : pour les produits les plus coûteux ; la catégorie B : pour les produits assez coûteux ; la catégorie C : pour les produits les moins coûteux.	Montant du stock pour chaque catégorie de produits
Stock en valeur par famille	L'indicateur a pour rôle de surveiller la structure des stocks par familles de produits (Réactifs, Médicament, Dispositifs pharmaceutiques et pansements , Produits de l'imagerie, Gaz médicaux) pour se focaliser sur les familles de produits les plus importantes.	Montant du stock pour chaque famille de produits
Débit des produits du stock	Il exprime le taux d'écoulement des produits du stock, autrement dit , la quantité de produits sortis du stock dans une période. Il permet ainsi de prévoir le temps d'épuisement d'un stock.	Quantité de produits sortis du stock + Quantité de semaines
Rotation des stocks	Cet indicateur révèle la fréquence de renouvellement des stocks et procure plusieurs intérêts : (1) détecter les produits qui montrent un déclin de consommation ; (2) prévenir le rapprochement des délais de préemption, ce qui permet de prendre les mesures nécessaires pour écoulent les produits avant leur de fin de vie.	1# Calculer le stock moyen : Somme (Niveau du stock de chaque fin de période) ÷ Nb. de périodes 2# Calculer la rotation des stocks : Consommation ÷ Stock moyen ;
Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	L'indicateur mesure le taux de livraison par le fournisseur sans dommage, sans erreur de quantité sans erreur de transport et sans retard. Cet indicateur participe à évaluer la fiabilité du fournisseur	Nb. total de commandes parfaites ÷ Nb. total de commandes
Capacité d'éviter les litiges	Un bon fournisseur est un fournisseur qui évite les litiges.Cet indicateur évalue un fournisseur par rapport à ce paramètre.	Nb. de commandes fournisseur réalisées sans litige ÷ Nb. totale de commandes fournisseur

2. Comparaison des Métriques

Métrique-x-	Échelle de comparaison					Métrique-y-
	Extrêmement en faveur	Très fortement en faveur	Fortement en faveur	Légalement en faveur	Très fortement en faveur	Extrêmement en faveur
Nombre de commandes par bon de pharmacie	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>
Stock en valeur par catégorie	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>
Débit des produits du stock	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>
Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>

PARTIE-III SUR LES PERSPECTIVES

Perspective-x-	Échelle de comparaison					Perspective-y-				
	Extrêmement en faveur	Très fortement en faveur	Fortement en faveur	Légalement en faveur	Égal		Légerement en faveur	Fortement en faveur	Très fortement en faveur	Extrêmement en faveur
Fiabilité	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Finance/Coût
Fiabilité	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Flexibilité
Fiabilité	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Qualité
Fiabilité	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Temps
Finance/Coût	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Flexibilité
Finance/Coût	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Qualité
Finance/Coût	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Temps
Flexibilité	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Qualité
Flexibilité	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Temps
Qualité	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>	Temps

Rappel sur la signification des perspectives

Perspective : dimension sous laquelle la performance du service est évaluée.

Fiabilité : est la faculté de faire peu d'erreurs comme livrer au bon endroit, avec la bonne quantité, au bon moment, avec la documentation correcte et aux bons clients.

Finance/Coût indique à quel point, la stratégie et les opérations réalisées contribuent à améliorer la santé financière de l'établissement et/ou à réduire les coûts.

Flexibilité: est la faculté de s'adapter aux variations des quantités demandées. En d'autres termes, la flexibilité est la capacité à faire face aux fluctuations de la demande afin de satisfaire le client.

Qualité : aptitude à offrir un produit ou un service selon les caractéristiques exigées par le client, et/ou, aptitude à se conformer à une norme, un standard, une réglementation, un standard, un cahier des charges. La qualité inclut également la réduction des gaspillages et la préservation de l'environnement.

Temps : renvoie à la faculté de maîtriser les délais et d'effectuer les activités en temps réduit.

Vos observations _____

PARTIE-III- SUR LES TYPES DES INDICATEURS

Type-X-	Échelle de comparaison					Type-Y-	
	Extrêmement en faveur (9)	Très fortement en faveur (7)	Fortement en faveur (5)	Légerement en faveur (3)	Importance Égale (1)		Très fortement en faveur (7)	Extrêmement en faveur (9)
Activité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Risque
Activité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Résultat
Risque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Résultat

Rappel sur la signification des types des indicateurs

Activité : les indicateurs d'activité font état des résultats intermédiaires avant l'apparition des résultats finaux des activités. Ces indicateurs mesurent le niveau de mise en œuvre des activités avant leur achèvement.

Risque : évalue les événements probables et leurs conséquences sur l'activité

Résultat: destiné à évaluer les effets et impacts issus de l'achèvement des activités.

Vos observations

PARTIE-IV- SUR LES PROCESSUS

Processus-X-		Échelle de comparaison									Processus-Y-	
Extrêmement en faveur	Très fortement en faveur	Fortement en faveur	Légerement en faveur	Importance Égale	Légerement en faveur	Fortement en faveur	Très fortement en faveur	Extrêmement en faveur				
(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(3)	(5)	(7)	(9)				
Comptabiliser	<input type="checkbox"/>	Dispenser	<input type="checkbox"/>									
Comptabiliser	<input type="checkbox"/>	Gérer les stocks	<input type="checkbox"/>									
Comptabiliser	<input type="checkbox"/>	Piloter	<input type="checkbox"/>									
Comptabiliser	<input type="checkbox"/>	Se fournir	<input type="checkbox"/>									
Dispenser	<input type="checkbox"/>	Gérer les stocks	<input type="checkbox"/>									
Dispenser	<input type="checkbox"/>	Piloter	<input type="checkbox"/>									
Dispenser	<input type="checkbox"/>	Se fournir	<input type="checkbox"/>									
Gérer les stocks	<input type="checkbox"/>	Piloter	<input type="checkbox"/>									
Gérer les stocks	<input type="checkbox"/>	Se fournir	<input type="checkbox"/>									
Piloter	<input type="checkbox"/>	Se fournir	<input type="checkbox"/>									

Rappel sur les processus

Processus : ensemble d'activités/tâches successives qui consomment des ressources (Intrants : moyens humains, matériels et immatériels) pour les transformer en résultats (Extrants : produits, services).

Comptabiliser : englobe les activités liées au calcul du coût et à la gestion financière.

Dispenser : englobe les activités de distribution et de livraison.

Gérer les stocks : englobe les activités de maintien et de préservation des produits.

Piloter : englobe la prévision, la planification, le suivi, le contrôle et l'amélioration des activités.

Se fournir : englobe l'activité d'achat et l'activité d'approvisionnement.

Vos observations

RÉSULTATS DU 1^{er} TOUR

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent	% cumulé CP et TP*	Médiane	Écart interquartile**	
Comptabiliser	Activité	Finance/Coût	Temps de cycle du cash au cash	10.00 %	10.00 %	10.00 %	50.00 %	20.00 %	70.00 %	4	0.75	
	Activité	Fiabilité	Erreurs d'apprétiage de la livraison	0.00 %	9.09 %	18.18 %	54.55 %	18.18 %	72.73 %	4	0.5	
Dispenser	Finance/Coût	Flexibilité	Consommations par employé	0.00 %	8.33 %	16.67 %	50.00 %	25.00 %	75.00 %	4	0.5	
			Nombre de commandes par bon de pharmacie	0.00 %	8.33 %	16.67 %	75.00 %	0.00 %	75.00 %	4	0.25	
	Résultat	Fiabilité	Nombre de commandes par ordonnance	0.00 %	8.33 %	16.67 %	66.67 %	8.33 %	75.00 %	4	0.25	
			Précision des documents	0.00 %	8.33 %	16.67 %	58.33 %	16.67 %	75.00 %	4	0.25	
Gérer les stocks	Activité	Finance/Coût	Croissance du volume par service de soins	0.00 %	0.00 %	16.67 %	58.33 %	25.00 %	83.33 %	4	0.25	
			Stock en valeur par catégorie	0.00 %	8.33 %	16.67 %	50.00 %	25.00 %	75.00 %	4	0.5	
	Qualité	Temps	Stock en valeur par famille	0.00 %	0.00 %	25.00 %	50.00 %	25.00 %	75.00 %	4	0.5	
			Encours	0.00 %	8.33 %	0.00 %	66.67 %	25.00 %	91.67 %	4	0.25	
	Résultat	Finance/Coût	Débit des produits du stock	0.00 %	0.00 %	16.67 %	58.33 %	25.00 %	83.33 %	4	0.25	
			Rotation des stocks	0.00 %	0.00 %	25.00 %	58.33 %	16.67 %	75.00 %	4	0.25	
	Piloter	Activité	Flexibilité	Exactitude des inventaires	0.00 %	0.00 %	8.33 %	66.67 %	25.00 %	91.67 %	4	0.25
				Taux d'utilisation des ressources humaines	0.00 %	0.00 %	27.27 %	63.64 %	9.09 %	72.73 %	4	0.5
		Résultat	Fiabilité	Respect de la règle FIFO	0.00 %	9.09 %	9.09 %	54.55 %	27.27 %	81.82 %	4	0.5
				Taux de service en références	0.00 %	8.33 %	16.67 %	58.33 %	16.67 %	75.00 %	4	0.25
Se fournir	Activité	Fiabilité	Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	0.00 %	8.33 %	16.67 %	50.00 %	25.00 %	75.00 %	4	0.5	
			Capacité d'éviter les litiges	0.00 %	0.00 %	25.00 %	50.00 %	25.00 %	75.00 %	4	0.5	
	Risque	Fiabilité	Niveau de service des fournisseurs	0.00 %	8.33 %	16.67 %	50.00 %	25.00 %	75.00 %	4	0.5	

* : % Cumulé CP et TP = % Complètement pertinent + % Très pertinent

** : Ecart interquartile : Mesure le niveau de convergence des jugements.

Annexe H.2. Questionnaire des services de santé

(cf. pages suivantes)

RÉSULTATS DU 1^{er} TOUR

Processus	Type indicateur	Perspective	Nom Métrique	% Non-pertinent	% Peu Pertinent	% Pertinent	% Très Pertinent	% Complètement pertinent	% cumulé CP et TP*	Écart interquartile**	Médiane
Dispenser	Activité	Flexibilité	Nombre de commandes	0.00 %	0.00 %	44.44 %	50.00 %	5.56 %	55.56 %	1	4
Gérer les stocks	Contexte	Flexibilité	Pourcentage de lits occupés	5.56 %	11.11 %	16.67 %	55.56 %	11.11 %	66.67 %	1	4
	Activité	Finance/Coût	Productivité du stock	0.00 %	11.76 %	35.29 %	47.06 %	5.88 %	52.94 %	1	4
	Flexibilité	Flexibilité	Stock total	0.00 %	5.88 %	23.53 %	58.82 %	11.76 %	70.59 %	1	4
	Intrant	Qualité	Date de péremption	0.00 %	11.76 %	23.53 %	41.18 %	23.53 %	64.71 %	1	4
Piloter	Résultat	Finance/Coût	Coût par patient	5.56 %	11.11 %	22.22 %	38.89 %	22.22 %	61.11 %	1	4
			Coût des produits dispensés	5.88 %	5.88 %	35.29 %	29.41 %	23.53 %	52.94 %	1	4

* : % Cumulé CP et TP = % Complètement pertinent + % Très pertinent
 ** : Écart interquartile : Mesure le niveau de convergence des jugements.

PARTIE-I-SUR LES INDICATEURS

Métrique-x-	Échelle de comparaison					Métrique-y-					
	Extrêmement en faveur	Très fortement en faveur	Fortement en faveur	Légerement en faveur	Importance Égal	Très faiblement en faveur	Faiblement en faveur	Extrêmement en faveur			
Coût par patient	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(-)	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>
	Coût des produits dispensés										
Vos observations											

Rappel les Métriques

Nom Métrique	Description & Intérêt	Mode de calcul
Coût par patient	L'indicateur mesure le coût moyen de consommation des produits pharmaceutiques par les patients. L'indicateur a pour intérêt de connaître combien coûte un patient en matière de dépenses pharmaceutiques.	Montant des dépenses pharmaceutiques + Nb. de patients dans le service
Coût des produits dispensés	L'indicateur évalue le coût des produits pharmaceutiques incluant les charges issues de la gestion des produits au niveau du service de santé.	Achats + Stock début de période en valeur - Stock fin de période en valeur + coût de gestion du stock

PARTIE-II-SUR LES PERSPECTIVES

Perspective-x-	Échelle de comparaison					Perspective-y-					
	Extrêmement en faveur	Très fortement en faveur	Fortement en faveur	Légerement en faveur	Importance Égal	Très faiblement en faveur	Faiblement en faveur	Extrêmement en faveur			
Finance/Coût	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(-)	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>
	Flexibilité										
Finance/Coût	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(-)	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>
	Qualité										
Flexibilité	(9) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>	(-)	(1) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	(7) <input type="checkbox"/>	(9) <input type="checkbox"/>
	Qualité										

Rappel sur la signification des perspectives

Perspective : dimension sous laquelle la performance du service est évaluée.
 Finance/Coût : indique à quel point, la stratégie et les opérations réalisées contribuent à améliorer la santé financière de l'établissement et/ou à réduire les coûts.
 Flexibilité: est la faculté de s'adapter aux variations des quantités demandées. En d'autres termes, la flexibilité est la capacité à faire face aux fluctuations de la demande afin de satisfaire le client.
 Qualité : aptitude à offrir un produit ou un service selon les caractéristiques exigées par le client, et/ou, aptitude à se conformer à une norme, un standard, une réglementation, un standard, un cahier des charges. La qualité inclut également la réduction des gaspillages et la préservation de l'environnement.

PARTIE-III- SUR LES TYPES DES INDICATEURS

Type-X-	Échelle de comparaison					Type-Y-					
	Extrêmement en faveur	Très fortement en faveur	Fortement en faveur	Légerement en faveur	Importance Egal		Très fortement en faveur	Fortement en faveur	Extrêmement en faveur		
Activité	(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(-1)	(3)	(5)	(7)	(9)	Contexte
Activité	(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(-1)	(3)	(5)	(7)	(9)	Intrant
Activité	(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(-1)	(3)	(5)	(7)	(9)	Résultat
Contexte	(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(-1)	(3)	(5)	(7)	(9)	Intrant
Contexte	(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(-1)	(3)	(5)	(7)	(9)	Résultat
Intrant	(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(-1)	(3)	(5)	(7)	(9)	Résultat

Rappel sur la signification des types des indicateurs

Activité : les indicateurs d'activité font état des résultats intermédiaires avant l'apparition des résultats finaux des activités. Ces indicateurs mesurent le niveau de mise en œuvre des activités avant leur achèvement.

Contexte : pour mesurer l'état de l'environnement externe au service, détecter les signes positifs ou négatifs (menaces) susceptibles d'influencer les activités du service.

Intrant : destiné à évaluer la quantité, la qualité, le coût et l'efficacité des ressources humaines, financières, matérielles et informationnelles utilisées dans les processus du service.

Résultat: destiné à évaluer les effets et impacts issus de l'achèvement des activités.

Vos observations

PARTIE-IV- SUR LES PROCESSUS

Processus-X-	Échelle de comparaison					Processus-Y-					
	Extrêmement en faveur	Très fortement en faveur	Fortement en faveur	Légerement en faveur	Importance Egal		Très fortement en faveur	Fortement en faveur	Extrêmement en faveur		
Dispenser	(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(-1)	(3)	(5)	(7)	(9)	Gérer les stocks
Dispenser	(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(-1)	(3)	(5)	(7)	(9)	Piloter
Gérer les stocks	(9)	(7)	(5)	(3)	(1)	(-1)	(3)	(5)	(7)	(9)	Piloter

Rappel sur les processus

Processus : ensemble d'activités-tâches successives qui consomment des ressources (Intrants : moyens humains, matériels et immatériels) pour les transformer en résultats (Extrants : produits, services).

Dispenser : englobe les activités de distribution et de livraison.

Gérer les stocks : englobe les activités de maintien et de préservation des produits.

Piloter : englobe la prévision, la planification, le suivi, le contrôle et l'amélioration des activités.

Annexe I. Jugements des comparaisons paires issues du 2^e questionnaire

Annexe I.1. Les jugements de comparaison paire provenant de la pharmacie principale

Table 1. Jugements des comparaisons paires entre les métriques

Métrique-x-	Métrique-y-	Jugement (Moy Géo.)
Nombre de commandes par bon de pharmacie	Nombre de commandes par ordonnance	1.36773491813862000
Stock en valeur par catégorie	Stock en valeur par famille	1.34548714848302000
Débit des produits du stock	Rotation des stocks	0.58106495820561000
Accomplissement parfait de la commande par le fournisseur	Capacité d'éviter les litiges	2.08150513865992000

Table 2. Jugements des comparaisons paires entre les perspectives

Perspective-x-	Perspective-y-	Jugement (Moy Géo.)
Fiabilité	Finance/Coût	0.74837840848426700
Fiabilité	Flexibilité	1.30016378645872000
Finance/Coût	Flexibilité	0.96204209244857700
Finance/Coût	Qualité	0.96514945117350800
Finance/Coût	Temps	0.69782238166691700
Flexibilité	Qualité	0.58343228877168100
Qualité	Temps	0.98608403662741100

Table 3. Jugements des comparaisons paires entre les types d'indicateurs

Type indicateur-x-	Type indicateur-y-	Jugement (Moy Géo.)
Activité	Risque	0.85579303878201000
Activité	Résultat	1.25401940180585000

Table 4. Jugements des comparaisons paires entre les processus du maillon PP

Processus-x-	Processus-y-	Jugement (Moy Géo.)
Comptabiliser	Dispenser	0.57364839981244200
Comptabiliser	Gérer les stocks	0.58106495820561000
Comptabiliser	Piloter	0.37542184115784800
Comptabiliser	Se fournir	0.53023034783690900
Dispenser	Gérer les stocks	0.53671882645461600
Dispenser	Piloter	0.76421687201010000
Dispenser	Se fournir	1.08886688878700000
Gérer les stocks	Piloter	0.86129923696146500
Gérer les stocks	Se fournir	0.91251475476049400
Piloter	Se fournir	1.10553686429902000

Annexe I.2. Les jugements de comparaison paire provenant des services de santé

Table 1. Jugements des comparaisons paires entre les métriques

Métrique-x-	Métrique-y-	Jugement (Moy Géo.)
Coût par patient	Coût total des produits dispensés	1.80737396970328

Table 2. Jugements des comparaisons paires entre les perspectives

Perspective-x-	Perspective-y-	Jugement (Moy Géo.)
Finance/Coût	Flexibilité	0.64816709127568400

Table 3. Jugements des comparaisons paires entre les types d'indicateurs

Type indicateur-x-	Type indicateur-y-	Jugement (Moy Géo.)
Activité	Contexte	1.17299389125622000
Activité	Intrant	0.55104206843945500

Table 4. Jugements des comparaisons paires entre les processus

Processus-x-	Processus-y-	Jugement (Moy Géo.)
Dispenser	Gérer les stocks	0.43481206927219300
Dispenser	Piloter	1.02811382665607000
Gérer les stocks	Piloter	1.25176669805807000

*

*

*

Annexe J. Source des données du TBL calculées en annexe

Les annexes de cette section sont contenues et formalisées dans des fichiers distincts se trouvant dans le CD accompagnant le support papier de cette thèse. Il s'agit dans cette partie de préciser le contenu et les formules de calcul des sources de données. Ces fichiers ont été conçus avec un logiciel tableur (dans notre cas avec LibreOffice[®]) et présentées sous forme de tableau.

Dans tous les annexes qui suivent les noms mis entre les chevrons représentent des champs ou des variables, que l'utilisateur aura le libre choix de définir. Par exemple : < DCI > représente le nom du produit géré ou utilisé dans le service en utilisant sa Dénomination Commune Internationale.

Annexe J.1. Source des données du TBL-PP calculées en annexe

Annexe J.1.1. État de croissance des consommations des services de santé

Le fichier en relation avec cette annexe renferme plusieurs feuilles. Chacune est réservée à un service de santé, et elle aura le contenu suivant :

Volume de consommation

DCI ▶	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Période - 0	V ₀₁	V ₀₂	.....	V _{0m}
Période - 1	V ₁₁	V ₁₂	.....	V _{1m}
Période - 2	V ₂₁	V ₂₂	.....	V _{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Période - n	V _{n1}	V _{n2}	.....	V _{nm}

Croissance du volume

DCI ▶	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >	PCVCS
Période - 1	$C_{11} = (V_{11} - V_{01}) \div V_{01}$	$C_{12} = (V_{12} - V_{02}) \div V_{02}$	.....	$C_{1m} = (V_{1m} - V_{0m}) \div V_{0m}$	$\frac{\sum_{j=1}^m C_{1j}}{m}$
Période - 2	$C_{21} = (V_{21} - V_{11}) \div V_{11}$	$C_{22} = (V_{22} - V_{12}) \div V_{12}$	.....	$C_{2m} = (V_{2m} - V_{1m}) \div V_{1m}$	$\frac{\sum_{j=1}^m C_{2j}}{m}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Période - n	$C_{n1} = (V_{n1} - V_{(n-1)1}) \div V_{(n-1)1}$	$C_{n2} = (V_{n2} - V_{(n-1)2}) \div V_{(n-1)2}$	.....	$C_{nm} = (V_{nm} - V_{(n-1)m}) \div V_{(n-1)m}$	$\frac{\sum_{j=1}^m C_{nj}}{m}$

$i = 1, 2 \dots n$: représente les périodes ;

$j = 1, 2 \dots m$: représente les produits només en DCI (Dénomination Commune Internationale) ;

V_{ij} : représente la valeur de consommation assignée dans la période i au produit j ;

C_{ij} : représente le pourcentage de croissance de la consommation dans la période i pour le produit j ;

PCVCS : est la moyenne des pourcentages de croissance de la consommation de tous les DCI dans la période i .

Annexe J.1.2. État de débit des produits du stock

Le fichier de cette annexe contient quatre feuilles de calcul :

- 1) Débit prévisionnel : qui contient le débit de sortie attendu d'un produit pour une période ;
- 2) Volume de sortie des produits du stock : cette feuille contient le niveau de consommation de chaque DCI dans une période précise ;
- 3) Débit de sortie des produits : elle calcule le niveau de débit réel de chaque DCI dans une période ;

- 4) Évaluation des débits : elle contient une appréciation du débit de chaque DCI dans une période i , et ce, par rapport à une prévision de débit. De façon agrégée, cette feuille contient aussi le niveau de débit de tous les DCI de la période i . Le tableau de bord exploitera cette dernière donnée.

Débit prévisionnel

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Unité de mesure ►	<Um ₁ >	<Um ₂>	.....	<Um _m >
Période – 1	Dp_{11}	Dp_{12}	.....	Dp_{1m}
Période – 2	Dp_{21}	Dp_{22}	.....	Dp_{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	Dp_{n1}	Dp_{n2}	.....	Dp_{nm}

$i=1,2 \dots n$: en lignes représente les périodes ;

$j=1,2 \dots m$: en colonnes représente les produits només en DCI ;

Dp_{ij} : représente le débit prévisionnel de la période i pour le produit j .

Volume de sortie des produits du stock

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Unité de mesure ►	<Um ₁ >	<Um ₂>	.....	<Um _m >
Période – 1	V_{11}	V_{12}	.....	V_{1m}
Période – 2	V_{21}	V_{22}	.....	V_{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	V_{n1}	V_{n2}	.....	V_{nm}

V_{ij} : représente la valeur de consommation assignée dans la période i au produit j

Débit de sortie des produits

Nombre de semaines par période :		< Nb.S>		
DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Période – 1	$Dr_{11} = \frac{V_{11}}{NB \cdot S}$	$Dr_{12} = \frac{V_{12}}{NB \cdot S}$	.....	$Dr_{1m} = \frac{V_{1m}}{NB \cdot S}$
Période – 2	$Dr_{21} = \frac{V_{21}}{NB \cdot S}$	$Dr_{22} = \frac{V_{22}}{NB \cdot S}$	.....	$Dr_{2m} = \frac{V_{2m}}{NB \cdot S}$
⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	$Dr_{n1} = \frac{V_{n1}}{NB \cdot S}$	$Dr_{n2} = \frac{V_{n2}}{NB \cdot S}$	.....	$Dr_{nm} = \frac{V_{nm}}{NB \cdot S}$

Dr_{ij} : représente le débit réel de la période i pour le produit j .

Évaluation des débits

Nombre de semaines par période :		< Nb.S>			
DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >	NDP
Période – 1	$E_{11} = \frac{Dr_{11}}{Dp_{11}}$	$E_{12} = \frac{Dr_{12}}{Dp_{12}}$	.....	$E_{1m} = \frac{Dr_{1m}}{Dp_{1m}}$	$\frac{\sum_{j=1}^m E_{1j}}{m}$
Période – 2	$E_{21} = \frac{Dr_{21}}{Dp_{21}}$	$E_{22} = \frac{Dr_{22}}{Dp_{22}}$	.....	$E_{2m} = \frac{Dr_{2m}}{Dp_{2m}}$	$\frac{\sum_{j=1}^m E_{2j}}{m}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	$E_{n1} = \frac{Dr_{n1}}{Dp_{n1}}$	$E_{n2} = \frac{Dr_{n2}}{Dp_{n2}}$	.....	$Dr_{nm} = \frac{Dr_{nm}}{Dp_{nm}}$	$\frac{\sum_{j=1}^m E_{nj}}{m}$

E_{ij} : l'évaluation du débit de la période i pour le produit j

NDP: est le Niveau de Débit des Produits. Il correspond à la moyenne des évaluations des débits des produits de la période i .

Annexe J.1.3. État des inventaires

Le fichier de cette annexe contient quatre feuilles de calcul :

- 1) Stock comptable : la feuille contient les quantités théoriques enregistrées selon l'inventaire permanent ;
- 2) Stock physique : elle contient les quantités réelles des produits à l'issue d'un inventaire ;
- 3) Situation des inventaires : elle contient le pourcentage d'écart d'inventaire par rapport au stock comptable. C'est cette donnée qui est exploitée par le tableau de bord.

Stock comptable

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Unité de mesure ►	< Um ₁ >	< Um ₂ >	.....	< Um _m >
Période – 1	Sc ₁₁	Sc ₁₂	.....	Sc _{1m}
Période – 2	Sc ₂₁	Sc ₂₂	.....	Sc _{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	Sc _{n1}	Sc _{n2}		Sc _{nm}

$i=1,2,\dots,n$: en lignes représente les périodes ;

$j=1,2,\dots,m$: en colonnes représente les produits només en DCI ;

Sc_{ij}: représente la valeur du stock du produit j, calculée par l'inventaire permanent dans la période i.

Stock physique (inventaire)

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Unité de mesure ►	< Um ₁ >	< Um ₂ >	.....	< Um _m >
Période – 1	Sp ₁₁	Sp ₁₂	.....	Sp _{1m}
Période – 2	Sp ₂₁	Sp ₂₂	.....	Sp _{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	Sp _{n1}	Sp _{n2}		Sp _{nm}

Sp_{ij}: représente la valeur du stock réel dans la période i pour le produit j.

Situation des inventaires (Pourcentage d'écart d'inventaire)

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >	SI
Période – 1	$PEI_{11} = \left| \frac{Sp_{11} - Sc_{11}}{Sc_{11}} \right|$	$PEI_{12} = \left| \frac{Sp_{12} - Sc_{12}}{Sc_{12}} \right|$	.....	$PEI_{1m} = \left| \frac{Sp_{1m} - Sc_{1m}}{Sc_{1m}} \right|$	$\frac{\sum_{j=1}^m PEI_{1j}}{m}$
Période – 2	$PEI_{21} = \left| \frac{Sp_{21} - Sc_{21}}{Sc_{21}} \right|$	$PEI_{22} = \left| \frac{Sp_{22} - Sc_{22}}{Sc_{22}} \right|$	.....	$PEI_{2m} = \left| \frac{Sp_{2m} - Sc_{2m}}{Sc_{2m}} \right|$	$\frac{\sum_{j=1}^m PEI_{2j}}{m}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	$PEI_{n1} = \left| \frac{Sp_{n1} - Sc_{n1}}{Sc_{n1}} \right|$	$PEI_{n2} = \left| \frac{Sp_{n2} - Sc_{n2}}{Sc_{n2}} \right|$	.....	$PEI_{nm} = \left| \frac{Sp_{nm} - Sc_{nm}}{Sc_{nm}} \right|$	$\frac{\sum_{j=1}^m PEI_{nj}}{m}$

PEI_{ij}: représente le pourcentage d'écart des inventaires dans la période i pour le produit j.

SI: représente la situation des inventaires dans la période i. Elle correspond à la moyenne des pourcentages d'écart de tous les DCI du service

Annexe J.1.4. État du stock par catégories & par familles

Le fichier de cette annexe contient deux feuilles de calcul :

- 1) État du stock par catégorie : cette feuille fournit une évaluation de la structure du stock dans chaque période par catégorie de produit. L'évaluation est calculée par rapport à une proportion idéale de chaque catégorie du stock ;
- 2) État du stock par famille : de la même manière, cette feuille procure une évaluation par famille de produits.

État du stock par catégorie

Catégories ▶	A			B			C			
	Stock total ▼	Valeur stock	%	Évaluation	Valeur stock	%	Évaluation	Valeur stock	%	Évaluation
Norme structure stock ▶	100%	NSS _A			NSS _B			NSS _C		
Période – 1	$V_{1A}+V_{1B}+V_{1C}$	V_{1A}	$SS_{1A} = \frac{V_{1A}}{V_{1A}+V_{1B}+V_{1C}}$	$\frac{|SS_{1A}-NSS_A|}{NSS_A}$	V_{1B}	$SS_{1B} = \frac{V_{1B}}{V_{1A}+V_{1B}+V_{1C}}$	$\frac{|SS_{1B}-NSS_B|}{NSS_B}$	V_{1C}	$SS_{1C} = \frac{V_{1C}}{V_{1A}+V_{1B}+V_{1C}}$	$\frac{|SS_{1C}-NSS_C|}{NSS_C}$
Période – 2	$V_{2A}+V_{2B}+V_{2C}$	V_{2A}	$SS_{2A} = \frac{V_{2A}}{V_{2A}+V_{2B}+V_{2C}}$	$\frac{|SS_{2A}-NSS_A|}{NSS_A}$	V_{2B}	$SS_{2B} = \frac{V_{2B}}{V_{2A}+V_{2B}+V_{2C}}$	$\frac{|SS_{2B}-NSS_B|}{NSS_B}$	V_{2C}	$SS_{2C} = \frac{V_{2C}}{V_{2A}+V_{2B}+V_{2C}}$	$\frac{|SS_{2C}-NSS_C|}{NSS_C}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	$V_{nA}+V_{nB}+V_{nC}$	V_{nA}	$SS_{nA} = \frac{V_{nA}}{V_{nA}+V_{nB}+V_{nC}}$	$\frac{|SS_{nA}-NSS_A|}{NSS_A}$	V_{nB}	$SS_{nB} = \frac{V_{nB}}{V_{nA}+V_{nB}+V_{nC}}$	$\frac{|SS_{nB}-NSS_B|}{NSS_B}$	V_{nC}	$SS_{nC} = \frac{V_{nC}}{V_{nA}+V_{nB}+V_{nC}}$	$\frac{|SS_{nC}-NSS_C|}{NSS_C}$

$i=1,2,\dots,n$: en lignes représente les périodes ;
 $j=A, B, C$: en colonnes représente la catégorie du stock ;
 V_{ij} : représente la valeur du stock ,en unité monétaire, assignée dans la période i à la catégorie j ;
 SS_{ij} :représente la proportion du stock de la catégorie j dans la période i ;
 NSS_j :représente la norme de la proportion du stock de la catégorie j .

État du stock par famille de produits

Familles ▶	<Famille 1>			<Famille 2>			.....			<Famille m>		
	Stock total ▼	Valeur stock	%	Évaluation	Valeur stock	%	Évaluation	Valeur stock	%	Évaluation	Valeur stock	%	Évaluation
Norme structure stock ▶	100,00%	NSS ₁			NSS ₂					NSS _m		
Période – 1	$\sum_{j=1}^m V_{1j}$	V_{11}	$SS_{11} = \frac{V_{11}}{\sum_{j=1}^m V_{1j}}$	$\frac{|SS_{11}-NSS_1|}{NSS_1}$	V_{12}	$SS_{12} = \frac{V_{12}}{\sum_{j=1}^m V_{1j}}$	$\frac{|SS_{12}-NSS_2|}{NSS_2}$	.....	.....	V_{1m}	$SS_{1m} = \frac{V_{1m}}{\sum_{j=1}^m V_{1j}}$	$\frac{|SS_{1m}-NSS_m|}{NSS_m}$
Période – 2	$\sum_{j=1}^m V_{2j}$	V_{21}	$SS_{21} = \frac{V_{21}}{\sum_{j=1}^m V_{2j}}$	$\frac{|SS_{21}-NSS_1|}{NSS_1}$	V_{22}	$SS_{22} = \frac{V_{22}}{\sum_{j=1}^m V_{2j}}$	$\frac{|SS_{22}-NSS_2|}{NSS_2}$	.....	.....	V_{2m}	$SS_{2m} = \frac{V_{2m}}{\sum_{j=1}^m V_{2j}}$	$\frac{|SS_{2m}-NSS_m|}{NSS_m}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
Période – n	$\sum_{j=1}^m V_{nj}$	V_{n1}	$SS_{n1} = \frac{V_{n1}}{\sum_{j=1}^m V_{nj}}$	$\frac{|SS_{n1}-NSS_1|}{NSS_1}$	V_{n2}	$SS_{n2} = \frac{V_{n2}}{\sum_{j=1}^m V_{nj}}$	$\frac{|SS_{n2}-NSS_2|}{NSS_2}$	.....	.....	V_{nm}	$SS_{nm} = \frac{V_{nm}}{\sum_{j=1}^m V_{nj}}$	$\frac{|SS_{nm}-NSS_m|}{NSS_m}$

$i=1,2,\dots,n$: en lignes représente les périodes ;
 $j=1,2,\dots,m$: en colonnes représente la famille des produits ;
 V_{ij} : représente la valeur du stock ,en unité monétaire, assignée dans la période i à la famille j ;
 SS_{ij} :représente la proportion du stock de la famille j dans la période i ;
 NSS_j :représente la norme de la proportion du stock de la famille j .

Annexe J.1.5. Fiabilité des fournisseurs

Le fichier de cette annexe contient essentiellement les feuilles suivantes :

- 1) Journal des réceptions : cette feuille enregistre toutes les opérations de réception des produits et renseigne sur leur qualité. Elle sera considérée comme une base de données à partir de laquelle la fiabilité de chaque fournisseur sera évaluée. Pour cela, elle contient plusieurs champs à renseigner dont certains sont calculés systématiquement. Sur certains champs, des valeurs seront sélectionnées à partir d’une liste déroulante qui fournit les propositions suivantes :
 - i) Pour les champs « Respect des références demandées » et « Respect de la quantité demandée » : l'utilisateur aura le choix entre : Oui, Surplus ou Manque ;
 - ii) Pour le champ « Casse » : l'utilisateur aura le choix entre : Oui ou Non ;
 - iii) Pour le champ « Erreur dans les documents de livraison » : l'utilisateur aura le choix entre : Facture, Bon de livraison, Décharge, Bordereau de livraison, ou Non.
 Le champ « Statut de la réception » qui apparaît dans la dernière colonne présente une valeur générée automatiquement après avoir évalué la qualité de la réception. Ce champ expose les statuts possibles : Anomalie ou Conforme.

- 2) État de fiabilité des fournisseurs : cette feuille exploite les données du journal de réception et établi pour chaque fournisseur, et selon le statut de la réception (par le biais d'un tableau croisé dynamique) :
- i) Le nombre du statut de la réception ;
 - ii) La somme des jours de retard.
- 3) Niveau de service des fournisseurs : comme la précédente feuille elle reprend les données du journal des réceptions et calcul la somme des écarts de commande de chaque fournisseur.

Journal des réceptions

Réception				Niveau de service			Retard		Anomalies								
Date de livraison	Fournisseur	N° Bon de commande	N° de la Facture	N° du Bon de livraison	Nb. de références demandées	Nb. de références livrées	Écart de commande	Date de livraison prévu	Nb. jours de retard	Respect des références demandées	Respect de la quantité demandée	Casse	Erreur dans les documents de livraison	Litige	Statut du litige	N° Avenant	Statut de la réception
							0		0	-Select-	-Select-	-Select-	-Select-				
							0		0	-Select-	-Select-	-Select-	-Select-				
							0		0	-Select-	-Select-	-Select-	-Select-				
							0		0	-Select-	-Select-	-Select-	-Select-				
							0		0	-Select-	-Select-	-Select-	-Select-				
							0		0	-Select-	-Select-	-Select-	-Select-				
							0		0	-Select-	-Select-	-Select-	-Select-				
							0		0	-Select-	-Select-	-Select-	-Select-				

État de fiabilité des fournisseurs

Fournisseur	Statut de la réception	Count - Statut de la réception	Sum - Nb. jours de retard

Niveau de service des fournisseurs

Fournisseur	Sum - Écart de commande

Annexe J.1.6. Situation des encours

Le fichier de cette annexe devrait contenir plusieurs feuilles dont chacune est réservée à un service de santé particulier. La situation des encours de chaque service de santé est articulée par trois tableaux.

Service de santé : <nom du service de santé >

Limites

DCI ►	< DCI _i >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Période – 1	L_{11}	L_{12}	.....	L_{1m}
Période – 2	L_{21}	L_{22}	.....	L_{2m}
⋮	⋮	⋮		⋮
Période – n	L_{n1}	L_{n2}	.....	L_{nm}

$i = 1,2 \dots n$: en ligne représente les périodes ;

$j = 1,2 \dots n$: en colonnes représente les produits nommés en DCI (Dénomination Commune Internationale) ;

L_{ij} : est la valeur du seuil accordé à l'encours du produit j pendant la période i .

Encours

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Période – 1	V_{11}	V_{12}	.....	V_{1m}
Période – 2	V_{21}	V_{22}	.....	V_{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	V_{n1}	V_{n2}	.....	V_{nm}

v : représente la valeur de consommation du produit j pendant la période i.

Situation des encours

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >	MSE
Période – 1	$SE_{11} = \frac{V_{11}}{L_{11}}$	$SE_{12} = \frac{V_{12}}{L_{12}}$	.....	$SE_{1m} = \frac{V_{1m}}{L_{1m}}$	$\frac{\sum_{j=1}^m S_{1j}}{m}$
Période – 2	$SE_{21} = \frac{V_{21}}{L_{21}}$	$SE_{22} = \frac{V_{22}}{L_{22}}$	.....	$SE_{2m} = \frac{V_{2m}}{L_{2m}}$	$\frac{\sum_{j=1}^m S_{2j}}{m}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	$SE_{n1} = \frac{V_{n1}}{L_{n1}}$	$SE_{n2} = \frac{V_{n2}}{L_{n2}}$	.....	$SE_{nm} = \frac{V_{nm}}{L_{nm}}$	$\frac{\sum_{j=1}^m S_{nj}}{m}$

SE_{ij} : représente la situation de l'encours du produit j pendant la période i ;

MSE : représente la situation moyenne des encours pendant la période i.

Annexe J.2. Source des données du TBL-SS calculées en annexe

Annexe J.2.1. État de la productivité du stock

Le fichier de cette annexe contient deux feuilles de calcul :

- 1) Productivité : qui contient les réalisations de productivité des stocks à travers les périodes.
- 2) Évaluation productivité : cette feuille constitue une appréciation de la productivité en la comparant à une norme préconstituée. Elle établit, également, pour alimenter le tableau de bord, une agrégation d'évaluation couvrant tous les produits.

Productivité

DCI ►		< DCI ₁ >			< DCI ₂ >			.....			< DCI _m >		
Unité de mesure ►		<Um ₁ >			<Um ₂>			.....			<Um _m >		
Variables ►		Nb. de malades bénéficiaires	Quantité de produits consommés	Productivité	Nb. de malades bénéficiaires	Quantité de produits consommés	Productivité	Nb. de malades bénéficiaires	Quantité de produits consommés	Productivité	Nb. de malades bénéficiaires	Quantité de produits consommés	Productivité
Norme ►		Nm_1	Nq_1	$Np_1 = \frac{Nm_1}{Nq_1}$	Nm_2	Nq_2	$Np_2 = \frac{Nm_2}{Nq_2}$	.....			Nm_m	Nq_m	$Np_m = \frac{Nm_m}{Nq_m}$
Réalizations	Période – 1	Vm_{11}	Vq_{11}	$P_{11} = \frac{Vm_{11}}{Vq_{11}}$	Vm_{12}	Vq_{12}	$P_{12} = \frac{Vm_{12}}{Vq_{12}}$	.....			Vm_{1m}	Vq_{1m}	$P_{1m} = \frac{Vm_{1m}}{Vq_{1m}}$
	Période – 2	Vm_{21}	Vq_{21}	$P_{21} = \frac{Vm_{21}}{Vq_{21}}$	Vm_{22}	Vq_{22}	$P_{22} = \frac{Vm_{22}}{Vq_{22}}$	.....			Vm_{2m}	Vq_{2m}	$P_{2m} = \frac{Vm_{2m}}{Vq_{2m}}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			⋮	⋮	⋮
	Période – n	Vm_{n1}	Vq_{n1}	$P_{n1} = \frac{Vm_{n1}}{Vq_{n1}}$	Vm_{n2}	Vq_{n2}	$P_{n2} = \frac{Vm_{n2}}{Vq_{n2}}$	.....			Vm_{nm}	Vq_{nm}	$P_{nm} = \frac{Vm_{nm}}{Vq_{nm}}$

$i=1,2,\dots,n$: en lignes représente les périodes ;

$j=1,2,\dots,m$: en colonnes représente les produits nommés en DCI (Dénomination Commune Internationale) ;

Nm_j : représente la norme du nombre de malades bénéficiaires du produit j ;

Nq_j : représente la norme de la quantité consommée du produit j ;

Np_j : représente la norme de la productivité du produit j ;

Vm_{ij} : représente le nombre de malades bénéficiaires du produit j pendant la période i ;

Vq_{ij} : représente la quantité consommée du produit j pendant la période i ;

P_{ij} : représente la productivité du produit j pendant la période i .

Évaluation productivité

DCI ▶	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >	MEP
Période – 1	$EP_{11} = \frac{P_{11}}{Np_1}$	$EP_{12} = \frac{P_{12}}{Np_2}$	.....	$EP_{1m} = \frac{P_{1m}}{Np_m}$	$\frac{\sum_{j=1}^m EP_{1j}}{m}$
Période – 2	$EP_{21} = \frac{P_{21}}{Np_1}$	$EP_{22} = \frac{P_{22}}{Np_2}$	.....	$EP_{2m} = \frac{P_{2m}}{Np_m}$	$\frac{\sum_{j=1}^m EP_{2j}}{m}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
Période – n	$EP_{n1} = \frac{P_{n1}}{Np_1}$	$EP_{n2} = \frac{P_{n2}}{Np_2}$	.....	$EP_{nm} = \frac{P_{nm}}{Np_m}$	$\frac{\sum_{j=1}^m EP_{nj}}{m}$

EP_{ij} : représente l'évaluation de la productivité du produit j pendant la période i ;
 MEP : représente la moyenne de la productivité de tous les produits pendant la période i.

Annexe J.2.2. État des péremptions du stock

Le fichier de cette annexe contient deux feuilles :

- 1) Date de péremption des produits : qui doit contenir la date de péremption de chaque produit réapprovisionné dans une période précise ;
- 2) Évaluation péremption : cette feuille contient l'appréciation du nombre de jours restant avant l'expiration de chaque produit par rapport à un nombre de jours restant idéal (180 en général). La feuille fournit également une appréciation globale du stock en calculant dans la dernière colonne une moyenne géométrique.

Date de péremption des produits

DCI ▶	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Période – 1	DE_{11}	DE_{12}	.....	DE_{1m}
Période – 2	DE_{21}	DE_{22}	.....	DE_{2m}
⋮	⋮	⋮		⋮
Période – n	DE_{n1}	DE_{n2}	.....	DE_{nm}

$i=1,2,\dots,n$: en lignes représente les périodes ;
 $j=1,2,\dots,m$: en colonnes représente les produits nommés en DCI (Dénomination Commune Internationale) ;
 DE_{ij} : représente la date d'expiration du produit j réapprovisionné dans la période i.

Évaluation péremption

DCI ▶	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >	Péremption du stock total
Nombre de jours idéal ▶	T_1	T_2	.....	T_m	
Période – 1	$EP_{11} = \frac{(DE_{11} - DA)}{T_1}$	$EP_{12} = \frac{(DE_{12} - DA)}{T_2}$	.....	$EP_{1m} = \frac{(DE_{1m} - DA)}{T_m}$	$\sqrt[m]{\prod_{j=1}^m EP_{1j}}$
Période – 2	$EP_{21} = \frac{(DE_{21} - DA)}{T_2}$	$EP_{22} = \frac{(DE_{22} - DA)}{T_2}$	.....	$EP_{2m} = \frac{(DE_{2m} - DA)}{T_m}$	$\sqrt[m]{\prod_{j=1}^m EP_{2j}}$
⋮	⋮	⋮		⋮	
Période – n	$EP_{n1} = \frac{(DE_{n1} - DA)}{T_1}$	$EP_{n2} = \frac{(DE_{n2} - DA)}{T_2}$	.....	$EP_{nm} = \frac{(DE_{nm} - DA)}{T_m}$	$\sqrt[m]{\prod_{j=1}^m EP_{nj}}$

T_j : représente le nombre de jours idéal restant avant l'expiration du produit j ;
 DA : représente la date d'aujourd'hui (date d'évaluation) ;
 EP_{ij} : représente l'évaluation de la péremption du produit j dans la période i ;

Annexe J.2.3. État du stock total

Le fichier de cette annexe contient trois feuilles de calcul :

- 1) Niveau idéal des stocks : cette feuille contient pour chaque produit et dans chaque période un niveau du stock prédéfini considéré comme optimal ;
- 2) Niveau des stocks : cette feuille contient le niveau du stock réel de chaque produit dans une période précise.
- 3) Situation des stocks : cette feuille apporte une évaluation du niveau du stock de chaque produit par rapport à son niveau idéal prédéfini, et une évaluation globale du stock en calculant une moyenne dans chaque période.

Niveau idéal du stock

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Unité de mesure ►	< Um ₁ >	< Um ₂ >	.....	< Um _m >
Période – 1	Sp ₁₁	Sp ₁₂	....	Sp _{1m}
Période – 2	Sp ₂₁	Sp ₂₂	....	Sp _{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	Sp _{n1}	Sp _{n2}	....	Sp _{nm}

$i = 1, 2 \dots n$: en lignes représente les périodes ;

$j = 1, 2 \dots m$: en colonnes représente les produits nommés en DCI ;

Sp_{ij} : représente le niveau du stock idéal pour le produit j dans la période i.

Niveau des stocks

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >
Unité de mesure ►	< Um ₁ >	< Um ₂ >	.....	< Um _m >
Période – 1	Sr ₁₁	Sr ₁₂	.....	Sr _{1m}
Période – 2	Sr ₂₁	Sr ₂₂	.....	Sr _{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	Sr _{n1}	Sr _{n2}		Sr _{nm}

Sr_{ij} : représente la valeur du stock du produit j dans la période i.

Situation des stocks

DCI ►	< DCI ₁ >	< DCI ₂ >	.....	< DCI _m >	Évaluation du stock total
Période – 1	$SS_{11} = 1 - \left| \frac{Sr_{11} - Sp_{11}}{Sp_{11}} \right|$	$SS_{12} = 1 - \left| \frac{Sr_{12} - Sp_{12}}{Sp_{12}} \right|$	.....	$SS_{1m} = 1 - \left| \frac{Sr_{1m} - Sp_{1m}}{Sp_{1m}} \right|$	$\frac{\sum_{j=1}^m SS_{1j}}{m}$
Période – 2	$SS_{21} = 1 - \left| \frac{Sr_{21} - Sp_{21}}{Sp_{21}} \right|$	$SS_{22} = 1 - \left| \frac{Sr_{22} - Sp_{22}}{Sp_{22}} \right|$	.....	$SS_{2m} = 1 - \left| \frac{Sr_{2m} - Sp_{2m}}{Sp_{2m}} \right|$	$\frac{\sum_{j=1}^m SS_{2j}}{m}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Période – n	$SS_{n1} = 1 - \left| \frac{Sr_{n1} - Sp_{n1}}{Sp_{n1}} \right|$	$SS_{n2} = 1 - \left| \frac{Sr_{n2} - Sp_{n2}}{Sp_{n2}} \right|$	.....	$SS_{nm} = 1 - \left| \frac{Sr_{nm} - Sp_{nm}}{Sp_{nm}} \right|$	$\frac{\sum_{j=1}^m SS_{nj}}{m}$

SS_{ij} : représente le pourcentage d'écart (par rapport au niveau du stock idéal) du produit j dans la période i.