

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

École Supérieure de Commerce d'Alger

**Mémoire de Fin d'Etudes en Vue de l'Obtention d'un Magister en Sciences
Commerciales et Financières**

Option : finance

Titre

L'impact de la modélisation des flux de trésorerie sur la gestion de coût

Cas : Orascom télécom Algérie

Préparé par l'étudiante
BOUDOUMI Wissam

Sous la direction de
LATRECHE Tahar
Maître de conférences classe A à l'école
supérieure de commerce d'Alger

Promotion : 2009/2010



Remerciement

Louange à Allah et que la bénédiction et le salut d'Allah soient sur notre prophète Mohammed ﷺ qui dit « ne remercierait point Allah celui qui ne remercie les gens » ; raconté par Imam Ahmed (2/258).

Dés lors,

Je sais gré à mes proches, en premier lieu mes parents, pour la patience dont ils ont fait preuve pendant ces années. Ce travail leur doit beaucoup. Qu'ils reçoivent ici un témoignage de mon amour.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de recherche Dr LATRECHE Tahar pour avoir contribué à l'aboutissement de cette recherche par son entière disponibilité, sa rigueur et la pertinence de ses conseils. Son soutien permanent ainsi que la liberté qu'il a pu me donner dans ma démarche sont pour beaucoup dans ce travail.

Mes remerciements vont également :

À tous les enseignants dont j'ai bénéficié de l'aide et de l'accompagnement au long de mon cursus de formation à l'école supérieure de commerce d'Alger, en particulier Mr Abdelhamid ABADA, Mr AYADE fayssal, Mr GLIZ Abdelkader et Mr CHOUIK Belmokhtar.

Aux membres de jury pour l'honneur qu'ils me font de s'intéresser à mon travail et pour avoir accepté de participer à son évaluation.

A l'aimable personnel de OTA, en particulier Mr LAMOUDI, Mr MALKI et Mme DANIA.

Ces remerciements ne seraient pas complets sans une pensée pour mon amie Mlle DOUICI Zahra. Merci de m'avoir aidée et encouragée et pour m'avoir changé les idées quand j'en avais besoin.

Ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont aidée à mener à terme la rédaction du présent mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents pour leurs soutiens et sacrifices, à mon frère et mes sœurs ainsi qu'à mes amies . . .

Sommaire

sommaire	I-IV
Liste des tableaux	
Liste des schémas	
Liste des abréviations	
Introduction générale	A-D
Chapitre 01 : la gestion de trésorerie et fonction de coût	
Introduction du chapitre	01
Section 01 : généralités sur la notion de trésorerie	02
1-Définition de la trésorerie	02
1-1-Présentation statique	03
1-1-1- Fonds de roulement	03
1-1-2- Besoin en fonds de roulement	04
1-2- Présentation dynamique par les flux	05
2-Rôle du trésorier	07
3-les prévisions de trésorerie	07
3-1- la prévision pluriannuelle (le plan de financement)	07
3-2-La prévision plurimensuelle (le budget de trésorerie)	08
3-3-prévision au jour le jour (fiche de suivi de trésorerie)	11
4- les financements et les placements de trésorerie	11
4-1-financement à court terme de trésorerie	12
4-2-placement à court terme de trésorerie	13
Section 02 : modèle de gestion de trésorerie	13
1-les modèles de régulation et d'optimisation en matière de gestion de trésorerie	14
2- le choix d'un modèle de gestion de trésorerie	15
2-1- modèle de gestion de trésorerie en environnement incertain	16
3- les différentes formes d'optimisation	17
3-1- la relation banque/entreprise	17
3-2- les systèmes de boîte aux lettres	17
3-3-les études de comportements	18
3-4- les accords entre entreprises	18
3-5- la centralisation de la gestion de trésorerie	18
4- La notion de la trésorerie zéro	19

5- trésorerie et valeur d'entreprise	20
5-1- valeur de rendement	21
5-2- valeur de flexibilité	21
5-3- valeur de liquidité	21
Section 03 : fonction de coût de trésorerie	22
1- élément de coût : concept et hypothèses	22
1-1- hypothèse de la formulation de la fonction de coût	23
1-2- les limites de l'évaluation de la fonction de coût en solde bancaire	26
2-fonction de coût adapté à la gestion quotidienne de la trésorerie	27
2-1- les aménagements portés sur la fonction de coût antérieure	27
2-2-les décisions financières prises à partir du solde global prévisionnel	29
2-3- les résultats financières de la prise de décision	31
Conclusion du chapitre	33
Chapitre 02 : méthodes de prévision à court terme	
Introduction du chapitre	34
Section 01 : méthodes de prévision et l'approche de Box-Jenkins	35
1-méthodes de prévision à court terme	35
2-le choix d'une méthode de prévision en matière de gestion de trésorerie	36
2-1-les compétitions-M	37
3-le choix d'une méthode de prévision adaptée aux flux quotidiens de trésorerie	39
4-modélisation des séries chronologiques	41
4-1- les modèles ARMA	41
4-1-1- les processus autorégressifs	42
4-1-2- les processus moyennes mobiles	43
4-1-3- les modèles autorégressifs moyenne mobile ARMA	43
4-1-4- les modèles non-stationnaire de type ARIMA et SARIMA	44
5-la méthodologie de Box-Jenkins	45
Section 02 : cheminement de l'approche de Box-Jenkins	47
1-La stationnarité et le traitement de la non-stationnarité	47
1-1-Tendance et saisonnalité	47
1-1-1- fonction d'autocorrélation	48
1-1-2- l'élimination de la tendance de la saisonnalité	49
1-3- définition de la non-stationnarité	50

1-3-1- non stationnarité déterministe	50
1-3-2- non stationnarités stochastiques	51
1-4- détection de la stationnarité	52
1-4-1- tests de racine unitaire	52
1-4-1-1- test de Dickey-Fuller simple	52
1-4-1-2- test de Dickey-Fuller augmenté	54
2- l'identification	56
3- l'estimation	58
4- validation économétrique d'un modèle	59
5- choix du meilleur modèle	61
6- la prévision	61
Section 03 : la modélisation multivariée	63
1- Corrélation croisée et processus aléatoire multivarié	63
2- Le modèle de régression à erreur ARMA	65
3- Le modèle de fonction de transfert	66
4- Le modèle d'analyse d'intervention	66
Conclusion du chapitre	69
Chapitre 03 : modélisation de la trésorerie d'OTA	
Introduction du chapitre	70
Section 01 : Présentation d'Orascom Telecom Algérie et des données de la série	71
1- Présentation d'Orascom Telecom Algérie (OTA)	71
1-1- principaux Objectifs de l'entreprise	71
1-1-1- Politique qualité	71
1-1-2- Politique environnementale	72
1-2- Organisation d'OTA	72
1-2-1- La direction de l'administration	74
1-2-2- La direction des opérations	74
1-2-3- La direction commerciale	74
1-2-4- La direction finances	74
1-3- présentation de la division trésorerie	75
1-3-1- Présentation fonctionnelle	75
2- Présentation des données	76
Section 02 : modélisation univariée et multivariée de la position de la trésorerie	79

1- La modélisation univariée du solde global de trésorerie	79
1-1- L'analyse de la stationnarité	80
1-2- L'identification	82
1-3-Estimation des modèles retenus	84
1-4-Validation et choix du modèle	85
1-5-Choix du modèle	87
1-6-la prévision et les tests de qualité du modèle	91
2- la modélisation multivariée du solde global de trésorerie	91
Section 03 : constatations et recommandations	96
1- constatations	97
2-recommandations	100
Conclusion du chapitre	102
Conclusion générale	103
Bibliographie	106
Annexes	I-LV

Liste des tableaux

<i>Tableau</i>	<i>Nom</i>	<i>Page</i>
N°01	présentation du tableau des flux de trésorerie (selon la méthode directe)	06
N°02	plan de financement prévisionnel pluriannuel	08
N°03	Budget de trésorerie	10
N°04	paramètre du modèle de régression de la tendance	81
N°05	tableau représentatif des résultats du test de racine unitaire Dickey-Fuller	82
N°06	les structures des modèles identifiés	84
N°07	estimation des coefficients des modèles retenus	84
N°08	Les critères de comparaison de la qualité des modèles retenus	86
N°09	paramètres du modèle univarié du solde global de trésorerie proposé à OTA	87
N°10	moyenne et écart-type de l'erreur du modèle ARIMA (1, 0, 3)	90
N°11	paramètres du modèle multivariée du solde global de trésorerie proposé a OTA	91
N°12	moyenne et écart-type de l'erreur du modèle univarié et multivarié	93
N°13	coût d'erreur de prévision d'OTA	95
N°14	coût d'erreur de prévision avec le modèle multivarié	96

Liste des figures et schémas

<i>Figure</i>	<i>Nom</i>	<i>Page</i>
N°01	l'organigramme des décisions financières possibles	30
N°02	le sentier de coût et la structure des taux	32
N°03	Algorithme de l'approche de Box-Jenkins selon Mélard.	45
N°04	organigramme (schéma fonctionnel) d'OTA	73
N°05	présentation de la division trésorerie d'OTA	75
N°06	évolution du solde global de trésorerie en date de valeur de 01/01/2009 au 31/12/2011	78
N°07	évolution du solde global de trésorerie en date de valeur pour les sous-périodes annuelles (année 2009, 2010, 2011) en date de valeur	79
N°08	la présentation graphique en nuages de points de la série transformé par Box-Cox	80
N°09	représentation graphique de la série résiduelles \hat{X}	81
N°10	fonction d'autocorrélation simple	83
N°11	fonction d'autocorrélation partielle	83
N°12	Test de l'efficacité du modèle univariée proposé a OTA	88
N°13	résidus de la série du solde global et résidus du modèle ARIMA	89
N°14	résidus de la série du solde global et résidus du modèle M2	93
N°15	Test de l'efficacité du modèle multivarié M2 proposé a OTA	94
N°16	le coût de l'erreur de prévision selon le contexte de l'entreprise OTA	98

Liste des abréviations

BFR	Besoin en fonds de roulement
FCP	Fonds commun de placement
FR	Fonds de roulement
OTA	Orascom télécom Algérie
SICAV	Sociétés d'investissements en capital variable
TCR	Tableau des comptes de résultat
TFT	Tableau des flux de trésorerie
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
TVCP	Tableau de variation des capitaux propres

Introduction

Introduction

Dans le cadre de son activité, toute entreprise est en relation avec son environnement constitué de ses clients, ses fournisseurs, l'Etat et les institutions financières. Ces relations conduisent l'entreprise à réaliser des encaissements et effectuer des décaissements appelés flux financiers, ceux-ci déterminent le solde global de la trésorerie traduisant une capacité ou un besoin de financement. La trésorerie est considérée comme le cœur de l'entreprise, par lequel passent tous les flux financiers, ce qui la rend une variable essentielle dans la gestion financière de l'entreprise.

L'importance du sujet

La gestion de trésorerie est l'ensemble des décisions, règles et procédures qui permettent d'assurer au moindre coût le maintien de l'équilibre financier à court terme de l'entreprise.

Les flux financiers sont de nature changeante à très court terme voire de jour en jour, ceci dit que la trésorerie de l'entreprise varie quotidiennement. La régulation quotidienne des positions de trésorerie ainsi que le mode d'élaboration des prévisions s'avèrent importants du fait qu'ils permettent d'avoir une idée des soldes de la trésorerie quotidiens réalisés et prévisionnels afin d'opérer des décisions adéquates pour les transactions.

La divergence entre la réalisation et la prévision de la trésorerie traduit une sous-évaluation ou une surévaluation. L'entreprise court, le cas échéant, des situations de non optimalité de dépense et, partant, des risques financiers ou des coûts d'opportunité s'avèrent importants.

L'objectif de la recherche

Le but de cette recherche est de proposer un modèle de prévision de la trésorerie qui permettrait de mieux maîtriser les risques inhérents à la surévaluation et la sous-évaluation du solde global de la trésorerie et donc la minimisation de la fonction de coût de trésorerie pour faciliter la prise de décision relative à cette dernière.

Problématique

Afin de cerner le sujet de la recherche, la question suivante a été posée :

Comment les entreprises parviennent-elles à une prévision du solde global de trésorerie qui leur permet de minimiser leur fonction de coût afin d'entreprendre la meilleure décision possible ?

L'objet de cette recherche peut se décliner ainsi en plusieurs questions :

- Comment appréhende-t-on la notion de trésorerie dans l'entreprise ?
- Quelle est la méthode de prévision la plus adaptée aux flux de trésorerie des entreprises ?
- Quel est l'impact de la qualité de prévision par la modélisation sur la fonction de coût de la trésorerie ?

Hypothèses

Afin de répondre à la problématique et donc aux questions secondaires susmentionnées, les hypothèses suivantes peuvent être formalisées :

Hypothèse1

La trésorerie est la résultante de toutes les opérations de l'entreprise amenant à des sorties ou à des entrées de fonds qui permettent d'avoir un solde négatif, positif ou nul. La gestion de liquidité est essentielle du fait qu'elle peut générer des coûts importants.

Hypothèse2

La prévision de la trésorerie se fait à l'aide des méthodes de modélisation adaptées aux prévisions des phénomènes économiques et donc aux flux financiers. La production des prévisions par la modélisation des flux de trésorerie s'avère efficace en matière de réduction des coûts de l'entreprise.

Hypothèse 3

Une des composantes principales de La fonction de coût de trésorerie sont les flux de trésorerie prévisionnels. Le minimum d'erreur entre prévision et réalisation des flux de trésorerie implique la minimisation de la fonction de coût de trésorerie et donc la possibilité de prendre la décision financière la mieux adaptée à cet égard.

Etudes antérieures

Il convient de citer quelques recherches parues dans le domaine de l'investigation, à l'instar des écrits suivants :

EMMANUEL laurent a visé, lors de sa recherche intitulée « optimiser la gestion de trésorerie par la modélisation économétrique des flux financiers » (2006), de proposer une approche de régulations des soldes en environnement incertains. Les modèles de gestion de trésorerie, la théorie de la décision et l'économétrie des séries temporelles, trois domaines théoriques distincts, servent à mettre en point l'approche de régulation des soldes la plus adaptée aux spécificités des flux financiers. Cette approche est appliquée aux données de trésorerie du régime général de la sécurité sociale en France durant une année.

JUHEL Jean-Claude a mené une étude permettant d'optimiser la gestion de trésorerie en environnement incertain. Le mode optimal de gestion de trésorerie est associé à la maximisation de la liquidité ainsi qu'à la rentabilité tout en assurant le maintien des soldes bancaires autour de zéro. Ce modèle d'optimisation repose sur l'association des prévisions aux probabilités ce qui permet la réduction des coûts afférant à la gestion non-optimale de trésorerie.

Méthode de la recherche

Afin de mieux cerner le problème de la recherche et vu la nature des informations collectées pour le traitement du sujet, Cette étude recourt à la méthode:

Descriptive et Analytique dans la partie théorique où il s'agit de présenter la trésorerie, les méthodes d'optimisation de la trésorerie et la présentation de la fonction de coût de la

trésorerie ainsi que les modèles de prévisions à court terme et la présentation de la méthode la plus adaptée aux flux de trésorerie.

Econométrie, à travers un modèle de prévision. Celui-ci est, ensuite, présenté dans un cas pratique émaillé par des schémas et des graphes présentant les différentes étapes de la modélisation dont le traitement des données ainsi que son impact sur le plan financier. Ce modèle représente des données quotidiennes des flux de trésorerie durant trois ans d'une entreprise du secteur de télécommunication en Algérie, à savoir Orascom Telecom Algérie.

Plan de la recherche

La démarche adoptée se décline en trois chapitres : le premier chapitre, intitulé trésorerie et fonction de coût, traite de la notion de trésorerie : sa définition, son importance, son emplacement, du rôle du trésorier au sein de l'entreprise, du budget de trésorerie ainsi que de la présentation de la fonction de coût de trésorerie.

Etant donné l'importance des flux de trésorerie prévisionnels dans la conception de la fonction de coût, il est indispensable de procurer à cette dernière les meilleures prévisions des flux. Le deuxième chapitre traite en premier lieu les différentes méthodes de prévision à court terme et les examine afin d'identifier la méthode de prévision la plus adaptée aux flux de trésorerie. En deuxième lieu, une méthode économétrique est validée selon ces spécifications théoriques et son adéquation à la nature de la variable étudiée, la méthode est ensuite présentée ainsi que les étapes qui la composent.

Enfin le troisième chapitre est consacré à la mise en œuvre d'un mode de production des prévisions du solde global de trésorerie qui permet de bien présenter la chronique et donc génère les meilleures prévisions, les résultats en terme de qualité et d'efficacité des prévisions permettent d'évaluer la fonction de coût et de prendre la meilleure décision financière.

Chapitre I :
La gestion de
trésorerie et fonction
de coût

Chapitre I: la Gestion de Trésorerie et fonction de coût

Le fonctionnement d'une entreprise dépend inévitablement des opérations réalisées avec son environnement, se traduisant immédiatement ou à terme, par des flux de trésorerie.

L'objectif de ce chapitre est de définir une méthode globale d'optimisation et de régulation des flux de trésorerie sur laquelle la décision financière est prise, cette décision est basée sur l'objectif de minimisation des coûts financiers et la maximisation des produits. Ce chapitre est appréhendé en trois sections qui permettent de réaliser cet objectif.

La première section sera consacrée à la présentation des différentes définitions de la trésorerie et à sa présentation, ainsi que les différentes méthodes de prévision de cette variable qui implique par la suite la prise de décision financière qui est représentée par un financement ou un placement à court terme.

La deuxième section consiste à identifier une approche d'optimisation de trésorerie après une étude historique succincte des modèles de régulation et d'optimisation proposés dans des études antérieures. Des modèles d'optimisation conçus pour la gestion de trésorerie seront présentés ainsi que la notion de trésorerie zéro. Enfin, la relation entre la trésorerie et la génération de valeur dans l'entreprise sera identifiée.

La troisième section présentera la fonction de coût en matière de gestion de trésorerie en éclairant les hypothèses posées pour ce modèle ainsi que les différents aménagements portés sur la fonction de coût ainsi que les différentes décisions financières prises qui permettent d'optimiser la gestion de trésorerie selon la position du solde global de trésorerie.

A l'issue de ces différentes étapes, la méthode globale d'optimisation et de régulation sera définie ainsi que la fonction de coût à minimiser afin de faciliter la prise de décision financière.

Section I : généralités sur la notion de trésorerie

La gestion de trésorerie est d'une grande importance dans toute entreprise car elle permet de maintenir la solvabilité de l'entreprise et l'optimisation des frais financiers. De ce fait, il est évident que l'état de la trésorerie dans l'entreprise constitue un indicateur de sa solvabilité et de sa santé financière.

1-Définition de la trésorerie

Selon DESBRIERES et POINCELOT : « La trésorerie d'une organisation est souvent définie à partir du patrimoine de celle-ci (ensemble de ces emplois et de ses ressources). On peut opposer à cette conception permettant de mesurer un stock de liquidité, une approche davantage centrée sur les flux, qui peuvent obtenir une mesure de la trésorerie à partir d'un processus dynamique d'encaissements et de décaissements de liquidités »¹.

Elle est la traduction financière de l'intégralité des actes de gestion de l'entreprise qu'il s'agisse du cycle d'exploitation, du cycle d'investissement ou des opérations hors exploitation.²

A partir de ces définitions la trésorerie peut être considérée comme l'ensemble des avoirs dont dispose l'entreprise à une date donnée issus de la différence entre les ressources financières et les emplois auxquels les ressources sont destinées afin de faire face au besoin du cycle d'exploitation.

La trésorerie est un des éléments essentiels dans le domaine de la gestion financière des entreprises car elle permet à cette dernière de financer son activité, d'assurer sa survie en évitant l'état de cessation de paiement et elle permet aux entreprises le financement de nouveaux investissements qui leurs assurent le développement.

La trésorerie se compose de deux aspects fondamentaux définis essentiellement par les encaissements et les décaissements de l'entreprise. Les encaissements constituent toutes les opérations effectuées dans l'exercice aboutissant à des entrées réelles de liquidité formées

¹ DESBRIERES Philippe et POINCELOT Evelyne, gestion de la trésorerie, Paris, éd. management société, 1999, p10.

² FORGET Jack, gestion de trésorerie : optimiser la gestion financière de l'entreprise à court terme, Paris , éditions d'organisation, 2005, p 12.

essentiellement par l'ensemble des moyens de paiements disponibles dans l'entreprise. Les décaissements constituent toutes les opérations effectuées dans l'exercice aboutissant à des sorties réelles de liquidité.

La trésorerie peut alors être analysée selon deux approches différentes, l'une statique, en termes de stock à un moment donné, l'autre dynamique, en termes de flux sur une période donnée. En effet, la trésorerie peut être appréhendée à partir de la notion de l'équilibre financier ou comme étant la résultante de multiples flux de liquidités encaissés et décaissés.

1-1-Présentation statique

La présentation statique est une analyse de l'équilibre financier à partir du bilan fonctionnel à un instant donné. Elle privilégie le fonctionnement économique de l'entreprise et, en l'occurrence, les opérations effectuées par l'entreprise. Cette approche prend appui sur une analyse de l'activité, des opérations effectuées et des différents cycles auxquels elles sont rattachées¹. L'équilibre fonctionnel est appréhendé par une lecture horizontale du bilan financier fonctionnel d'où figurent les concepts fondamentaux de cet équilibre représenté par le fonds de roulement, le besoin en fonds de roulement et la trésorerie autant que résultante de cet équilibre.

1-1-1-Fonds de roulement (FR)

Le fonds de roulement est la marge de sécurité générée par la part des capitaux permanents non absorbés par le financement des valeurs immobilisées et donc disponibles pour financer les besoins liés au cycle d'exploitation². Le fonds de roulement est calculé de deux manières :

-Par le haut du bilan : il représente l'excédent des capitaux permanents sur les immobilisations nettes et est donné par la relation suivante :

$$\text{FR} = \text{CAPITAUX PERMANENTS} - \text{IMMOBILISATIONS}$$

¹ DE LA BRUSLERIE. H, Analyse Financière : information financière, évaluation, diagnostic, Paris, éd. Dunod, 2010, P 256.

²JUHEL Jean-Claude, gestion optimale de la trésorerie des entreprises, Thèse de Doctorat d'Etat en sciences de gestion, université de Nice, 1978, Pp. 5-6.

-Par le bas du bilan : il représente l'excédent des actifs circulants sur les dettes à court terme, la relation est exprimée de la manière suivante :

$$\text{FR} = \text{ACTIFS CIRCULANTS} - \text{DETTES A COURT TERME}$$

Selon le principe fondamental et traditionnel de l'équilibre financier, les différentes valeurs d'actifs doivent être financées par des capitaux restant à la disposition de la firme pendant un temps au moins égal à leur durée de vie¹. Le fonds de roulement nul correspond à la règle de l'équilibre financier² alors que le fonds de roulement positif constitue une marge de sécurité attribuée à la couverture du besoin de cycle d'exploitation.

1-1-2-Besoin en fonds de roulement (BFR)

Le besoin en fonds de roulement correspond à l'immobilisation d'unités monétaires nécessaires pour assurer le fonctionnement courant de l'entreprise³ en d'autre terme il représente le besoin de financement généré par les décalages induits par le fonctionnement courant du cycle d'activité (exploitation ou hors exploitation) de l'entreprise, le besoin en fonds de roulement est exprimé par la relation suivante :

$$\text{BFR} = \text{EMPLOIS CIRCULANTS} - \text{RESSOURCES CIRCULANTES}$$

Le besoin en fond de roulement est fréquemment positif car il représente un besoin de financement d'exploitation. En revanche, le besoin en fonds de roulement peut être négatif, dans ce cas il est dit ressource en fonds de roulement.

La trésorerie est la résultante de l'analyse d'équilibre de l'entreprise qui se traduit par la combinaison entre le fonds de roulement et le besoin en fonds de roulement par la relation suivante :

$$\text{TRESORERIE} = \text{FR} - \text{BFR}$$

¹ DEPALLENS.G, JOBARD.J.P, gestion financière de l'entreprise, Paris, éd. Dalloz-Sirey, 11e édition, 1996, p 203.

² ROUSSELOT.P, VERDIE.J-F, la gestion de trésorerie, Paris, éd. Dunod, 2e édition, 2004, p 10.

³ DE LA BRUSLERIE. H, op.cit., 2010, p 255.

La trésorerie de l'entreprise est aussi déterminée par la lecture directe du bilan fonctionnel des comptes comptables relatifs à la trésorerie de l'actif et la trésorerie du passif, cette relation est appréhendée comme suit :

$$\text{TRESORERIE} = \text{ACTIFS DE TRESORERIE} - \text{PASSIFS DE TRESORERIE}$$

Le solde de trésorerie positive correspond à un excédent de liquidité et un solde négative se traduit par une demande de monnaie.

La détermination de la trésorerie par la combinaison des éléments d'équilibre de l'entreprise ou par les comptes comptables non compris dans le calcul de ces éléments est jugée insatisfaisante du fait qu'elle est appréhendée par une situation bilancielle statique à un moment donné. Pour cela, l'analyse dynamique aussi appelée l'analyse par les flux a été développée.

1-2-Présentation dynamique par les flux

Le tableau des flux de trésorerie est censé servir de complément au bilan et au compte de résultats et figure parmi les états financiers de l'entreprise en contenant des données comparatives. Le tableau des flux de trésorerie permet d'indiquer l'origine et l'affectation de tous les flux de trésorerie dégagés au cours d'un exercice.

Le tableau de flux de trésorerie a pour but d'apporter aux utilisateurs des états financiers une base d'évaluation de la capacité de l'entité¹ à générer de la trésorerie et des équivalents de trésorerie, ainsi que des informations sur l'utilisation de ces flux de trésorerie².

Ce tableau des flux de trésorerie distingue trois catégories de flux réalisés pendant l'exercice :

- flux générés par les activités opérationnelles représentés par deux méthodes, la méthode directe et la méthode indirecte.
- flux générés par les activités d'investissement.
- flux générés par les activités de financement.

Le tableau suivant présente le tableau des flux de trésorerie par la méthode directe, celle-ci étant la méthode recommandée par le SCF Algérien.

¹Selon le cadre conceptuel des normes internationales du reporting financier (IAS/IFRS) et celui du système comptable financier algérien (SCF), la convention de l'entité vient remplacer le concept d'entreprise.

²Journal officiel de la république algérienne N° 19, Arrêté du 23 Rajab 1429 correspondant au 26 juillet 2008, annexe n°1, fixant les règles d'évaluation et de comptabilisation, Le contenu et la présentation des états financiers ainsi que la nomenclature et les règles de fonctionnement des comptes.

Tableaux n° 1 : présentation du tableau des flux de trésorerie (selon la méthode directe)

	NOTE	EXERCICE N	EXERCICE E N-1
Flux de trésorerie provenant des activités opérationnelles			
Encaissements reçus des clients			
Sommes versées aux fournisseurs et au personnel			
Intérêts et autres frais financiers payés			
Impôts sur les résultats payés			
Flux de trésorerie avant éléments extraordinaires			
Flux de trésorerie lié à des éléments extraordinaires (à préciser)			
Flux de trésorerie net provenant des activités opérationnelles (A)			
Flux de trésorerie provenant des activités d'investissement			
Décaissements sur acquisition d'immobilisations corporelles ou incorporelles			
Encaissements sur cessions d'immobilisations corporelles ou incorporelles			
Décaissements sur acquisition d'immobilisations financières			
Encaissements sur cessions d'immobilisations financières			
Intérêts encaissés sur placements financiers			
Dividendes et quote-part de résultats reçus			
Flux de trésorerie net provenant des activités d'investissement (B)			
Flux de trésorerie provenant des activités de financement			
Encaissements suite à l'émission d'actions			
Dividendes et autres distributions effectués			
Encaissements provenant d'emprunts			
Remboursements d'emprunts ou d'autres dettes assimilées			
Flux de trésorerie net provenant des activités de financement (C)			
Incidences des variations des taux de change sur liquidités et quasi-liquidités			
Variation de trésorerie de la période (A+B+C)			
Trésorerie et équivalents de trésorerie à l'ouverture de l'exercice			
Trésorerie et équivalents de trésorerie à la clôture de l'exercice			
Variation de trésorerie de la période			
Rapprochement avec le résultat comptable			

Source : Journal officiel de la république algérienne N° 19, Arrêté du 23 Rajab 1429 correspondant au 26 juillet 2008, p31.

2-Rôle du trésorier

Le trésorier est chargé de prévoir et de gérer les flux et les risques, d'organiser les relations avec les banques et négocier les conditions bancaires pour réduire les coûts, d'optimiser les financements et les placements, de garantir la liquidité et la solvabilité de son entreprise en liaison avec les autres services de l'entreprise, la mise en place de procédures assurent la sécurité des moyens de paiement et la maîtrise des risques financiers pour mettre l'entreprise à l'abri des risques de taux d'intérêt, de changes et de contrepartie¹. De façon générale, le trésorier a pour mission d'optimiser la gestion financière à court terme, dans un sens de sécurité et de rentabilité pour l'entreprise.

3-Les prévisions de trésorerie

La conception des prévisions en matière de gestion de trésorerie est une tâche fondamentale dans la mesure où elle permet d'anticiper la situation de trésorerie future afin de maîtriser les risques et les coûts dus à une mauvaise politique de placement ou de financement.

L'élaboration de prévision est déclinée selon l'horizon opérationnel en trois documents: le plan de financement, le budget de trésorerie et la fiche en valeur.

3-1-La prévision pluriannuelle (le plan de financement)

La prévision de trésorerie pluriannuelle constitue le cadre de positionnement des flux en prévision pour un horizon de 3 à 5 ans, se traduisant en plan de financement. Ce dernier regroupe les ressources et les emplois prévisionnels sur ledit horizon et prend en compte l'ensemble des opérations courantes, les opérations d'investissement et les sources de financement, ainsi que la politique de distribution des dividendes. La position de la trésorerie prévisionnelle est tirée par la différence entre ressources et emplois prévisionnels à long terme qui détermine le besoin de financement ou les disponibilités annuels et les raisons de ces états ainsi que la prise de décision financière la plus adaptée à cet égard.

¹ FROGER.A., GALZY.G., LEDDET.J, Gestion de trésorerie et gestion de bilan, Paris, éd. dunod, 1997, Pp 23-24.

Tableau n° 2 : plan de financement prévisionnel pluriannuel

	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
RESSOURCES					
Capacité d'autofinancement (CAF)					
Prix de cession des éléments d'actifs cédés					
Remboursements de prêts					
Augmentation du capital					
Subvention d'investissements					
Augmentation des dettes financières					
Autre ressources					
TOTAL RESSOURCES (1)					
EMPLOIS :					
Dividendes à verser					
Acquisition d'immobilisations incorporelles					
Acquisition d'immobilisations corporelles					
Acquisition d'immobilisations financières					
Remboursement de capital					
Remboursement de dettes financière					
Autres besoins à financer					
TOTAL EMPLOIS (2)					
Variation de trésorerie annuelle (3)= (1)-(2)					
Trésorerie initiale					
Trésorerie finale					

Source : ROUSSELOT.P, VERDIE.J-F, *op. cit.*, 2004, P 43.

3-2-la prévision plurimensuelle (Le budget de trésorerie)

L'élaboration des prévisions de la trésorerie déclinée sur un horizon annuel se traduit dans un document dit budget de trésorerie. Le budget de trésorerie est la synthèse de l'ensemble des budgets prévisionnels de l'entreprise concernant toutes les actions de l'entreprise. Ces budgets sont liés au processus d'exploitation et au processus de financement et d'investissement. Le budget de trésorerie s'élabore à base des encaissements et décaissements anticipés dont la différence permet d'avoir un solde global de trésorerie prévisionnel excédentaire ou déficitaire. Le budget de trésorerie est considéré autant que tableau de bord prévisionnel de l'offre et de la demande de liquidités de l'entreprise¹.

L'établissement du budget de trésorerie nécessite quatre étapes: l'établissement du budget des encaissements, budget des décaissements, budget de TVA, et enfin l'établissement du budget général de trésorerie.

¹ QUIRY.P, LE FUR Yann, VERNIMMEN Pierre : *Finance d'entreprise*, Paris, éd. Dalloz, 8^eéd., 2010, p 1069.

L'encaissement et le décaissement du budget de trésorerie représentent respectivement l'entrée et sortie de fonds sous forme de flux monétaires réellement encaissés ou décaissés. Pour un meilleur suivi du budget de trésorerie, les encaissements et les décaissements sont éclatés par nature c.-à-d. ces budgets prennent en considération les opérations d'exploitation et hors exploitation.

Dans l'élaboration du budget de TVA, deux sortes de TVA sont à distinguer : la TVA encaissée et la TVA décaissée. Il est à prendre en considération que la TVA décaissée mensuellement sera reprise dans le budget des encaissements. De ce fait, la TVA à payer correspond à la TVA collectée diminuée de la TVA déductible ou récupérable. Au niveau du budget de TVA¹.

Les produits et les charges en encaissements et décaissements mensuels sont traduits en TTC. Après avoir élaboré le budget d'encaissement, le budget de décaissement et le budget de TVA, le budget de trésorerie peut être appréhendé en prenant compte la trésorerie initiale.

¹ Code des impôts directs et taxes assimilés, article 300, ministère des finances, 2010, P122.

Tableau n° 3 : Budget de trésorerie

	JAN	FEV	NOV	DEC
Encaissement d'exploitation					
Décaissement d'exploitation					
Solde d'exploitation mensuel					
Encaissement hors exploitation					
Décaissement hors exploitation					
Solde hors exploitation mensuel					
Solde global mensuel					
Solde initial mensuel					
Solde cumule mensuel					
	JAN	FEV	NOV	DEC
Encaissement d'exploitation					
Décaissement d'exploitation					
Solde d'exploitation mensuel					
Encaissement hors exploitation					
Décaissement hors exploitation					
Solde hors exploitation mensuel					
Solde global mensuel					
Solde initial mensuel					
Solde cumule mensuel					
	JAN	FEV	NOV	DEC
Encaissement d'exploitation					
Décaissement d'exploitation					
Solde d'exploitation mensuel					
Encaissement hors exploitation					
Décaissement hors exploitation					
Solde hors exploitation mensuel					
Solde global mensuel					
Solde initial mensuel					
Solde cumule mensuel					

Le budget de trésorerie annuel est de l'année afin d'affiner la prévision, ce budget mensualisé a pour objet d'établir des prévisions du niveau réel des encaissements et des décaissements. De plus, le budget mensualisé permet de définir une stratégie de financement et de placement, ainsi qu'une politique de gestion du risque de change et de taux,

3-3-Prévision au jour le jour (fiche de suivi de trésorerie)

Les prévisions pluriannuelles et plurimensuelles ne répondent pas aux besoins quotidiens de gestion de trésorerie. En effet, à l'intérieur d'un même mois, les soldes quotidiens peuvent considérablement évoluer. Cette prévision est habituellement effectuée par décade ou par semaine puis déclinée par jour. L'analyse s'effectue dans un cadre extra comptable et les flux en date de valeur sont ventilés par moyen de paiement avec la distinction entre flux certains qui doivent être simplement positionnés dans la fiche de valeur et les flux incertains qui doivent faire l'objet d'une prévision en montant ou en date¹.

Les prévisions au jour le jour sont réalisées à l'aide d'un document appelé fiche de suivi de trésorerie. Ce document consiste à positionner les mouvements des flux classés en fonction des moyens de règlement et non par leurs natures avec la prise en compte des conditions bancaires. Une telle analyse nécessite un traitement d'information très avancé et particulier afin d'affiner les résultats de la prévision.²

Les prévisions à très court terme sont indispensables pour gérer la trésorerie car elles permettent la prise de décision en termes de financement ou de placement selon la position global du solde de trésorerie.

4-Les financements et les placements de trésorerie

Après avoir étudié l'analyse statique de la trésorerie qui reflète la situation actuelle de l'entreprise issue des deux concepts fondamentaux le fonds de roulement et le besoin en fonds de roulement, ainsi que l'analyse dynamique de la trésorerie présentée par le tableau des flux de trésorerie qui met l'accent sur la trésorerie dégagée par l'exploitation en distinguant entre solde économique et solde financier. Cela permet de bien cerner les causes d'une position de trésorerie négative ou positive pour une éventuelle décision.

¹ BELLIER.M, DELIENNE.A, KHATH.S, Gestion de trésorerie, Paris, éd. Economica, 1999, p 37.

² HUNAULT.P, Gestion de la trésorerie au jour le jour, Paris, éd. D'organisation, 1977,p 53.

4-1-Financement à court terme de trésorerie

Les flux de trésorerie négatifs dégagés entraînent le recours au financement extérieur. Les moyens de financement en matière de gestion de trésorerie sont de nature à court terme, car ils servent à financer le déficit du cycle d'exploitation c.à.d. le financement du décalage entre les dépenses et les recettes d'exploitation. De ce fait, le remboursement de ces crédits se fait généralement une fois le solde du compte bancaire de l'entreprise est crédité suite à une entrée des encaissements.

Lors de la prise de décision de financement à court terme, il est recommandé de prendre en considération le coût réel¹ généré par le crédit à court terme choisi pour le financement de la trésorerie. Les crédits à court terme sont multiples et se distinguent selon la nature de la contrepartie en deux catégories² :

Crédits objectifs basés sur la mobilisation de créances commerciales : étant donné son importance dans le calcul du besoin en fonds de roulement, les délais de paiement accordés aux clients sont souvent à l'origine des déficits en trésorerie des entreprises. Ces déficits sont dus essentiellement au décalage entre les encaissements par les clients et les décaissements pour les fournisseurs. De ce fait, les entreprises utilisent la mobilisation de leurs créances clients afin d'obtenir des concours bancaires à court terme en accordant à ces clients des crédits sous forme de délais de paiement. Parmi ces crédits figurent l'escompte commercial un des moyens de financement les plus utilisés ainsi que le bordereau Dailly et l'affacturage.

Crédits subjectifs sans mobilisation de créances commerciales : si les entreprises ne parviennent pas à mobiliser les crédits à court terme sous forme d'une créance commerciale, elles optent pour les crédits classiques dits subjectifs. Ces crédits sont destinés à assurer l'équilibre de trésorerie sur une courte durée et sans contrepartie réelle. Pour cela, ce genre des crédits est particulièrement risqué pour les banques et d'un coût élevé pour les entreprises. Parmi ces crédits figurent le découvert qui représente le moyen de financement prioritaire à court terme en cas de déficit, de même on retrouve le crédit spot, les billets de trésorerie, les crédits garantis tel que warrant, crédit de compagnie, pension et prêt de titres ainsi que les obligations cautionnées et les avances en devises. Ces crédits peuvent être aussi répertoriés

¹ROUSSELOT.P, VERDIE.J-F, *op.cit.*, 2004, Pp 135-138.

²ROUSSELOT.P, VERDIE.J-F, *idem*, 2004, p 133.

selon qu'ils soient des crédits de trésorerie à objet général ou des crédits de trésorerie à objet spécifique.

4-2- placement à court terme

Lorsque l'entreprise réalise des flux de trésorerie largement positifs, elle fait appel aux moyens de placement à court terme pour ses excédents. La décision de placement est prise par le trésorier en fonction des particularités de son entreprise ainsi que son degré d'aversion au risque. Pour parvenir à un choix entre les différents moyens de placement, le trésorier doit arbitrer entre ces derniers selon la liquidité du placement c.à.d. la capacité de sortie immédiate par le biais d'un marché secondaire actif ou par l'existence d'une clause de rachat à tout moment¹ sans perte de capital, cette clause entraîne une rentabilité faible ou incertaine. La sécurité du placement est aussi une des préoccupations du trésorier lors de la prise de décision de placement qui fait en sorte que l'entreprise récupère au moins son capital investi. La rentabilité du placement et la fiscalité imposée sont également parmi ces critères.

Les moyens de placement à court terme sont distingués en moyens de placement non négociables tel que les comptes à terme, les dépôts à termes et les bons de caisse et des moyens de placement négociables dont figurent les valeurs mobilière de placement tel que les actions et les obligations, les titres de créances négociables, et enfin les organismes de placement collectif au valeurs mobilières (OPCVM) qui se repartisse entre société d'investissement au capital variables (SICAV) et fond communs de placement (FCP)². Les moyens de placement à court terme peuvent sont aussi classifié selon la présence ou l'absence du marché secondaire en moyens de placements sans marché secondaire et moyens de placement avec marché secondaire³.

Section 2 : Modèle de gestion de trésorerie

L'optimisation de la gestion de trésorerie repose sur l'optimisation des liquidités gérées par l'entreprise tout en assurant la minimisation des coûts en prix ou en montant de financement des déficits et par la maximisation du rendement des placements. Les flux de trésorerie sont la combinaison entre encaissements et décaissements, ces composantes sont de

¹QUIRY.P, LE FUR. Yann, VERNIMMEN Pierre, *op. cit.*, 2010, p 1074.

²ROUSSELOT.P, VERDIE.J-F, *op. cit.*, 2004, p 133.

³QUIRY.P, LE FUR. Yann, VERNIMMEN Pierre, *op. cit.*, 2010, p 1076.

nature changeante et aléatoire. La gestion de trésorerie est alors fondée sur des montants incertains ce qui entraîne une diversité des moyens d'optimisation et de régulation de la gestion de trésorerie.

1-Les modèles de régulation et d'optimisation en matière de gestion de trésorerie

La gestion des stocks fut l'une des préoccupations de plusieurs recherches en matière de régulation et d'optimisation. En effet, divers modèles ont été présentés dans ce sujet dont le modèle de Wilson, le modèle de Baumol et le modèle de Miller et Orr furent les premiers et devenus par la suite le point de départ pour plusieurs recherches¹. L'objectif de ces modèles est d'atteindre un niveau optimal de stock qui permet de minimiser les coûts et assurer la non rupture des stocks ainsi que la recherche de la meilleure décision à prendre au niveau d'approvisionnement. Ces objectifs correspondent à ceux de la gestion de trésorerie ce qui a donné lieu à l'apparition des modèles de régulation en matière de gestion de trésorerie.

Au début des années 1950, Baumol a proposé un modèle de régulation des soldes bancaires en avenir certain, cette hypothèse implique la connaissance parfaite des flux et des soldes bancaires ainsi que leurs prix unitaires représentés essentiellement par les taux d'intérêt. L'hypothèse de la certitude en régulation des soldes bancaires représente une limite des modèles proposés. Le modèle de Miller et Orr a introduit l'incertitude des soldes bancaires en reprenant les hypothèses du modèle de Baumol. Le modèle de Whalen reprend les travaux de Miller et Orr en introduisant la distribution de la loi normale centrée réduite qui met en évidence la relation entre l'erreur de prévision des soldes futurs et le coût de la décision.

Chacun des modèles de régulation implique l'identification du solde optimal qu'il faut atteindre. En matière de gestion des stocks, Wilson présente son modèle avec l'hypothèse d'approvisionnement au niveau de stock zéro. De même en matière de gestion de trésorerie, le niveau optimal du solde global de trésorerie est nul, ce résultat fut démontré par N'guyen et représente le niveau optimal de trésorerie global.

Les modèles de régulation intègrent les modèles d'optimisation qui ont connu à leurs parts un développement considérable, les modèles d'optimisation visent à guider le choix du

¹ JUHEL Jean-Claude, op.cit., 1978, Pp 54-56.

décideur par une formule mathématique qui respecte les contraintes financières et visent un niveau dit optimal. Ces modèles sont divers et se distinguent en trois grandes catégories :

-Les modèles de recherches opérationnelles sont des programmations linéaires ou non linéaires qui tendent à optimiser une fonction cible sous contraintes définies.

-Les modèles heuristiques consistent à mettre en place tous les scénarios possibles de financements ou de placements de la trésorerie et de retenir par la suite la solution qui minimise ou maximise l'objectif.

-Les modèles de simulation consistent à modéliser la relation entre des variables qui engendrent un phénomène donné. En matière de gestion de trésorerie les modèles de simulation représentent la relation entre les soldes bancaires et les taux d'intérêt afin de déterminer les charges ou les produits financiers et de retenir la meilleure décision selon le critère d'espérance de coût.

Les modèles de régulation et d'optimisation en matière de gestion de trésorerie sont dérivés des modèles de gestion de stocks et de la recherche opérationnelle. L'optimisation de la gestion de trésorerie doit toutefois prendre en compte de nombreuses contraintes légales et coutumières (T.V.A., jours de valeur, structure des frais bancaires, durées du crédit interentreprises)¹.

2-Le choix d'un modèle de gestion de trésorerie

Les hypothèses avancées par les différents modèles de régulation ainsi que d'optimisation sont remises en question. L'introduction de l'incertitude écarte plusieurs modèles qui résonnent en avenir certain, ceci dit que le modèle de gestion de trésorerie est en avenir incertain par cause de l'incertitude des flux futurs de trésorerie. Cette incertitude requiert la prévision des flux. Le modèle de gestion de trésorerie est la combinaison des modèles de régulation et des modèles d'optimisation afin de formuler un programme qui calcule les frais ou les produits financiers sur la base d'une fonction cible d'un niveau de trésorerie nul sous contraintes avec la prise en compte de l'importance de la prévision des flux autant que variable endogène dans le modèle.

¹ FORGET Jack, *op. cit.*, 2005. P.68

La décision financière en matière de gestion de trésorerie est prise selon la position du solde global de trésorerie prévisionnel. Cette dernière est la résultante de la différence entre encaissement $E_{t-h/t}^P$ et décaissement $D_{t-h/t}^P$ prévus pour la journée t-h plus le solde global de trésorerie initial S_t^R , la formule de calcul du solde global prévisionnel est comme suit :

$$S_{t-h/t}^P = S_{t-1}^R + (E_{t-h/t}^P - D_{t-h/t}^P)$$

L'objectif d'atteindre une trésorerie zéro fait que la décision financière prise en t-h pour t soit $F_{t-h/t}$ est égale au solde global prévisionnel, l'équation devient :

$$S_{t-h/t}^P + F_{t-h/t} = 0$$

$$F_{t-h/t} = -S_{t-h/t}^P = -(S_{t-1}^R + (E_{t-h/t}^P - D_{t-h/t}^P))$$

La décision financière en temps t-h ($F_{t-h/t}$) peut prendre la forme négative ou la forme positive, la décision financière $F_{t-h/t}$ est positive lorsque le solde global de trésorerie est négatif c.à.d. une entrée de fonds, en revanche la décision financière est négative lorsque le solde global de trésorerie est positif c.à.d. une capacité de financement qui entraîne un éventuel placement.

2-1-Modèle de gestion de trésorerie en environnement incertain

Dans la conception d'un modèle de gestion de trésorerie en environnement incertain, il est nécessaire de prendre en considération l'aversion au risque. L'incertitude des flux futurs incite le trésorier à mettre en place tous les scénarios possibles probabilisés pour la prise de choix selon le critère d'espérance d'utilité des gains et écart-type qui représente le risque financier. L'aversion au risque est un critère pertinent dans la prise de décision car il permet de filtrer les décisions possibles prises par le trésorier selon l'existence ou pas de l'aversion au risque et de son degré. Plusieurs recherches ont été conçues pour la détermination du bon critère de l'aversion au risque.

La mesure de Pratt Arrow (1964)¹ pour la détermination du niveau de l'aversion au risque représente une des mesures les plus répandues pour sa pertinence et sa robustesse et qui faisait un départ pour beaucoup d'autres recherches.

¹ PRATT, J. W., « Risk aversion in the small and in the large », *Econometrica*, N° 32, Janvier-Avril 1964,

Par cela, la décision optimale en matière de gestion de trésorerie est prise par la conception des différents scénarios probabilisés possibles suivie par la formulation de la fonction d'utilité qui permet de ranger les scénarios par préférences et enfin la détermination du niveau du critère de choix retenu.

3-Les Différentes Formes d'Optimisation

Les modèles d'optimisation en matière de gestion de trésorerie ont beaucoup évolué pour donner un modèle à la fois fiable et général.

3-1-La relation banque/ entreprise

La diversité et la complexité des conditions bancaires rendent difficile la gestion de trésorerie et donc son optimisation. La négociation des conditions bancaires, taux et commissions, et le contrôle des opérations bancaires constituent deux étapes importantes dans l'optimisation de la gestion de trésorerie. Ils permettent à l'entreprise de réduire ses frais financiers et représentent une part importante de ses relations contractuelles avec les banques¹.

Le trésorier doit connaître profondément la situation financière de son entreprise ainsi que la position de sa trésorerie pour rentrer en négociation avec la banque. Le trésorier doit aussi se doter des documents nécessaires pour présenter la situation financière future de l'entreprise tout particulièrement le compte de résultat prévisionnel². Une connaissance parfaite des conditions bancaires tel que les taux d'intérêt appliqués par les banques, les commissions et les dates des opérations bancaires est indispensable pour une bonne gestion de la trésorerie. Tout compte fait, l'optimisation de la gestion de trésorerie repose sur la transparence et la clarté des conditions bancaires ainsi que la position financière de l'entreprise.

3-2-Les systèmes de boîte aux lettres

Dans les systèmes de la boîte aux lettres, le créancier demande à ces débiteurs d'adresser les règlements dans une boîte postale qu'un employé de la banque contrôle régulièrement. Les fonds sont alors immédiatement introduits dans le circuit bancaire, sans

Pp.122–136 cité dans WAKKER Peter P., *prospect theory : for risk and ambiguity*, ed. cambridge, 2010, Pp. 77-79.

¹DESBRIERES Philippe. et POINCELOT Evelyne., *op. cit.*, 1999, p 28.

²FORGET Jack, *Op.cit.*, 2005, p70.

transiter par les services comptables de l'entreprise créancière. Cette technique permet à l'entreprise de gagner le temps de la comptabilisation et du traitement des flux de trésorerie.¹

3-3-Les études de comportements

Les études de comportement consistent à analyser les moyens de paiement en mode et en délais de règlement. Cette analyse est fondée sur des outils statistiques qui permettent d'étudier le comportement des contreparties de l'entreprise selon les observations antérieures. Le principe de cette analyse est de couvrir les décalages entre les règlements et les paiements prévus.

L'optimisation des prévisions au moyen d'études de comportements conduit directement à l'optimisation de la gestion des flux de trésorerie².

3-4-Les accords entre entreprises

Etant donné l'influence du comportement des contreparties de l'entreprise sur la position de la trésorerie ainsi que l'importance de cette dernière sur sa rentabilité, l'entreprise et les parties avec lesquelles elle est en relation commerciale songent à mettre en place un contrat qui leurs permet d'optimiser leurs trésoreries en adoptant des procédures qui facilitent les règlements et minimisent les frais financiers.

3-5-La centralisation de la gestion de trésorerie

D'autres techniques d'optimisation de la gestion de trésorerie sont à distinguer en présence d'un groupe de filiales. Le cas échéant, les comptes des filiales sont centralisés au niveau du groupe et assurent une remontée automatique de l'ensemble des soldes et des écritures des différents comptes bancaires qui appartiennent à l'ensemble des filiales du groupe sur un compte unique. Ainsi, la consolidation entre les filiales est réalisée après optimisation de chaque filiale à son propre niveau puis au niveau du groupe. La centralisation au sein du groupe des filiales demande un système d'informatisation très avancé et efficace pour assurer le transfert des informations financières en temps réel vers le groupe et entre filiales³. Ces informations constituent un point essentiel dans les prévisions et donc la gestion de trésorerie prévisionnelle et vis versa. La rapidité de la circulation des fonds au sein d'un groupe dépend de la qualité des prévisions et du système d'information de l'entreprise.

¹QUIRY.P, LE FUR Yann, VERNIMMEN Pierre, *op. cit.*, 2010, p 1073.

²BARNETO P. et GREGORIO G., *finance*, éd.Dunod, 2^{ème} édition, 2009, P.472.

En effet, la centralisation de la gestion de trésorerie au sein d'un groupe lui permet de minimiser les coûts de collecte et de transmission de l'information ainsi que les frais d'intermédiaire et des commissions bancaires. Un groupe de filiale dotant d'une capacité de financement considérable aura plus de pouvoir de négociation sur les conditions bancaires et donc l'octroi du crédit et les placements des excédents auprès des banques qu'une filiale.

Deux grandes formes de centralisation sont distinguées :

- la centralisation des soldes et de la liquidité.
- la centralisation des flux.

- La centralisation des soldes et de la liquidité consiste à centraliser les soldes de trésorerie des comptes bancaires des filiales au niveau du groupe. De ce fait, l'équilibre des comptes bancaires est assuré au niveau de chaque filiale indépendamment puis au niveau du groupe. Cette technique donne lieu à plusieurs structures :

- La remonte directe au groupe c.à.d. la transmission des comptes bancaires de chaque filiale après équilibrage, appelée cash pooling.
- Le cash pooling par pays consiste à la remonte des soldes par région puis vers la centrale du groupe¹.
- La fusion des échelles d'intérêt dit le pooling notionnel est la compensation entre taux créditeurs ou débiteurs du solde de trésorerie du groupe au niveau de sa banque c.à.d. l'équilibre entre les soldes des filiales est assuré au niveau de la banque sans entraîner le transfert de fonds vers la centrale du groupe.
- Le zéro balance account consiste à équilibrer le solde des comptes bancaires des filiales en date de valeur par l'intermédiaire de comptes pivots à leurs niveaux et/ou au niveau du groupe. Cette opération peut être assurée par la sous-traitance de la banque.

- la centralisation des flux est une technique fortement centralisée consistant à traiter toutes les opérations de trésorerie au niveau de la centrale du groupe et de transmettre les flux de trésorerie de chaque filiale à la centrale.

4-La notion de la trésorerie zéro

Vu l'importance de la trésorerie au sein de l'entreprise et de son impact sur sa rentabilité, plusieurs travaux étaient conçus pour parvenir à la position optimale de trésorerie.

¹QUIRY.P, LE FUR Yann, VERNIMMEN Pierre, *op. cit.*, 2010, p 1080.

Au début des années 1970, Dung N'guyen introduit le principe de la trésorerie zéro¹. Cet objectif est considéré comme un optimum qui permet au trésorier d'optimiser sa trésorerie en minimisant les frais financiers et en maximisant les produits financiers. Cet objectif reste difficile à atteindre suite à l'incertitude des encaissements et des décaissements future ce qui rend les prévisions de la trésorerie primordiale.

La divergence de l'optimum rend évident l'existence des soldes créditeurs et des soldes débiteurs qui génèrent des coûts de sous-optimalité, les coûts de sous-optimalité sont dissociés en trois : coût de contre phasage, coût de sous-mobilisation et coût de mobilisation.

- le coût de contre-phase est l'existence simultanée des soldes créditeurs non ou faiblement rémunérés et des soldes débiteurs à coût élevé sur différentes banques. L'existence des coûts de contre-phase a un impact important sur la gestion de trésorerie dans la mesure où les soldes débiteurs génèrent des agios alors que les soldes créditeurs ne sont pas rémunérés².

- le coût de sur-mobilisation est traduit par la situation où l'entreprise supporte des coûts qui correspondent à des charges financières ou des perte de gain potentielles issues d'un recours excessif au financement ce qui résulte en une situation créditrice importante.

-le coût de sous-mobilisation se définit comme une erreur d'arbitrage entre le choix d'un financement par découvert plutôt qu'un financement par crédit c.à.d. se financer par le découvert qui représente le mode de financement le plus coûteux par rapport aux autres modes de financement à court terme que l'entreprise pouvait adopter. Ce coût est le résultat d'un recours insuffisant au financement.³

5-Trésorerie et valeur d'entreprise

La gestion de trésorerie au jour le jour consiste à traiter les flux de la trésorerie afin d'assurer la solvabilité de l'entreprise. Les modèles de régulation et d'optimisation, dont Baumol et Miller et Orr furent les pionniers,⁴ ne font pas illusion à l'importance de la liquidité et au problème majeur d'assurance de solvabilité en matière de la gestion de trésorerie. La

¹ N'GUYEN D., trésorerie zéro : pourquoi ? Comment ?, le management, 1972, Pp 51-59.

² ROUSSELOT P., VERDIE J-F, op. cit., 2004, p 54.

³ ROUSSELOT P., VERDIE J-F, idem., 2004, p 55.

⁴ BAUMOL W.J., « The transactions demand for cash : an inventory theoretic approach », Quarterly journal of economics, nov. 1952, Pp. 545 – 556 et MILLER M.H. et ORR D., « A model of the demand for money by firms », Quarterly journal of economics, Août 1966, Pp. 413 – 435 cité dans JUHEL Jean-Claude, op.cit., 1978.

notion de la solvabilité est une des bases de la gestion de trésorerie car elle reflète la situation de l'entreprise vis-à-vis des tiers débiteurs qui de leur part leurs permet d'assurer la charge de remboursement de leurs endettements. La solvabilité représente une caractéristique de survie d'une entreprise. De ce fait, la rentabilité et le choix stratégique d'une entreprise sont des variables qui influent son niveau de solvabilité. Ceci dit, la trésorerie participe aux choix autonomes dont elle est l'expression, au projet de génération de valeur de l'entreprise, elle est porteuse d'une partie de cette valeur¹. Trois types de valeur en matière de gestion de trésorerie sont à distinguer : valeur de rendement, valeur de flexibilité et valeur de liquidité.

5-1-Valeur de rendement

La trésorerie nette est la différence entre les ressources et les emplois de l'entreprise. Les emplois de trésorerie sont générateurs de profit alors que ses ressources engendrent des coûts. De ce fait, la gestion de trésorerie est appréhendée par le raisonnement de maximisation du rendement et la minimisation du risque c.à.d. l'arbitrage entre le rendement et le risque. Le risque au niveau de gestion de trésorerie peut être minimisé par l'arbitrage entre les différents modes de financement (interne ou externe), le rendement est généré par le placement des excédent de la trésorerie ce qui rend toute passivité d'un montant important des emplois de trésorerie est considérée comme une sous-optimalité en matière de gestion de trésorerie qui se répercute en une non-optimalité en sens de la maximisation de la valeur d'entreprise.²

5-2-Valeur de flexibilité

Une part de la valeur de l'entreprise est attribuée à la valeur de flexibilité des liquidités détenues par l'entreprise³. La valeur de flexibilité est liée positivement au rendement des actifs des secteurs à forte volatilité et qui génèrent une très forte liquidité que l'entreprise tend à maximiser, cette valeur s'ajoute à la valeur de l'entreprise.

5-3-valeur de liquidité

La gestion de trésorerie au sens de la gestion de la liquidité est la capacité de couvrir les ressources par les emplois de la trésorerie qui assure la survie de l'entreprise. La liquidité est liée directement à l'incertitude générée par l'incertitude des flux futurs. Cela implique un risque financier lié aux décisions stratégiques futur. Ce risque fait que la non-liquidité ne se mesure que partiellement par les coûts spécifiques attachés à un état de défaillance⁴.

¹ CHARREAUX Gérard, *gestion financière*, Paris éd. Litec, 6^{ème} édition, 2000, Pp. 188-191.

² DE LA BRUSLERIE H, *op.cit.*, 2010, p 277.

³ LEVASSEUR M et QUINTARD.A, *Finance*, Paris, éd. Economica, 1998, Pp 246-253.

⁴ DE LA BRUSLERIE H, *idem.*, 2010, p 279.

En conséquence, la trésorerie n'est plus qu'une simple résultante entre les encaissements et décaissements au sens des flux mais elle est considérée comme une variable porteuse de valeur qui s'intègre à la valeur totale de l'entreprise et permet la prise de décision des choix stratégiques qui s'inscrivent au long terme permettant à l'entreprise d'assurer sa survie.

Section III : Fonction de coût de trésorerie

A partir de l'objectif visé, celui de la trésorerie zéro, la performance de la fonction de trésorerie est mesurée en fonction de l'écart entre les réalisations et la trésorerie zéro. La divergence par rapport à l'objectif génère un surcoût dit coût de sous-optimalité. L'entreprise vise à maîtriser la gestion de coût de la sous-optimalité dans un cadre de fonction de coût adaptée aux spécificités des flux de trésorerie.

1- Eléments de coût : concepts et hypothèses

Au niveau des coûts de l'entreprise, deux sortes de coûts peuvent être distingués : coûts économiques et coûts comptables. Les coûts comptables sont des coûts réalisés basés sur des activités passées qui s'inscrivent dans les états financiers de l'entreprise sous forme d'information objective et complète. Les coûts économiques sont générés suite à l'allocation des ressources rares qui incite à sacrifier le résultat d'un emploi donné pour un autre emploi des ressources. Cela peut être traduit par les coûts d'opportunité. Ces coûts d'opportunité sont la résultante des emplois substituables ce qui implique le choix entre plusieurs options selon la rentabilité ou les coûts associés à l'utilisation d'une des options évaluées afin d'aider le gestionnaire dans la prise de décision.

En situation d'information imparfaite, de rationalité limitée et en présence du comportement d'opportunisme¹, les coûts d'opportunité se composent des coûts *ex ante* c.à.d. des coûts encourus avant la réalisation de l'option adoptée et des coûts *ex post* c.à.d. des coûts encourus après la réalisation de l'option adoptée. De ce fait, l'objectif de minimisation des coûts implique la minimisation des coûts *ex ante* et des coûts *ex post*.

¹ LE GOFF. J-P, « Economie managériale : Marchés, soutien à la décision, concurrence », presse de l'université de Québec, Québec, 1997, p 211.

La fonction des coûts vise à établir une forme liant les coûts de production aux quantités produites c.à.d. la liaison entre prix et quantité sous forme d'une fonction mathématique, cette fonction peut prendre la forme linéaire ou non linéaire. La forme générale d'une fonction de coûts est traduite par la relation suivante :

$$c = f(Q, P, A)^1$$

Où Q = quantités produite.

P = prix des différents facteurs de production.

A = autres déterminants possibles.

Par définition, la fonction de coût requiert des variables de prix et des variables de volume. Au niveau de la fonction de trésorerie, les variables de prix se traduisent essentiellement en taux d'intérêts et les variables de volume se traduisent en soldes bancaires.

Le coût de sous-optimalité au niveau de la fonction de trésorerie est dû à trois facteurs. La non-centralisation des comptes de l'entreprise implique l'existence des soldes créditeurs et d'autres débiteurs dans différentes banques et donc l'existence de coût de contre-phasage. L'existence de solde global de trésorerie non-nul implique l'existence de coût de sur-mobilisation et coût de sous-mobilisation². A la suite de l'objectif trésorerie zéro, il est possible de mesurer les frais et les produits financiers réalisés par rapport à l'optimum.

1-1- les hypothèses de la formulation de la fonction de coût

La formulation de la fonction de coût repose sur des hypothèses sur les composantes de coût de trésorerie³, ces hypothèses sont posées comme suit :

- Le calcul des coûts est réalisé sur une période passée T ;
- L'entreprise dispose de comptes bancaires dans une ou plusieurs banques ;
- Les soldes des comptes bancaires représentent les stocks de trésorerie dont la somme des soldes débiteurs et la somme des soldes créditeurs ou nuls d'un compte b sont notées N_d^b et N_c^b respectivement, la somme des comptes créditeurs notée N_c et la somme des comptes débiteurs notée N_d ;

¹ LE GOFF. J-P, « Economie managériale : Marchés, soutien à la décision, concurrence », presse de l'université de Québec, Québec, 1997, p 222.

² ROUSSELOT.P, VERDIE.J-F, op. cit., 2004, p 53.

³ LAURENT Emmanuel, optimiser la gestion de trésorerie par la modélisation économétrique des flux financiers, Paris, éd. publibook, 2006, Pp 101-104.

- les taux d'intérêt représentent les variables prix qui sont définies comme suit :

r_a Taux annuel des avances bancaires ;

r_e Taux annuel des emprunts ;

r_p Taux annuel de rémunération des placements ;

r_s Taux annuel de rémunération des soldes créditeurs¹ ;

n nombre de jours calendaires.

Les banques affichent des taux d'intérêt débiteurs plus élevés que les taux d'intérêt créditeurs. En revanche, le taux d'intérêt sur les avances bancaires est plus élevé que le taux d'intérêt sur les emprunts. De même, la rémunération des placements est supérieure à la rémunération des soldes créditeurs. De ce fait, les taux d'intérêts prennent l'ordre suivant : $r_a > r_e > r_p > r_s$.

- Les soldes créditeurs et les soldes débiteurs sont valorisés au même taux quelque soit le contexte, c.à.d. dans le cas d'un solde positif rémunéré à un taux r_s deux options sont à distinguer soit un placement au taux r_p soit le remboursement d'un emprunt en cours à un taux r_e ce qui fait que la différence entre $(r_p - r_s)$ égale la différence entre $(r_e - r_s)$ et donc $r_p = r_e = r$. De la même façon, un solde négatif entraîne un coût unitaire r_a qui peut être évité par un emprunt au taux r_e ou par le rapatriement des placements au taux r_p , ce qui fait que les différences entre $(r_a - r_e)$ et $(r_a - r_p)$ sont égales et donc $r_p = r_e = r$.

-les encours de placement et d'emprunt ne sont pas pris en considération dans la prise de décision.

Le coût de contre-phase se matérialise par l'existence simultanée de soldes débiteurs sur un compte et de soldes créditeurs sur un autre, le coût de l'erreur de contre-phase est :

$$E_{cp} = \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (N_c^b - N_c) \cdot r}{n \cdot 100} + \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (N_d^b - N_d) \cdot (r_a - r)}{n \cdot 100}$$

Le coût de déséquilibre par rapport à zéro est la somme de deux éléments mutuellement exclusifs : le coût de sur-mobilisation et le coût de sous-mobilisation. L'erreur de sur-mobilisation est définie par l'existence des soldes créditeurs après avoir effectué les

¹ Le taux d'intérêt sur les dépôts à vue est nul au niveau des banques Algériennes.

compensations nécessaires entre les comptes bancaires de l'entreprise. Cela est due à une sur-mobilisation, cette dernière est valorisée par :

$$E_{srm} = \frac{N_c \cdot r}{n \cdot 100}$$

L'erreur de sous-mobilisation se définit comme une erreur d'arbitrage entre le choix d'un financement par découvert plutôt qu'un financement par crédit. Dans ce cas, le découvert, source de financement la plus onéreuse, est utilisé à la place d'un crédit dont le taux est moins élevé. Ce coût est valorisée par:

$$E_{ssm} = \frac{N_d(r_a - r)}{n \cdot 100}$$

L'objectif de trésorerie zéro implique l'absence des soldes créditeurs et des soldes débiteurs ce qui fait qu'au niveau optimal coûts de sur-mobilisation et de sous-mobilisation sont nuls.

La somme des trois éléments de coût forme une fonction de coût de trésorerie qui permet d'évaluer les performances de la gestion et de prendre des décisions selon la situation des soldes de l'entreprise.

L'écart total par rapport à l'objectif de trésorerie zéro est la somme des erreurs de sur-mobilisation, de sous-mobilisation et de contre-phase, cette fonction s'écrit comme suit :¹

$$E_T = \frac{N_d(r_a - r)}{n \cdot 100} + \frac{N_c \cdot r}{n \cdot 100} + \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (N_c^b - N_c) \cdot r}{n \cdot 100} + \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (N_d^b - N_d) \cdot (r_a - r)}{n \cdot 100}$$

La répartition de l'erreur totale en trois types d'erreur permet d'évaluer l'impact de chacune de ces erreurs sur le total et de les minimiser et donc elle permet de mettre en place un système de régulation de la trésorerie en date de valeur et le contrôle de la gestion quotidienne.

¹ LAURENT Emmanuel, *op.cit*, 2006, P 104.

1-2-Les limites de l'évaluation de la fonction de coût en solde bancaire

L'erreur totale de décision admet certaines limites qui doivent être analysées et rétablies pour obtenir une fonction de coût plus générale et plus proche de la réalité. L'évaluation du coût de l'erreur de décision constitue un outil essentiel de mesure ce qui rend la prise des mesures correctrices importantes.

La fonction de coût de sous-optimal engendre un coût de déséquilibre, ce coût est généralement dû à des prévisions de mauvaise qualité, un nombre de banques élevé ou bien un mauvais équilibrage entre différentes options. L'incertitude des flux financiers futurs influence la prise de décision financière se qui rend la recherche de la trésorerie nulle optimale quasiment impossible d'atteindre et donc le coût de déséquilibre ne reflète plus exactement l'écart entre la réalisation et l'optimum et le coût généré par cet écart.

L'analyse d'une décision d'emprunt ou de placement des soldes de trésorerie est faite sur une période de plusieurs jours et demande la connaissance et la maîtrise des conditions bancaires ainsi que la disponibilité des soldes bancaires passés. De ce fait, les décisions financières ne peuvent être prises au quotidien et donc la gestion de trésorerie n'est plus effectuée en date de valeur.

L'hypothèse de la valorisation des soldes créditeurs et des soldes débiteurs au même taux limite le calcul de l'erreur totale du fait qu'elle écarte la rémunération des soldes créditeurs et ne distingue entre les taux d'emprunt et de rémunération des placements à court terme.

A l'issue de ces limites, la fonction de coût de la sous-optimalité de la gestion de trésorerie est reproduite afin d'être plus générale et plus simple, la fonction de coût total devient:

$$E_T = \frac{N_d(r_a - r_e)}{n \cdot 100} + \frac{N_c \cdot (r - r_s)}{n \cdot 100} + \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (N_c^b - N_c) \cdot (r - r_s)}{n \cdot 100} + \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (N_d^b - N_d) \cdot (r_a - r_e)}{n \cdot 100}$$

L'écart de taux des soldes créditeurs ($r - r_c$) devient ($r_e - r_c$) si le solde positif pouvait servir à rembourser des avances en cours. Il devient ($r_a - r_c$) si le solde pouvait être placé.¹

2-Fonction de coût adaptée à la gestion quotidienne de la trésorerie

Malgré les corrections survenues sur la fonction de coût, cette dernière reste loin pour représenter un outil pertinent dans la prise de décision car elle admet toujours certaines limites qui restreignent son utilisation.

La gestion des liquidités demande un suivi et une prise de décision quotidienne se qui incite à évaluer la fonction de coût sur une courte durée et non pas sur une longue période avec des données réalisées. De même, l'existence d'encours d'emprunt ou de placement n'est pas prise en compte pendant l'évaluation des coûts de trésorerie ce qui rend la fonction de coût ainsi que le choix de décision moins optimaux et n'englobe pas toutes les erreurs générées par les opérations en matière de liquidité. Une autre limite peut être considérée dans l'évaluation de la fonction de coût est la non distinction entre coût généré par les positions des soldes débiteurs et coût généré par les positions des soldes créditeurs.²

Dés lors, la fonction de coût doit être aménagée afin d'être un outil d'aide à la décision et de rendre le processus de choix de placement ou d'emprunt plus pertinent.

2-1-Les aménagements portés sur la fonction de coût antérieure

Suite aux limites représentées dans la fonction de coût antérieure, des aménagements sont à mettre en place pour améliorer l'évaluation de coût de l'erreur en matière de gestion de trésorerie.

D'abord, la période d'analyse de coût est à redéfinir du fait de la nécessité de gérer la trésorerie en date de valeur c.à.d. prendre une décision pour chaque jour ouvré. Cette décision repose sur des données prévisionnelles pour entreprendre une décision antérieure et non pas sur des données passées et sur une longue durée. A l'issue de cette proposition, les variables figurant dans la fonction de coût précédente sont à changer. La somme des soldes créditeurs et

¹ LAURENT Emmanuel, *op.cit.*, 2006, Pp 108-110.

² LAURENT Emmanuel, *op. cit.*, 2006, p 126.

débiteurs à l'intérieur d'une période notée N_c et N_d respectivement est remplacée par la position d'un compte bancaire pour une seule journée qu'il soit créditeur ou débiteur.

Sous l'hypothèse de l'absence des encours de placement ou d'avances et la non distinction entre taux d'emprunt et la rémunération des placements à court terme, la fonction de coût de la décision financière en matière de gestion de trésorerie est limitée par la non prise en considération de toutes les erreurs de décision. De plus, la fonction de coût précédente consiste à déterminer quelle était la décision optimale prise en termes de montant et de durée. Pour cela, il est recommandé au niveau de prise de décision en environnement incertain d'identifier et d'évaluer les différents scénarios de coûts possibles qui conduisent à formuler la fonction de coût afin de prendre une décision financière quotidienne.

La fonction de coût a pour objet d'évaluer le coût de l'erreur d'une décision financière par rapport à un optimal soit la trésorerie zéro en tenant compte de la position du solde global de trésorerie futur. La différence entre le solde de trésorerie réalisé et le solde de trésorerie prévu est considérée comme l'écart de prévision, cet écart correspond à l'erreur de décision et donc il est intégré dans l'évaluation de la fonction de coût. L'écart entre le solde réalisé et le solde prévu pour un compte b donné est noté L_t^b et la position du solde global de trésorerie est notée L_t . Tenant compte de l'objectif de trésorerie zéro, tout écart de prévision sur un compte se traduit par un solde non nul sur ce compte¹. Ce solde correspond à l'erreur de décision et est tel que $S_t^b = L_t^b$ ou $S_t = L_t$

Le coût total en matière de gestion de trésorerie peut être dissocié en coût généré par les positions de soldes débiteurs dites coût effectif et coût généré par les positions de solde créditeur dites coût d'opportunité. Le coût effectif mesure les frais financiers dus à un recours excessif aux avances et le coût d'opportunité mesure un gain potentiel non réalisé, en d'autres termes au moment de la décision financière, le coût effectif n'existe que si les encours des avances sont positifs alors que le coût d'opportunité n'existe que si les encours d'avances sont nuls ou inférieurs au solde global positif de trésorerie, cet excédent peut être rémunéré par un placement de trésorerie au lieu d'être laissé rémunéré à un taux fixe ou nul inférieur à celui du placement à court terme.²

¹LAURENT Emmanuel, *op. cit.*, 2006, p 127.

²JUHEL Jean-Claude, *op. cit.*, 1978, p 83.

A l'issue de ces aménagements portés sur la fonction de coût de gestion de trésorerie, d'importants changements font l'objet de développements spécifiques pour aboutir à l'établissement d'une fonction de coût de l'erreur de décision qui puisse être utilisée lors de la prise de décision en matière de gestion de liquidités à très court terme. L'équation du coût total de l'erreur devient :

$$E_T = \frac{L_d(r_a - r_e)}{n.100} + \frac{L_c \cdot (r - r_s)}{n.100} + \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (L_c^b - L_c) \cdot (r - r_s)}{n.100} + \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (L_d^b - L_d) \cdot (r_a - r_e)}{n.100}$$

La fonction de coût de l'erreur de décision permet de simuler et d'étudier plusieurs scénarios possibles et de prendre les décisions en fonction des résultats estimés¹ afin d'obtenir très rapidement un chiffrage des résultats prévisionnels et de se rapprocher le plus possibles de l'optimum.

2-2-Les décisions financières prises à partir du solde global prévisionnel

La trésorerie zéro représente l'optimum à atteindre qui mobilise le choix du trésorier. Pour prendre une décision financière tout en visant cet objectif, plusieurs scénarios sont possibles suite à la combinaison des éléments présents dans la décision. Ces variables se distinguent en deux catégories :

- Éléments déterministes qui représentent les éléments dont la valeur et la date de valeur sont certaines comme les taux d'intérêts et leurs structures ainsi que les encours des avances ou de placements.
- éléments stochastiques qui représentent les éléments incertains essentiels à la prise de décision, ils englobent les valeurs futures du solde global de trésorerie.

Le solde global de trésorerie future peut prendre une position positive, négative ou nulle. Une position du solde global de trésorerie positive implique une capacité de financement, en revanche une position du solde global de trésorerie négative implique un besoin en financement et enfin la nullité de la trésorerie renvoie à la position optimale (trésorerie zéro) d'où le trésorier ne prend aucune décision financière². Contrairement à la

¹ LECLERE. D, L'essentiel de la comptabilité analytique, Paris, éditions EYROLLES, 5^{ème} éd., 2011, p15.

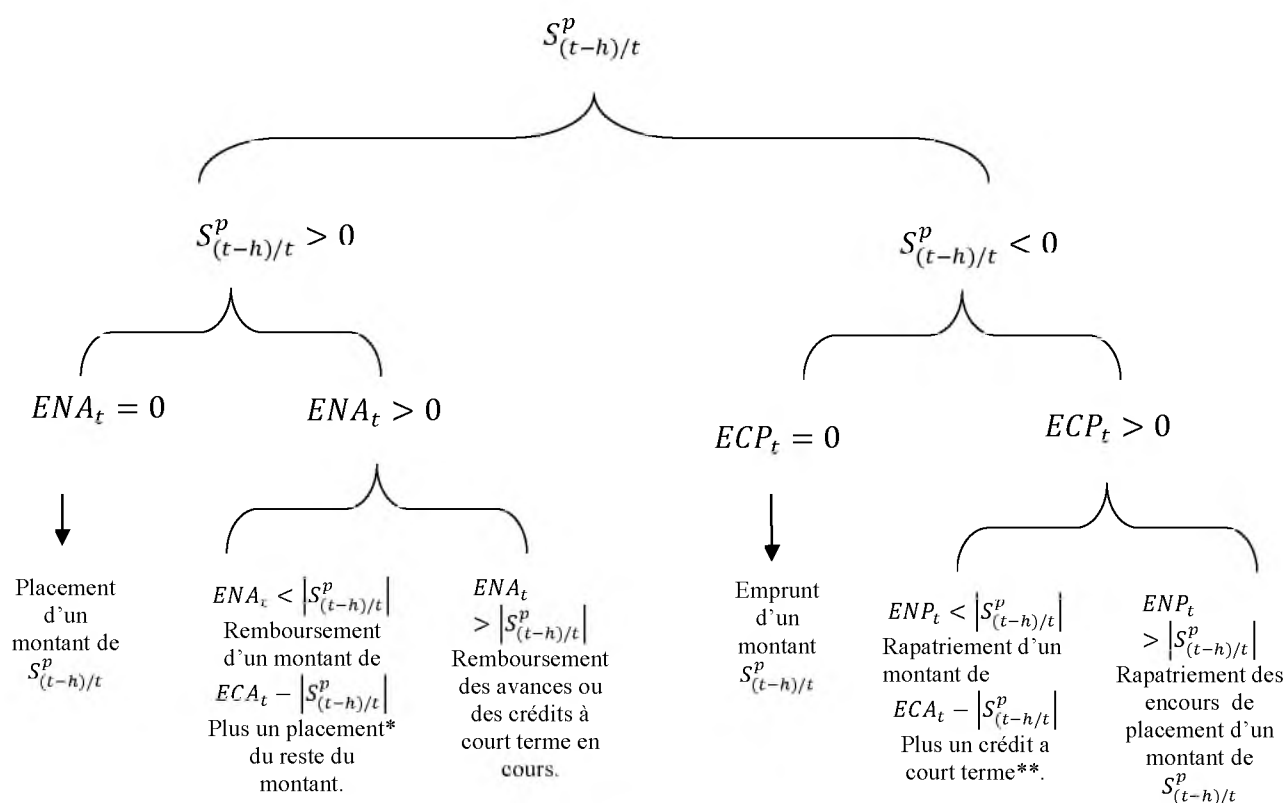
² JUHEL Jean-Claude, op.cit. , 1978, p 89.

nullité de la trésorerie, la position négative et la position positive du solde global de trésorerie incitent à prendre une décision afin d'optimiser la trésorerie.

Une capacité de financement génère trois différents emplois de cet excédent. Le trésorier a le choix entre le remboursement des encours de dettes, un placement à court terme ou la passivité. La décision financière est prise selon la structure des taux et les encours des avances s'ils existent. Un besoin de financement exprime un déficit en trésorerie qui peut être couvert par le rapatriement des placements en cours, le recours à l'emprunt bancaire ou le recours aux avances bancaires (facilité de caisse). Le choix entre les différents scénarios cités se fait selon la structure des taux d'intérêt qui favorise la solution la moins coûteuse c.à.d. à faible taux d'intérêt.

Le schéma suivant retrace les différentes décisions financières à prendre selon la position du solde global de trésorerie.

Schéma n° 1: l'organigramme des décisions financières possibles



Source : schéma élaboré par l'étudiante à partir du développement précédent.

(*) L'arbitrage entre les placements des excédents de trésorerie se fait sur la base de la rémunération et le coût de réalisation. Si aucune autre possibilité plus rémunérée n'est possible, le trésorier opte pour la passivité.

(**) Le trésorier choisit entre les différents crédits à court terme selon la structure des taux d'intérêt qui représente le prix de l'octroi du crédit. Le trésorier opte pour les avances si aucun autre mode de financement moins coûteux n'est possible.

2-3-les résultats financiers de la prise de décision

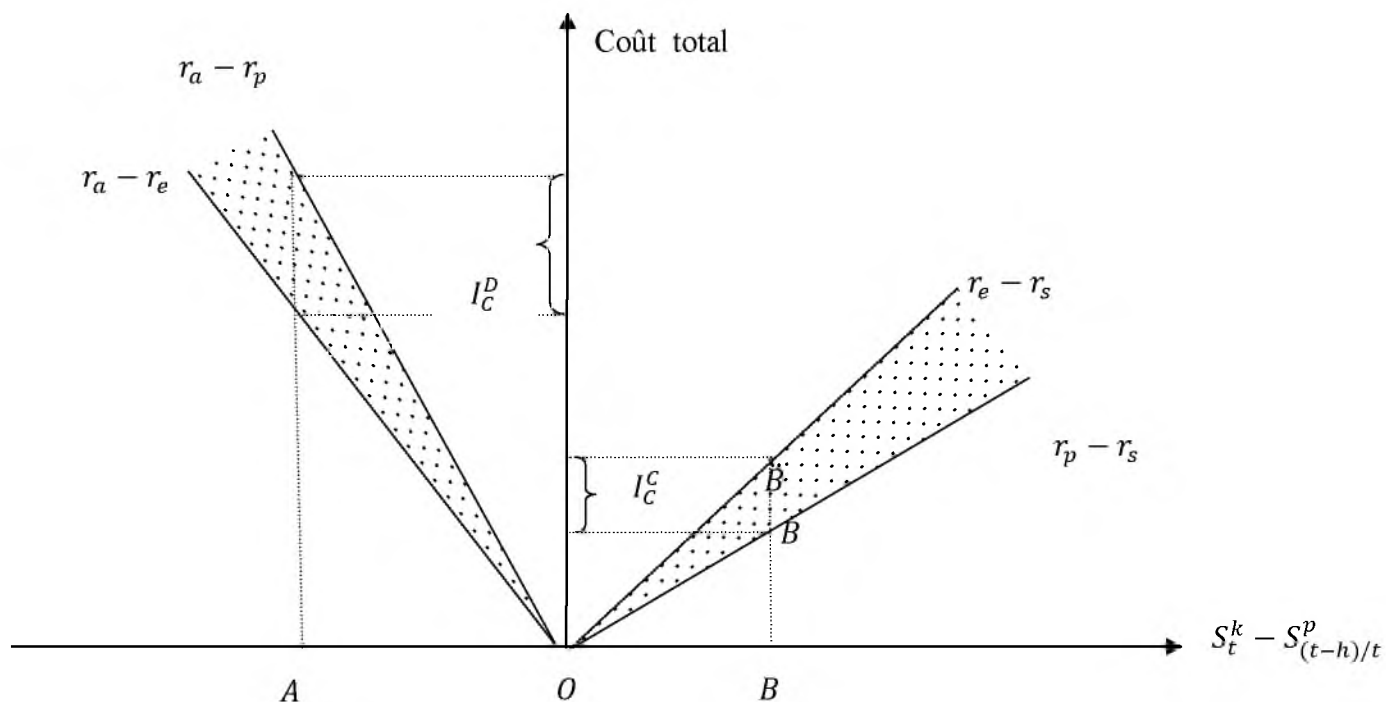
Le solde global de trésorerie futur en t-h permet de prendre une décision pour t afin d'optimiser la trésorerie. Une fois le solde global de trésorerie est réalisé, la différence entre le solde prévu et le solde réalisé génère des coûts de sous-optimalité. Ces coûts de sous-optimalité se distinguent en coûts effectifs et coûts d'opportunité selon la nature de l'écart entre solde réalisé et solde prévu avec la prise en compte de la structure des taux.

Le coût d'opportunité est généré par le fait que le solde réalisé soit supérieur au solde prévu pour t en t-h. Ce coût est le résultat d'un placement insuffisant ou d'un emprunt trop important qui supporte un coût d'écart de taux ($r_p - r_s$) ou ($r_e - r_s$) respectivement. En revanche, le coût effectif est du à un montant de l'erreur de prévision négative c.à.d. le solde prévu est supérieur au solde réalisé. Ce coût est le résultat d'un rapatriement des placements insuffisant d'un prix ($r_a - r_p$) ou un recours aux avances insuffisant pour un prix ($r_a - r_e$).

Le coût total d'une décision financière prise en temps t-h pour t varie selon le montant de l'erreur de prévision et la structure des taux. Les variables prix impliquent deux coûts pour chaque position du montant de l'erreur et forment deux frontières qui incarnent la zone de toutes les combinaisons possibles de coût ainsi que le coût supérieur et le coût inférieur représentée par la limite supérieure et inférieure respectivement.

Le schéma suivant représente le coût de la décision financière en temps t.

Schéma n° 2: le sentier de coût et la structure des taux



$$M_t^D = S_t^R - S_{(t-h)/t}^P < 0$$

Zone de débit constante

$$M_t^D = S_t^R - S_{(t-h)/t}^P > 0$$

Zone de crédit constante

écart de prévision

Source : LAURENT Emmanuel, *op. cit.*, 2006, p 134.

Le contexte de la décision est constitué par les encours des avances ou de placements ; le coût total d'une décision peut être borné en fonction de la structure des taux et indépendamment de ce contexte. Pour une structure de taux donnée, un sentier de croissance du coût est défini par l'ensemble des valeurs possibles du coût. Chacune des parties est limitée par deux frontières linéaires et croissantes. Pour une structure des taux et un montant d'erreur donnés, la limite inférieure donne le coût total de l'erreur dans le contexte le plus favorable, c.à.d. celui qui minimise le coût. La limite supérieure donne le coût total de l'erreur dans le contexte le plus défavorable, c'est-à-dire celui qui maximise le coût¹.

¹LAURENT Emmanuel, *op. cit.*, 2006, p 133.

Conclusion

La trésorerie est la confrontation des emplois et des ressources de trésorerie au sens statique et la différence entre encaissement et décaissement au sens des flux. Cette définition tend à mettre en évidence la nécessité de la prévision qui implique la prise de décision de financement des déficits ou de placements des excédents de trésorerie.

La gestion de trésorerie est une gestion prévisionnelle due à l'incertitude des flux futurs de la trésorerie, plusieurs recherches visant à élaborer des modèles de régulation et des modèles d'optimisation en matière de gestion des stock sont présentés, tel raisonnement est étendu pour l'identification d'un modèle d'optimisation en matière de gestion de trésorerie en prenant les soldes bancaires en tant que stock. La gestion de trésorerie en environnement incertain met l'accent sur la latitude du décideur envers le risque et de la fonction d'utilité dans leurs influences sur la prise de décision financière. Par la fin, les différents modes d'optimisation adaptés à la gestion de trésorerie sont développés et la notion de trésorerie zéro est présentée. L'introduction de la trésorerie zéro dans la gestion de trésorerie représente le décalque de son développement, l'optimisation de la trésorerie tend désormais à un optimum égal a zéro, cette nullité de la trésorerie écarte tous les coûts induits par le besoin de financement ou par la capacité de financement du à une position globale de trésorerie négative ou positive respectivement.

L'introduction de la trésorerie zéro met en évidence les coûts supportés par l'entreprise suite à la divergence par rapport a zéro, ces coûts de distinguent en coût de contre-phasage, de sous-mobilisation et de sur-mobilisation. La somme de ces trois coûts représente le coût total de la trésorerie qui doit être minimisé, ce coût total se dissocie en coût effectif et coût d'opportunité du au choix de la décision par arbitrage entre différents modes de financement (rapatriement des encours de placement, crédit à court terme ou avance bancaire) et modes de placement (remboursement des encours des dettes, placement à court terme ou la passivité).

Les prévisions en matière de gestion de trésorerie s'avèrent très importantes du fait de l'incertitude des décaissements et des encaissements, deux composants de la trésorerie. La prévision du solde global de trésorerie est essentielle pour la conception de la fonction de coût et donc à la prise de décision afin d'optimiser la gestion de trésorerie.

Chapitre II:
Méthodes de prévision
à court terme

Chapitre II: Méthodes de prévision à court terme

La prise de décision financière en matière de gestion de trésorerie se traduit en volume des placements et des encours ainsi que les taux d'intérêts. Une erreur de décision implique des coûts de non optimalité dont la position globale de trésorerie prévisionnelle est la composante la plus essentielle. Pour parvenir à la meilleure décision et donc minimiser la fonction de coût de trésorerie, une bonne prévision du solde global de trésorerie est indispensable.

Le but de ce chapitre est de choisir un modèle de prévision en matière de gestion de trésorerie. Pour cela les différentes méthodes de prévision à court terme sont définies et mises en compétition afin de tirer la méthode de prévision la plus adaptée à la gestion des liquidités. Dans un deuxième lieu, la méthode choisie est mise en lumière par sa définition, l'acheminement de ces étapes et les différents tests retenus. À la fin, une possibilité d'intégrer de l'information exogène est incluse pour améliorer la qualité du modèle déjà défini.

Section I : méthodes de prévision

L'objectif de cette section est de proposer une méthode de prévision la plus appropriée aux caractéristiques de la gestion des liquidités et d'éclaircir la méthode retenue.

1-Méthodes de prévision à court terme

La prévision constitue un outil incontournable dans la gestion des liquidités dans la mesure où elle procure des anticipations futures permettant d'optimiser les flux et de faciliter la prise de décision.

Les méthodes de prévisions ont été développées et puis distinguées en plusieurs catégories. Les méthodes de prévisions sont divisées en deux grandes catégories, en premier les méthodes intuitives (subjectives) basées sur l'intuition, l'expérience et la connaissance des experts. Parmi ces méthodes, on trouve la méthode de comparaison, la méthode Delphi, l'étude de marché et les réunions des experts. En second les méthodes rationnelles dites objectives. Ces méthodes sont basées sur la modélisation mathématique des phénomènes à partir des observations passées.

Les méthodes de prévision sont également classifiées en quatre groupes¹ :

- Méthodes informelles ou méthodes intuitives ;
- Méthodes extrapolatives qui reposent sur la modélisation des observations passées d'un phénomène donné. Parmi ces méthodes, figurent la méthode de lissage exponentiel, la courbe de croissance, la méthode de moyenne mobile et la méthodologie de Box-Jenkins.
- Méthodes explicatives basées sur la modélisation des valeurs passées de plusieurs variables. Parmi ces méthodes figurent la méthode de régression multiple, le modèle de fonction de transfert et le modèle VAR.
- Méthodes systématiques utilisées pour des phénomènes macroéconomiques.

¹ www.wikipedia.org Consulté le 11/12/2011.

Une distinction est également effectuée entre les méthodes classiques et les méthodes dites novatrices (réseaux de neurone, les algorithmes d'apprentissage et la théorie des fractales).

Les prévisions en matière de gestion de trésorerie sont effectuées quotidiennement c.-à-d. à très court terme et sans relation avec les données macroéconomiques. De ce fait, plusieurs méthodes sont à écarter dans la prévision des flux de trésorerie. Les méthodes intuitives sont fondées sur l'expérience et le savoir-faire des experts, mais les prévisions en matière de gestion de trésorerie doivent être objectives et basées sur des méthodes mathématiques qui génèrent les meilleurs résultats possibles. Les méthodes systématiques sont conçues pour le traitement des données du système macroéconomique et donc elles ne sont pas adaptées aux prévisions à très court terme.

En écartant les méthodes de prévisions intuitives et systématiques dans la prévision des flux de trésorerie, les méthodes extrapolatives et explicatives sont retenues pour l'élaboration des prévisions après avoir choisi la méthode la plus adaptée à la gestion des liquidités.

2- Le choix d'une méthode de prévision en matière de gestion de trésorerie

Au cours des deux dernières décennies, un grand nombre de méthodes d'extrapolation ont été développées, testées et utilisées pour la prévision. Comme chaque méthode de prévision a été introduite, il y a eu une tendance à prétendre la supériorité, même si elle n'a pas encore été testée contre d'autres méthodes dans une variété de situations de prévision. Par conséquent, on est incertain quant à ce que la technique de prévision à utiliser pour un problème particulier. Makridakis et Hibon (1979)¹ furent parmi les premiers à comparer les méthodes de prévision pour évaluer leur efficacité relative, et lancèrent un programme de recherche, la Compétition-M, pour comparer l'efficacité des méthodes sur un nombre élevé de séries et de méthodes.

¹ MAKRIDAKIS.S., HIBON.M., Accuracy of forecasting : an empirical investigation, Journal of roval statistical society, part2, 1979, p 98.

2-1- Les compétitions-M

La comparaison de l'efficacité des différentes méthodes intègre de nombreuses dimensions relatives aux données (la fréquence des données, la nature des séries micro ou macro, le caractère saisonnier ou non-saisonnier, l'horizon de prévision), aux méthodes mises en concurrence, à la définition et aux critères de mesure de l'efficacité.¹

Makridakis et Hibon (1979)² ont mis en concurrence un nombre élevé de méthodes, soit 15 méthodes de prévision sur 111 séries. Afin d'intégrer les suggestions effectuées, Makridakis et Hibon, avec l'aide de plusieurs chercheurs, ont mis en œuvre un programme de recherche appelé Compétition-M³. Ce programme consiste à comparer l'efficacité d'un nombre élevé de méthodes, soit 15 sur un test de 1001 séries. Les données ont été subdivisées en différentes catégories (micro, macro, de l'industrie, etc.). L'innovation la plus importante de la Compétition-M est la participation des experts. Chaque expert a été désigné pour exécuter la série 1001 dans son domaine d'expertise, puis fournir ses prévisions afin d'être comparées avec les résultats des autres experts. Ces erreurs de prévision ont ensuite été utilisées pour calculer les différentes mesures de précision rapportées.

Les résultats de la Compétition-M étaient similaires à celles des études antérieures de Makridakis et Hibon et peuvent être résumés comme suit:⁴

- les méthodes statistiquement sophistiquées ou complexes ne fournissent pas nécessairement des prévisions plus précises que les méthodes les plus simples.
- le classement relatif à l'exécution des différentes méthodes varie en fonction de la mesure de prévision utilisée.
- La prévision des diverses méthodes combinées est plus pertinente que les méthodes individuelles.
- La précision des différentes méthodes dépend de la longueur de l'horizon de prévision en cause.

¹LAURENT Emmanuel, *op. cit.*, 2006, p 174.

²MAKRIDAKIS.S., HIBON.M., *op-cit.*, 1979, p 98.

³MAKRIDAKIS S, «forecasting M-Competition», *international journal of forecasting*, 1982, p11.

⁴ARMSTRONG.J.S, LUSK E.J, «The Accuracy of Alternative Extrapolation Models : Analysis of Forecasting Competition Through Open Peer Review», *International Journal of Forecasting*, N°2, 1983, Pp. 259-262.

Les conclusions de Compétition-M ont été reproduites et revérifiées par de nombreux chercheurs. Ces derniers ont utilisé les données de Compétition-M et retiré les mêmes conclusions. De plus, de nouvelles méthodes ont été introduites afin de vérifier les résultats antérieurs. Les chercheurs Geurts et Kelly (1990)¹, Clemen (1989)² ont abouti à des résultats similaires avec ceux de la Compétition-M. Enfin, des études supplémentaires utilisant des nouvelles séries de données ont démontré la validation des quatre conclusions de la Compétition-M, parmi ces chercheurs figurent Armstrong et Collopy (1992)³, Makridakis et Fildes (1993)⁴.

Pourtant, plusieurs objections et critiques ont été apportées aux études empiriques, ce qui a donné lieu à une seconde recherche appelée Compétition-M2⁵. La Compétition-M2 a été organisée en collaboration avec quatre sociétés et comprend six séries macroéconomiques. Elle a été conçue et exécutée sur une base en temps réel. Cela signifie que les entreprises ont fourni des données réelles, sur le passé, le présent et les facteurs qui ont influé sur leurs entreprises.

Les résultats de la compétition-M2 étaient pratiquement identiques à ceux de la Compétition-M et cela était confirmé par de nouveaux travaux sur de nouveaux et différents ensembles de données.⁶

La compétition-M3⁷ est la dernière tentative par les auteurs de régler le problème de précision des diverses méthodes de séries chronologiques, Son principal objectif a été à la fois de reproduire et d'étendre la Compétition-M2. Elle regroupe les résultats obtenus à partir de l'échantillon de série le plus important. L'extension implique 24 méthodes mises en concurrence au lieu de 15 sur un nombre de séries plus élargi soit 3003 séries. La Compétition-M3 comprend des méthodes traditionnelles de séries chronologiques telles que

¹ GEURTS.M, KELLEY.J, In defense of ARIMA modeling : comments, International journal of forecasting N°6, 1990, p 497.

² CLEMEN.R, combining forecasts, international journal of forecasting, N°5, 1989, Pp 560-564.

³ ARMSTRONG.J, COLLOPY.F, Rule-based forecasting. developpment and validation of an expert systems approach to combine time series extrapolations, management science N°38, 1992, Pp 1403-1413.

⁴ FILDES.R, MAKRIDAKIS, The impact of impirical accuracy studies on time series analysis and forecasting, Insead working paper, 1993, p 27.

⁵ MAKRIDAKIS.S, HIBON.M, «the M-3 Competition : results, conclusions and Implications», ,Paris, International Journal of Forecasting, n°16, p 452.

⁶ ARMSTRONG.J.S, COLLOPY.F, «Rule-BasedForecasting: Developpement and Validation of An Expert Systems Approach To Combine Time Series Extrapolations», Management Science, 1992, N°38, pp 1401-1415.

⁷ MAKRIDAKISS, HIBONM, op. cit, 2000, p 461.

la décomposition, le lissage exponentiel, simple et régression linéaire multiple et les modèles ARIMA de Box-Jenkins. Outre celles-ci, cette 3ème édition comprend quelques méthodes de prévision les plus avancées telles que la régression dynamique, les réseaux de neurones, la modélisation de l'espace étatique, ainsi que quelques nouvelles idées pour combiner la prévision statistique et de jugement.

La Compétition-M3 a pu établir quatre conclusions :

- Les méthodes statistiques sophistiquées ou complexes ne produisent pas nécessairement des prévisions plus précises que celles des méthodes simples.
- Les classements de la performance des diverses méthodes varient en fonction de la mesure de précision utilisée et le type de données (micro, de l'industrie, macro, etc.) impliqués.
- La précision de la combinaison des différentes méthodes surpasse, en moyenne, les méthodes spécifiques et donne plus de précision en comparaison avec d'autres méthodes.
- La performance des diverses méthodes dépend de la longueur de l'horizon de prévision. Autrement dit, la meilleure méthode varie en fonction de l'horizon de prévision, en particulier lorsque les sous-catégories des données sont impliquées.

Ainsi, la Compétition-M3¹ a confirmé les conclusions initiales de la Compétition-M et la Compétition-M2 en utilisant de nouvelles méthodes et une base de données élargie. En outre, elle a démontré une fois de plus que des méthodes simples sont à égalité et parfois mieux au niveau de précision des prévisions que des méthodes statistiques plus avancées telles que les modèles ARIMA et ARARMA. Ce qui fait qu'il n'y a pas de méthode unique qui peut être utilisée. Le prévisionniste doit tenir compte de l'horizon temporel, de la nature des données, et si oui ou non la saisonnalité est importante.

3-Le choix d'une méthode de prévision adaptée aux flux quotidiens de trésorerie

Des nombreux travaux menés sur la qualité de prévision telle que Makridakis² et ses co-auteurs ainsi que Newbold et Granger³ mettent en évidence le rôle du caractère aléatoire de la série dans le classement des séries selon l'efficacité de prévision. De plus, la qualité de

¹ CLEMENTS.M.P, HENDRY.D.F, «Explaining the results of the M3 forecasting competition», the U.K. Economic and Social Research, 2001, Pp 2-3.

² MAKRIDAKIS S, HIBON M, op. cit, 2000, p 475.

³ NEWBOLD.P, GRANGER.C, Experience with forecasting univariate time series and the combination of forecast, Journal of roval statistical society, Pp 138-140.

prévision dépend de la longueur de l'horizon de prévision. Cette variables, est statiquement significative : plus l'horizon à prévoir est proche plus la qualité de la prévision est élevé. L'étude de Makridakis dans la Compétition-M démontre que la qualité de prévision dépend de la mesure de l'efficacité adaptée. Ces éléments ne génèrent pas de règles claires reposant sur des démonstrations mathématiques, mais ils permettent au décideur, compte tenu des caractères des séries à modéliser, d'arbitrer en confrontant l'efficacité potentielle d'une méthode à son coût de mise en œuvre.¹ En d'autres termes, le choix d'une méthode de prévision doit prendre en considération l'efficacité de prévision, le coût de mise en œuvre de cette méthode et aussi de la robustesse du modèle face au changement des conditions du test en question.

La trésorerie de l'entreprise fait face à un grand nombre d'observations quotidiennes, ce qui implique la nécessité de prévoir les séries de trésorerie au quotidien. Le besoin de prévision au quotidien et le temps de l'élaboration de cette prévision sont limités à la durée qui sépare l'arrivée de la dernière information concernant la réalisation du jour et le moment de prise de décision. Dans ce contexte, l'automatisation de la prévision demeure nécessaire pour l'obtention de la prévision qui soit optimal en un temps réduit.

Si une série est modélisée à l'aide des ajustements de tendance et des ajustements saisonniers alors les paramètres du modèle seront, indéniablement, mis à jour assez fréquemment, c'est à dire, le modèle ne peut pas s'adapter automatiquement à la situation changeante des données. En d'autres termes, le modèle ne représente pas bien la série. De ce fait, il est essentiel d'obtenir un modèle optimal, fixe et robuste au changement. La méthode de Box-Jenkins a la capacité de représenter à la fois les séries saisonnières et non-saisonnières², un atout grâce auquel cette méthode paraît plus adaptée au changement. L'application évidente de la technique de Box-Jenkins est de développer un modèle purement stochastique à partir duquel il est possible de tirer une prévision optimale. Cette utilisation de la méthode de Box-Jenkins permet l'élaboration rapide du modèle et d'aboutir à des prévisions optimales et faciles à calculer. Le calcul des limites de tolérance autour des prévisions est également simple. La propriété essentielle de la méthode de Box-Jenkins est qu'elle permet le développement rapide des prévisions qui sont d'une précision aussi élevée

¹ LAURENT Emmanuel, *op. cit.*, 2006, p180.

² ANDERSEN.A, «viewpoint of the Box-Jenkins analyst in the M-Competition», *University of Sydney*, Australia, 1989, Pp 30-31.

que possible. Les modèles stochastiques Box-Jenkins peuvent être utilisés pour fournir des prévisions pour les variables exogènes d'un modèle économétrique, pour permettre la détermination de la prévision optimale basée sur le modèle économétrique. Ils peuvent aussi faciliter l'identification d'une structure raisonnable pour un modèle économétrique, et peuvent être utilisés pour modéliser les résidus autocorrélés dans un modèle économétrique. Enfin, ils sont particulièrement bien adaptés au problème de la simulation des réalisations futures, ou les résultats, d'une série chronologique.

Box et Jenkins¹ ont démontré des procédures efficaces pour l'élaboration des modèles à partir des données de séries chronologiques avec l'utilisation de calculateurs électroniques numériques. Ces procédures n'impliquent généralement aucun effort humain que les procédures d'élaboration de nombreuses méthodes de prévision moins précises.

Dans L'étude de Reid (1977) la méthode de Box-Jenkins apparaît sensiblement plus efficace que les autres méthodes et principalement la méthode du lissage exponentiel. Du fait que la méthode de Box-Jenkins repose sur un large cadre théorique et permet d'intégrer de l'information exogène. Ainsi, elle permet de traiter les séries saisonnière et non-saisonnière sans avoir à désaisonnaliser les séries. L'approche de Box-Jenkins est validée comme mode de production des prévisions de trésorerie à court terme.

4-Modélisation des séries chronologiques

Box et Jenkins proposent une technique de prévision pour une série chronologique laquelle est fondée sur la notion du processus ARIMA. Cette technique est fondée sur trois grandes étapes: identification, estimation et vérification afin de produire une prévision optimale. La première étape consiste à stationnariser les séries. Puis, la deuxième étape consiste à identifier et estimer les modèles. Enfin, la troisième étape engendre la validation des modèles identifiés et estimés dans la deuxième étape selon des tests économétrique afin de choisir le meilleur modèle qui permet de prévoir les valeurs futures de la variable étudiée.

4-1-les modèles ARMA

La classe des modèles ARMA Box et Jenkins a été introduite pour reconstituer le

¹ BOX.G, JENKINS.G, *Times series analysis : forecasting and control*, éd. Holden-day, 2^{ème} édition, San Francisco, 1970, Pp 142-148.

comportement des processus soumis à des chocs aléatoires au cours du temps : entre deux observations successives d'une série de mesures portant sur l'activité du processus, un événement aléatoire, appelé perturbation, vient affecter le comportement temporel de ce processus et ainsi modifier les valeurs de la série chronologique des observations.

Les modèles ARMA permettent de combiner deux types de processus temporels soient les processus autorégressifs et les moyennes mobiles. Dans le cas le plus général, un modèle ARMA combine les deux types de processus aléatoires, la contribution de chacun d'eux étant précisée par la notation ARMA (p, q), où p est l'ordre du processus autorégressif AR(p), et q l'ordre de la moyenne mobile MA(q).

4-1-1-Les processus autorégressifs

Pour un processus autorégressif, chaque valeur de la série est une combinaison linéaire des valeurs précédentes de la série. Si la valeur de la série à l'instant t, Y_t , ne dépend que de la valeur précédente Y_{t-1} à une perturbation aléatoire près ε_t , le processus est dit autorégressif du premier ordre et noté¹ :

$$\text{AR}(p) : y_t = \sum_{k=1}^{k=p} \phi_k y_{t-k}$$

Le coefficient ϕ exprime la force de la liaison linéaire entre deux valeurs successives. Un processus autorégressif où la valeur de la série à l'instant t, Y_t dépend des p précédentes valeurs est dit d'ordre p et noté AR(p). Ainsi un processus AR (1) s'écrit :

$$\text{AR}(1) : y_t = \phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Et pour p =2 le modèle s'écrit :

$$\text{AR}(2) : y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \varepsilon_t$$

Il convient de dire qu'un processus autorégressif possède une mémoire au sens où chaque valeur est corrélée à l'ensemble des valeurs qui la précèdent. Par exemple, dans un processus AR(1), la valeur à l'instant t, Y_t , est fonction de la valeur précédente Y_{t-1} , elle-même fonction de la valeur Y_{t-2} , elle-même fonction de la valeur Y_{t-3} , etc. Si la valeur absolue du coefficient de régression ϕ_1 est inférieure à 1, l'effet de chaque perturbation aléatoire sur le système tend à décroître au cours du temps. Un processus autorégressif d'ordre p, AR(p),

¹DAGNELIE P., *Statistique théorique et appliquée*, éd.de Boeck, 2 e éd., 2006, pp548.

pourra être noté comme un modèle ARMA(p, 0).

4-1-2-Les processus moyennes mobiles

La valeur courante d'un processus de moyenne mobile est définie comme une combinaison linéaire de la perturbation courante avec une ou plusieurs perturbations précédentes dites bruit blanc. L'ordre de la moyenne mobile indique le nombre de périodes précédentes incorporées dans la valeur courante¹.

$$\text{MA}(q) : y_t = \sum_{k=0}^{k=q} \theta_k \varepsilon_{t-k} \quad \text{avec } \theta_0 = 1$$

Ainsi, une moyenne mobile d'ordre 1, MA(1), est définie par l'équation suivante :

$$\text{MA}(1) : y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Et une moyenne mobile d'ordre 2 est définie comme suit

$$\text{MA}(2) : y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

Pour une moyenne mobile, chaque valeur est une moyenne pondérée des plus récentes perturbations tandis que pour un processus autorégressif c'est une moyenne pondérée des valeurs précédentes. L'effet d'une perturbation aléatoire décroît tout au long de la série au fur et à mesure que le temps passe dans un processus autorégressif tandis que dans une moyenne mobile la perturbation aléatoire affecte la série temporelle pour un nombre fini d'observations (l'ordre de la moyenne mobile) puis au-delà cesse brutalement d'exercer une quelconque influence.

4-1-3-Les modèles Autorégressifs Moyenne Mobile ARMA

Un processus Y_t suit un ARMA d'ordre (p, q), noté ARMA (p, q) est la combinaison additive des deux processus AR (p) et MA (q) qui s'écrit :

$$y_t = \sum_{k=1}^{k=p} \phi_k y_{t-k} + \sum_{k=0}^{k=q} \theta_k \varepsilon_{t-k}$$

¹DAGNELIE P., *op. cit.*, 2006, p549.

Il convient de mentionner que si le processus étudié n'est pas d'une façon évidente un processus AR(p) ou MA(q), il est alors sous forme d'un modèle de type ARMA(p,q).

4-1-4- les modèles non-stationnaire de type ARIMA et SARIMA

Les modèles ARMA sont des processus linéaires avec l'hypothèse forte de stationnarité. Par contre, les modèles économétriques sont généralement non-stationnaires et cela à cause de la présence éventuelle d'une tendance et/ou d'une saisonnalité. Les séries non-stationnaires sont différenciées à des degrés de différentiation afin de les rendre stationnaires.

Si la non-stationnarité du modèle est due à la présence de la tendance, le modèle est dit ARMA intégré noté ARIMA (p, d, q) (Autoregressive Integrated Moving Average) et il prend la forme suivante :

$$\phi_p(B)[\nabla^d y_t - \mu] = \theta_q(B)\varepsilon_t$$

Le modèle devient ARMA (p, q) après stationnarité et il s'écrit :

$$\nabla^d y_t = (1 - B)^d y_t$$

Si la non-stationnarité du modèle est causée par la présence de la tendance et de la saisonnalité, deux modèles de type ARIMA pour la partie saisonnière et la partie non saisonnière sont combinés. Le modèle issu de cette combinaison est dit modèle autorégressif moyenne mobile intégré saisonnier (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average), noté SARIMA (p, d, q)(P, D, Q)_s et il s'écrit :

$$\phi_p(B) \phi_p(B)[\nabla^d \nabla_s^D y_t - \mu] = \theta_q(B) \vartheta_Q(B) \varepsilon_t$$

Le modèle s'écrit sous la forme stationnaire ARMA :

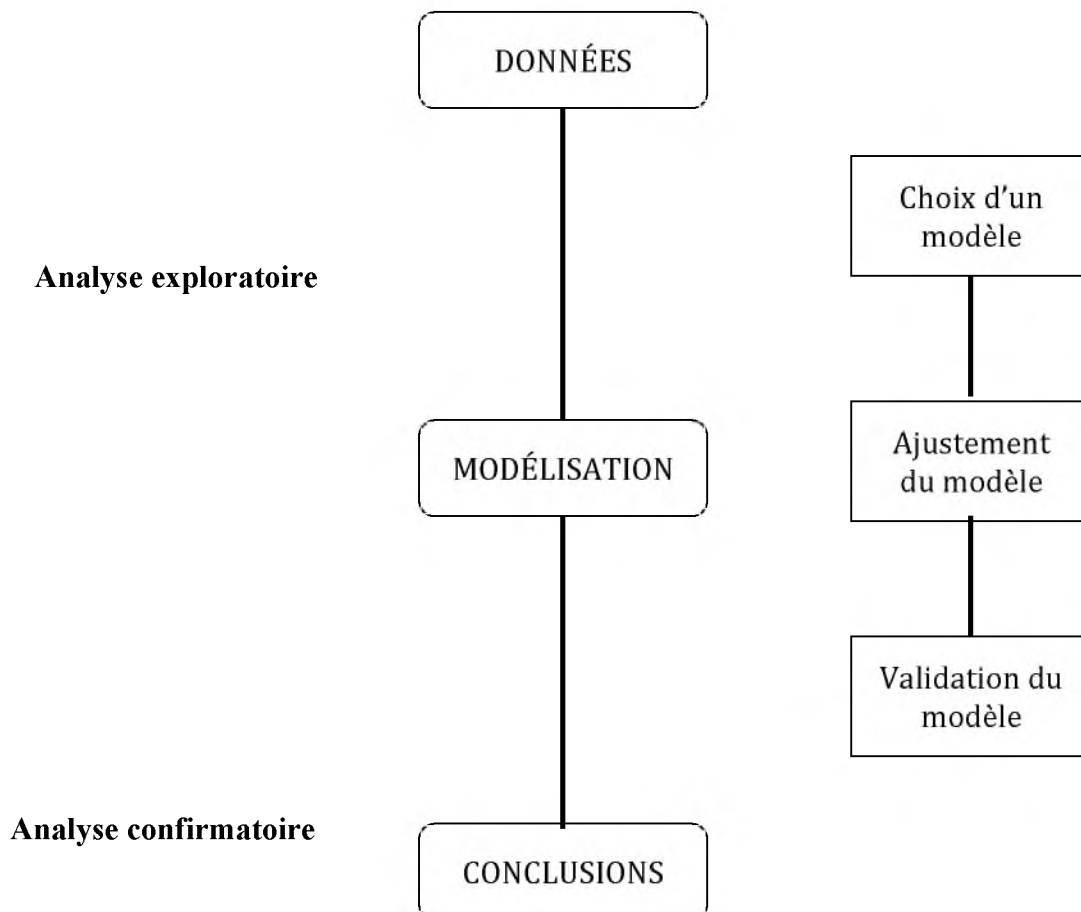
$$z_t = [\nabla^d \nabla_s^D y_t] = (1 - B)^d (1 - B^s)^D y_t$$

Suite à cette présentation des processus stationnaires et non-stationnaires, il est nécessaire de présenter une méthode qui permet l'identification des degrés de différentiation, de saisonnalité et du modèle AR et MA (p, d, q, P, D, Q, s).

5-La méthodologie de Box et Jenkins

Box et Jenkins ont utilisé les processus autorégressifs et moyennes mobiles pour construire un modèle restituant le mieux possible le comportement d'une série temporelle. Cette dernière est supposée stationnaire et centrée c.-à-d. sa dispersion est stable et les observations sont indépendantes avec une espérance nulle.¹Certains auteurs tels que Mélard(1990) évoquent l'approche de Box-Jenkins en trois grandes étapes : le choix du modèle (identification), l'ajustement du modèle (estimation) et la validation du modèle (adéquation). Le diagramme suivant présente les trois étapes de l'approche de Box-Jenkins par référence à Mélard.

Schéma n°3 : Algorithme de l'approche de Box-Jenkins selon Mélard



Source : MELARD G., Méthodes de prévision à court terme, éd. Ellipses, 1990, p348.

¹MELARD G, méthodes de prévision à court terme. Université de Bruxelles, éd. Ellipses, 1990, p341.

L'approche de Box-Jenkins est traitée par Anderson (1977) en sept étapes ¹:

1. Familiarisation avec les données ;
2. Analyse préliminaire ;
3. La spécification du modèle ;
4. Estimation des paramètres ;
5. Adéquation du modèle ;
6. Prévision ;
7. Interprétation des résultats.

Anderson souligne l'importance de la familiarisation avec les données dans la démarche de l'approche de Box-Jenkins. Alors que dans d'autres écrits la familiarisation avec les données est traitée sous une phase préliminaire et représente une grande importance du fait qu'elle permet d'appréhender le domaine dont sont issues les données et d'évaluer leur qualité, ainsi que de préciser les objectifs poursuivis dans la modélisation. Une série stationnaire est une série dont les moments sont indépendants du temps, alors que les données réelles représentent dans la plupart du temps des chroniques non stationnaires. Les séries non stationnaires doivent, partant, subir une transformation de stationnarisation. Après la stationnarité des séries, vient l'identification de couples (p, q) parmi un ensemble de couples proposés. L'étape d'estimation consiste à estimer chacun des paramètres des modèles identifiés. Lesquels sont soumis à des tests de validation du modèle. Si le modèle représente une faille il est rejeté et les étapes d'identification et d'estimation sont répétées, sinon le modèle est validé. L'étape de prévision est la dernière étape de l'approche de Box-Jenkins. Elle est réalisée mécaniquement à l'aide du modèle précédemment retenu.

De ce fait, l'approche de Box-Jenkins est présentée en cinq étapes :

1. Le choix d'une classe de modèles ou fonction pour représenter la chronique ;
2. L'identification du type du modèle ;
3. L'estimation des coefficients des modèles identifiés ;
4. La validation et le choix d'un modèle ;
5. La prévision de la chronique.

¹ANDERSON.D., «Time Series Analysis and Forecasting: Another Look at the Box-Jenkins Approach», Journal of the Royal Statistical Society, Blackwell Publishing, 1977, Vol. 26, No. 4, Pp. 287-288.

Section II : Cheminement de l'approche Box-Jenkins

Le but de cette section est de cerner les étapes de l'approche Box-Jenkins par ordre chronologique amorcées par le traitement de la stationnarité, puis l'identification des ordres autorégressifs moyenne mobile, l'estimation des paramètres, le choix et la validation du modèle et enfin la prévision.

1-La stationnarité et le traitement de la non-stationnarité

La détection et le traitement de la non-stationnarité d'une série constituent le point de départ de l'approche de Box-Jenkins, sous l'hypothèse que la série temporelle ne présente ni valeur manquante, ni valeur aberrante¹. Afin de poursuivre l'analyse par l'approche de Box-Jenkins, il faut s'assurer de la stationnarité des séries. Vérifier la stationnarité de la chronique requiert de rechercher l'existence d'une tendance et /ou d'une saisonnalité, puis d'appliquer les méthodes de stationnarisation si nécessaire.²

1-1-Tendance et saisonnalité

La saisonnalité est le fait que l'activité d'une entreprise soit liée aux différentes saisons. L'entreprise verra donc son activité augmenter et diminuer au gré des saisons. L'effet saisonnalité varie selon le type d'entreprise. Il a un impact plus ou moins fort en fonction de l'activité de l'entreprise. La saisonnalité implique donc pour une entreprise d'adapter sa production à la demande de sa clientèle. La saisonnalité génère des décalages de trésorerie qui tiennent aux différents paiements de charges alors que l'encaissement des revenus correspondant aux produits ou aux prestations interviendra ultérieurement.

La tendance d'une série chronologique est le fait de la dépendance de la moyenne au temps. La tendance (appelée trend) est généralement écrite sous forme d'une fonction linéaire du temps à un nombre fini de paramètres. Soit :

$$Tr = a + bt.$$

¹Une valeur aberrante est une valeur qui n'est pas en accord avec le modèle, c.-à-d. la différence entre la valeur réelle et la valeur prédite est trop grande pour que l'on puisse valablement juger que cette valeur soit une réalisation de la série.

² LAURENT Emmanuel, *op. cit.*, 2006, p195.

L'analyse de la stationnarité a pour objet de vérifier la stabilité dans le temps des moments de la série, notamment la moyenne et l'écart-type. Ces deux éléments sont essentiels, car les tests de significativité sont effectués sur la base d'une loi normale, définie par sa moyenne et son écart-type. Dès lors, des moments variables dans le temps impliqueraient la définition d'un modèle à la fois inadapté aux nouvelles observations et non-robuste sur l'ensemble de la période étudiée.

La saisonnalité et la tendance sont détectées à l'aide de plusieurs méthodes tel que l'analyse graphique de la série chronologique¹, le test de Fisher et la fonction d'autocorrélation. Ce dernier test constitue un outil important dans la modélisation des séries temporelles par l'approche de Box-Jenkins du fait de son importance dans les étapes à suivre. Cette méthode permet de détecter la saisonnalité ainsi que la tendance.

1-1-1-Fonction d'autocorrélation

La fonction d'autocorrélation permet de vérifier l'existence d'une corrélation entre deux variables stochastiques d'une même série temporelle. Cette corrélation est mesurée par le coefficient d'autocorrélation r_k , la corrélation est entre une série initiale et la même série décalée d'un rang k . Soit :

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^N (x_t - \bar{x}_1)(x_{t-k} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^N (x_t - \bar{x}_1)^2 \sum_{t=k+1}^N (x_{t-k} - \bar{x}_2)^2}}$$

Lorsque n est élevé :

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^N (x_t - \bar{x})(x_{t-k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^2}$$

Cette valeur r_k est comprise entre l'intervalle $[-1,1]$, plus la valeur du coefficient d'autocorrélation est proche de 1 en valeur absolue plus la corrélation est élevée.

L'hypothèse d'une corrélation entre les variables décalées de la série temporelle, les valeurs obtenues pour chacun des coefficients selon le rang k retenus doivent être testées. Soit ρ_k la vraie valeur du coefficient de corrélation calculé, l'hypothèse nulle $H_0 : \rho_k=0$ est testée.

¹www.investir.fr consulté le 03/04/2011.

La quantité : $t_c = \frac{|r_k|}{\sqrt{1-r_1^2}} \sqrt{N-2}$ suit par hypothèse une loi de Student à N-2 degré de liberté.

La règle de décision du test interprète le choix ou non de l'hypothèse nulle H0. Si la valeur calculée t_c est inférieure à la valeur théorique t_t , alors l'hypothèse H0 est acceptée : le coefficient r_k n'est pas significativement différent de zéro au seuil de 5% et l'hypothèse d'une saisonnalité de rang k est rejetée. La fonction d'autocorrélation représente l'évolution de la valeur du coefficient d'autocorrélation selon la valeur du retard k^1 .

Une série stationnaire fluctue autour d'une valeur moyenne et sa fonction d'autocorrélation décline rapidement vers zéro. Si une série présente des autocorrélations positives pour un grand nombre de décalages et elle fluctue autour d'une moyenne non stable, une tendance et une saisonnalité peuvent être supposées.

1-1-2-L'élimination de la tendance et de la saisonnalité

L'existence de la tendance en l'absence de la saisonnalité peut être appréhendée par trois méthodes afin d'estimer la tendance, la méthode d'estimation paramétrique par la méthode des moindres carrés ordinaires de la tendance, la méthode non paramétrique dans le cas de la non-linéarité de la tendance et, enfin, la méthode des différences itérées c.-à-d. remplacer la série originale par la série des différences adjacentes² en introduisant l'opérateur de recul B soit :

$$B(x_t) = x_{t-1} \Rightarrow B^n(x_t) = x_{t-n}$$

Et l'opérateur de différenciation ∇ soit :

$$\nabla x_t = x_t - x_{t-1}$$

L'élimination de la saisonnalité est traitée par une différenciation saisonnière et par des filtres de moyenne mobile. De plus, le calcul des coefficients saisonniers peut être également intégré. En présence de la tendance et de la saisonnalité, la méthode de la différenciation est la mieux adaptée à une telle situation en introduisant à la fois l'opérateur de différence ∇ et l'opérateur de différence saisonnier ∇_s . Ce dernier opérateur envoie la valeur prise par la série

¹LAURENT Emmanuel, *op. cit.*, 2006, p199.

²DELIGNIERES.D, *Séries temporelles - Modèles ARIMA*, Séminaire (Sport - Performance - Santé), paris, 2000, pp1-2.

en temps t avec la valeur prise par la série au temps $t-s$ soit: $\nabla_s x_t = x_t - x_{t-s}$

L'ordre optimal de différenciation est souvent celui pour lequel l'écart-type est minimal. Un modèle avec une différenciation d'ordre 1 suppose que la série originale présente une tendance constante. Un modèle avec une différenciation d'ordre 2 suppose que la série originale présente une tendance variant dans le temps.

1-3-Définition de la non stationnarité

La stationnarité est définie au sens fort à partir des lois de probabilité jointes des variables aléatoires de la suite $\{Y_t\}$.

La suite $\{Y_t\}_{t=0; n}$ est stationnaire au sens fort si :

$$L(Y_{t+h_1}, Y_{t+h_2}, \dots, Y_{t+h_k}) = L(Y_{h_1}, Y_{h_2}, \dots, Y_{h_k}) \quad \forall t, \forall (h_1, \dots, h_k), \forall k.$$

Une série économique est dite non stationnaire au sens faible, si le processus qui la décrit ne vérifie pas au moins une des conditions de la définition d'un processus stationnaire du second ordre, soient :

$$\begin{aligned} E(Y_t) &= m && \text{indépendant du temps} \\ V(Y_t) &= \gamma(0) < \infty, \gamma(0) && \text{indépendant du temps} \\ \text{Cov}(Y_t, Y_{t-h}) &= \gamma(h) && \text{indépendant du temps} \end{aligned}$$

A s'en tenir à cette définition, deux types de non stationnarité sont définis. Si la condition portant sur le moment d'ordre 1 n'est pas vérifiée, une non stationnarité déterministe est détectée. Si la condition portant sur les moments d'ordre 2 n'est pas vérifiée, une non stationnarité stochastique est détectée.

1-3-1-Non stationnarité déterministe

On dit que le processus y_t est caractérisé par une non stationnarité déterministe, ou encore que le processus y_t est TS (Trend stationary) s'il peut s'écrire :

$$y_t - f(t) = z_t$$

Où : $f(t)$ est une fonction qui dépend du temps et z_t est un processus stationnaire¹.

Ainsi, ce processus est rendu stationnaire en lui enlevant sa tendance déterministe :

$$y_t - f(t) = z_t \text{ Stationnaire.}$$

Une première conséquence économique d'avoir un processus TS est qu'un choc imprévu (ε_t) n'a pas d'effet persistant sur le processus puisqu'il ne peut modifier sa partie tendancielle (sa croissance), qui est ici exogène. Il n'aura donc d'effet que sur la partie cyclique, supposée être stationnaire, donc son effet sera forcément temporaire.

Une deuxième conséquence économique est que la décomposition tendance-cycle est naturelle dans ce cas : la tendance est donnée par $f(t)$ et le cycle par les écarts de la série à sa tendance soit z_t . Les deux composantes ne sont pas corrélées.

1-3-2-Non stationnarité stochastique

Le processus y_t est caractérisé par une non stationnarité stochastique, ou encore que le processus y_t est DS (Difference stationary) si le processus différencié d fois $(1 - L)^d y_t$ est stationnaire. On parle aussi de processus intégré d'ordre d , on note $y_t \sim I(d)$:

$$(1 - L)^d y_t = z_t \text{ stationnaire} \Rightarrow y_t = y_{t-1} + z_t^{(2)}$$

Une première conséquence importante (d'avoir un processus DS) est qu'un choc imprévu (ε_t) à une date donnée influence la tendance et le futur du processus. Le processus est caractérisé par de la persistance des chocs ou de l'hystérèse. Autrement dit, un choc temporaire à une date donnée a un effet permanent sur le niveau du processus puisque le processus ne rejoindra jamais sa valeur initiale suite à ce choc. Une deuxième conséquence est que la décomposition tendance-cycle n'est plus explicite dans cette formulation. On peut l'obtenir par des méthodes de décomposition adaptées (décomposition de Beveridge et Neslon par exemple).

¹CHARPENTIER A., Introduction à la théorie des processus en temps discret Modèles ARIMA et méthode Box & Jenkins, université paris dauphin, 2003, p20.

²CHARPENTIER A., op. cit., pp21.

1-4-Détection de la stationnarité

La détection de la stationnarité est faite principalement par les tests de racine unitaire.

1-4-1-Tests de racine unitaire

Les tests de racine unitaire constituent des instruments essentiels et sont les plus utilisés dans la vérification du caractère saisonnier et de la nature du processus concernant la tendance de la chronique. Il existe plusieurs tests de racine unitaire¹ tel que les tests de Dickey-Fuller simple, Dickey-Fuller Augmenté et de Dickey et Saïd, le test de Phillips et Perron, le test de Kwiatkowski, le test de Sargan-Bhargava, le test d'Elliott-Rothenberg-Stock, le test de Schmidt et Shin (appelé aussi test de KPSS). Le travail de Salanié² a fait objet d'une comparaison des différents tests de racine unitaire. L'examen des différents tests a démontré que les tests de Dickey-Fuller et Dickey-Fuller augmenté, ainsi que celui de Phillips-Perron sont d'une haute qualité et les plus robustes. De plus, ces tests dernièrement reposent sur un traitement des données à haute fréquence ce qui plaide à la modélisation des séries de trésorerie.

1-4-1-1-Test de Dickey-Fuller simple

Un test de non stationnarité largement utilisé et répandu est le test de racine unitaire proposé par Dickey et Fuller. Le test de Dickey-Fuller permet de savoir si une série est stationnaire ou non et permet aussi de déterminer la bonne manière de stationnariser la série. Les tests de racine unitaire sont menés par les régressions suivantes :

Un processus non stationnaire correspond à une de ces formes de non stationnarité :³

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \beta t + \alpha + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \beta t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

L'hypothèse nulle du test est la présence de racine unitaire, soit la non stationnarité de type

¹BOURBONNAIS R, TERRAZA M, «Analyse des séries temporelles en économie», Presses universitaire de France, 1998, pp 154-168.

²SALANIE.B, «Guide pratique pour les séries non-stationnaires», Economie et prévision, 1999, n°137, p 124.

³DICKEY.D, FULLER.W, «Distribution of the Estimators for Autoregressive Times Serieswith a Unit Root», Journal of the American Statistical Association, 1978, pp 428-429.

stochastique. Le test consiste à tester :

$$H_0 : \phi_1 = 1$$

Contre

$$H_1 : |\phi_1| < 1$$

Avec ε_t bruit blanc $(0, \sigma^2)$

les hypothèses peuvent aussi être écrites sous la forme suivante :¹

H0: processus non stationnaire, il correspond à une de ces formes de non stationnarité

$$\Delta y_t = (\phi_1 - 1)y_{t-1} + \beta t + \alpha + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\Delta y_t = (\phi_1 - 1)y_{t-1} + \beta t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta y_t = (\phi_1 - 1)y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Le test consiste à tester : $H_0 : (\phi_1 - 1) = 0$

Contre

$$H_1 : \phi_1 < 1$$

Sous H0 vraie, la statistique de test pour l'estimateur de ϕ_1 est donnée par :

$$T_{\hat{\phi}_1} = \frac{\hat{\phi} - 1}{\hat{\sigma}_{\phi_1}}$$

Les règles de décision sont les suivantes :²

- Si $t > t_{DF}$, H1 est accepté, le coefficient de la variable explicative est significativement différent de 0.
- Si $|t_{\phi_1}| > t_{DF}$, On accepte H0, la série est non stationnaire.

L'hypothèse nulle correspond au cas de marche aléatoire pure (processus non stationnaire de type DS, I (1)) et l'hypothèse alternative correspond au cas d'un modèle AR (1) stationnaire.

Ce test ne répond pas aux attentes de détection du type de non stationnarité dans les variables économiques, d'une part parce que l'hypothèse de processus TS n'est pas présente et d'autre part parce que les séries économiques sont caractérisées par de l'autocorrélation, qui conduira la plupart du temps à rejeter l'hypothèse de bruit blanc pour ε_t dans le test ci-

¹ HAMISULTANE.H, «Econométrie Des Series Temporelles», p 5, disponible sur http://helenehamisultane.voila.net/travaux/SERIES_TEMPORELLES.pdf consulté le 25/06/2011.

²Idem, p5.

dessus¹. Pour prendre en compte, d'une part la présence d'autocorrélation dans les séries économiques, et, d'autre part, l'hypothèse de tendance déterministe, il convient de mener les tests de racine unitaire dans les trois régressions suivantes.

1-4-1-2-Test de Dickey-Fuller Augmenté

Dans le test de Dickey-Fuller, le processus ε_t est par hypothèse un bruit blanc. Le test de Dickey-Fuller Augmenté ne suppose pas que ε_t est un bruit blanc. Les hypothèses du test de Dickey-Fuller Augmenté se définissent de la façon suivante :²

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \alpha + \beta t + \sum_{j=1}^{j=p} \phi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \alpha + \sum_{j=1}^{j=p} \phi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \sum_{j=1}^{j=p} \phi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Avec p le nombre de retards à ajouter dans la régression.

Le test de racine unitaire consiste alors à tester : $H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho < 0$

L'absence ou la présence d'une tendance ou d'une constance sont essentielles dans le calcul des valeurs critiques du test de racine unitaire. En conséquence, le test de racine unitaire doit être mené dans le bon modèle entre les trois modèles proposés dans les hypothèses du test.

La stratégie de procéder les tests de racine unitaire est de mettre en œuvre le test de racine unitaire dans le modèle le plus général. Si le modèle utilisé pour mener le test n'est pas pertinent, le test de racine unitaire est mené dans le deuxième modèle. L'opération est répétée jusqu'au dernier modèle. La procédure à suivre pour mener les tests de racine unitaire comportent quatre étapes définies ci-après :

1- la vérification de la nature des résidus (c.-à-d. que les résidus suivent bien un bruit blanc)

¹ CORINNE, Cours de la non stationnarité-Tests de détection, Université Paris1, p4 disponibles sur <http://samos.univ-paris1.fr/archives/membres/perraudin/ST/resumechap2.pdf> consulté le 12/01/2012.

² DICKEY.D, FULLER.W, likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Times Series with a Unit Root, éd.Econometrica, 1981, p 1061.

ainsi que la significativité du dernier retard de l'AR introduit dans la régression permettent de choisir le nombre de retards p à introduire dans la régression. En l'occurrence, l'ordre p de l'AR(p) est choisi pour la variable $(1 - L)y_t$.¹

2- le test de la racine unitaire commence par tester $H_0: \rho = 0$ dans le premier modèle. Soit :

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \alpha + \beta t + \sum_{j=1}^{j=p} \phi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t$$

Si H_0 est acceptée, un autre test est effectué pour s'assurer que le test de racine unitaire est mené dans le bon modèle. Ce dernier consiste à tester :

$$H_{01} : \rho = 0 \text{ et } \beta = 0 \text{ par un test de Fisher}$$

Si H_{01} est acceptée, le test s'effectuera sur le deuxième modèle (3).

Si H_{01} est rejetée, le processus est non-stationnaire et il prend la forme $I(1) + T^2$.

Si H_0 est rejetée, un autre test est effectué afin de vérifier la significativité de la tendance dans le modèle. Le test consiste à tester $H_0 : \beta = 0$.

Si H_0 est acceptée, le test s'effectuera sur le deuxième modèle (3).

Si H_0 est rejetée, le processus est stationnaire sous la forme $I(0) + T$.

3-le test de la racine unitaire passera au deuxième modèle. Le test vérifie H_0 soit :

$$H_0: \rho = 0 \text{ dans le modèle } \Delta y_t = \rho y_{t-1} + \alpha + \sum_{j=1}^{j=p} \phi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t$$

Si H_0 est acceptée, le test H_{02} s'effectuera : $H_{02} : \rho = 0 \text{ et } \alpha = 0$ par un test de Fisher afin de s'assurer que le test de racine unitaire a été mené dans le bon modèle.

Si H_{02} est acceptée, le test s'effectuera sur le troisième modèle (4).

Si H_{02} est rejetée, le processus est non-stationnaire et il prend la forme $I(1)+T$.

Si H_0 est rejetée, un autre test est effectué afin de vérifier la significativité de la constance

¹GRANGER.C, SWANSON.N, «An Introduction to Stochastic Unit-Root Processes», Journal of Econometrics, 1997, Pp. 40-53.

dans le modèle par un test de Student.

Si H_0 est acceptée: $\alpha = 0$, le test s'effectuera sur le troisième modèle (4).

Si H_0 est rejetée : $\alpha=0$, le processus est stationnaire de forme $I(0)+ C$.

4- On teste la racine unitaire $H_0: \rho = 0$ dans le troisième modèle.

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \sum_{j=1}^{j=p} \phi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t$$

Si H_0 est acceptée, le processus est non-stationnaire de type $I(1)$.

Si H_0 est rejetée, le processus est stationnaire.

2-L'identification

La deuxième étape dans l'approche de Box-Jenkins est l'identification. A ce stade, la série chronologique est stationnaire. Cette étape consiste à déterminer le nombre de termes dans les parties autorégressifs et moyennes mobile qui représente le mieux la chronique.

Afin de déterminer l'ordre des parties autorégressif et moyennes mobile, Box-Jenkins proposent dans leur approche l'utilisation des fonctions d'autocorrélation dite FAC et d'autocorrélation partielle dite FAP.

La fonction d'autocorrélation est constituée par l'ensemble des autocorrélations $\rho_k = cov(y_t, y_{t-k})$ de la série calculées pour un nombre de retard k. dans l'approche de Box-Jenkins le nombre de retard est défini par le quart du nombre total d'observations de la période d'estimation¹.

Le coefficient d'autocorrélation d'ordre k, peut être estimé par :

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^N (y_t - \bar{y}_1)(y_{t-k} - \bar{y}_2)}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^N (y_t - \bar{y}_1)^2 \sum_{t=k+1}^N (y_t - \bar{y}_2)^2}}$$

¹Box G.E.P, Jenkins G.M, Reinsel G.C, Times Series Analysis, Holden-Day, 1994, pp 167.

La fonction d'autocorrélation partielle est définie comme étant la corrélation entre le résidu de la régression de la série décalé de k soit y_{t-k} et le résidu de la régression de la série Y_t .¹

Les corrélogrammes de la fonction d'autocorrélation et de la fonction d'autocorrélation partielle permettent d'identifier les ordres p et q à un intervalle de confiance à 95%. Ces corrélogrammes se différencient selon le processus AR ou MA et admettent une représentation particulière des fonctions d'autocorrélation et des fonctions d'autocorrélation partielle.

La fonction d'autocorrélation partielle du processus AR(p) présente des coefficients d'autocorrélation non significatifs pour un retard supérieur à p . Par contre la fonction d'autocorrélation présente un décroissement exponentiel avec des alternances possibles de valeurs positives et négatives des coefficients d'autocorrélation même si le retard k est supérieur à p^2 . Les formes des fonctions sont inversées dans le cas d'un MA (q). La fonction d'autocorrélation partielle affiche un décroissement exponentiel amorti ou sinusoïdal des coefficients d'autocorrélation même au-delà de $k=q$, alors que la fonction d'autocorrélation présente des coefficients d'autocorrélation nuls pour un retard supérieur à q .

Dans le cadre d'un modèle ARMA (p, q), les fonctions d'autocorrélation et d'autocorrélation partielle dépendent des ordres p et q dont deux situations s'affichent. Si p est supérieur à q , la fonction d'autocorrélation présente une décroissance exponentielle ou sinusoïdale. Par contre, si p est inférieur à q , la forme de la fonction est inconnue pour un retard inférieur à $q-p$. En revanche, les coefficients d'autocorrélation tendent vers zéro lorsque k augmente après un retard supérieur à $q-p^3$. En outre, un retard qui ne peut pas être expliqué au regard de la nature de la série n'est pas pris en considération. Si l'autocorrélation ou l'autocorrélation partielle est significative pour un retard explicable, le plus grand d'entre eux est choisi⁴.

D'autres méthodes sont utilisées pour compléter l'étape l'identification, telle que la fonction d'autocorrélation étendue, la fonction d'autocorrélation inversée, ou encore la méthode de coin.

¹Desbois.D, Une introduction à la méthodologie de Box et Jenkins : l'utilisation de modèles ARIMA avec SPSS, Modulard, 2005, pp 5-6.

²BOURBONNAIS R, TERRAZA.M, op. cit., 1998, pp 183-184.

³LAURENT, Emmanuel ,op. cit., 2006, p 204.

⁴MELARD G, MELARD G, op. cit., 1990, p 362.

3-L'estimation

L'estimation est la troisième étape dans l'approche de Box-Jenkins après la stationnarisation de la série et l'identification des ordres p et q . Cette étape consiste à déterminer les valeurs des coefficients ainsi que leur significativité. Plusieurs méthodes sont utilisées pour définir les meilleurs estimateurs des coefficients du modèle, parmi ces méthodes figure la méthode de vraisemblance. Cette méthode est une stratégie souvent efficace et utilisée à grande échelle particulièrement par les logiciels statistiques.

La méthode de vraisemblance est définie tel que la valeur de θ (si elle existe et est unique) pour laquelle la fonction $\theta \rightarrow L(x_1^*, \dots, x_n^*; \theta)$ est maximale. Souvent, ceci peut se ramener à résoudre en θ l'équation $\frac{\partial L}{\partial \theta}(x_1^*, \dots, x_n^*; \theta) = 0$.¹

Cette méthode repose sur l'optimisation dans ces deux genres soit maximisation ou minimisation d'une fonction. La méthode de maximum de vraisemblance sur un processus ARMA et donc maximisé. Alors que dans le cas des résidus, la somme des carrés des résidus est minimisée par les méthodes des moindres carrés conditionnels ou non conditionnels. L'application de ces fonctions est faite à l'aide d'un algorithme non-linéaire, souvent réalisé par l'algorithme de Marquardt.

L'application d'un algorithme non-linéaire est due à l'emploi des procédures numérique itératives. Cette méthode s'avère plus rapide du fait qu'elle spécifie des valeurs initiales des paramètres tel que 0 ou 0.1 qui conviennent souvent, ainsi qu'elle fournit les erreurs-types des coefficients estimés, ce qui permet la réalisation du test de Student sur la nullité des coefficients du modèle.²

A l'issue de cette étape, plusieurs modèles sont estimés au niveau de l'aménagement du modèle ainsi que les valeurs et significativité de chaque coefficient. Ces modèles passent à l'étape de validation afin d'être validés sur le plan économétrique.

¹BOX.G.E.P, JENKINS.G.M, REINSEL.G.C, Time Series Analysis :Forecasting and Control, éd. Holden-Day, 1994, pp 225.

²MELARD.G, op. cit., 1990, p. 367.

4-Validation économétrique d'un modèle

Une fois l'ensemble des modèles est estimé, les modèles sont confrontés à divers tests de validation pour tester leur adéquation pour une représentation stochastique du processus. Si le modèle est jugé insuffisant, les étapes d'identification et d'estimation sont répétées de la sorte à modifier la structure du modèle afin d'obtenir un nouveau modèle qui sera probablement mieux représentatif des données de la série.

Avant de commencer à réaliser les différents tests de validation, il faut vérifier si les coefficients estimés satisfont aux conditions de stationnarité et d'inversibilité¹. Afin de juger la validité économétrique du modèle, le test classique de Student permet de vérifier la significativité des paramètres du modèle. D'autre part, les coefficients de détermination et de détermination ajustée permettent de définir la part de la variance totale expliquée par le modèle, ils permettent, alors, d'écarter les modèles avec ayant des coefficients de détermination faibles. Aussi bien, la vérification de la stabilité des coefficients est un des principaux tests de validation. Ce test consiste à étudier la variabilité des coefficients dans le temps en d'autres termes tester l'hypothèse nulle d'égalité des coefficients dans le temps.

La validité d'un modèle selon Box-Jenkins porte essentiellement sur la nullité des fonctions d'autocorrélation et fonctions d'autocorrélation partielles de la série des résidus. De plus, l'analyse des résidus représente l'étape la plus importante dans la validation économétrique d'un modèle, cette analyse consiste à vérifier que les résidus ne représentent aucune configuration déterministe c.-à-d. les perturbations du modèle sont indépendantes. Un modèle est dit statistiquement adéquat si les perturbations du modèle ne sont pas autocorrélées, elles sont plutôt de type bruit blanc et suivent une loi normal de moyenne nulle.

Une statistique couramment utilisée pour tester un bruit blanc est la statistique de Box et Pierce. Le test de Box-Pierce permet d'identifier les processus de bruit blanc soient les processus aléatoires de moyenne nulle, de variance constante et non autocorrélées. Cette statistique permet de tester :

¹MELARD G, *op. cit.*, 1990, pp 371.

$$\text{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-k}) = 0 \text{ pour tout } k, \text{ soit } \rho(k) = 0 \text{ pour tout } k^1.$$

Ce test consiste à tester l'autocorrélation des erreurs d'ordre K, soit $\varepsilon_t = \rho_1 \varepsilon_{t-1} + \rho_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \rho_k \varepsilon_{t-k} + \mu_t$ où $\mu_t \sim N(0, \sigma_\mu^2)$

Sous Les hypothèses du test de Box-Pierce

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$$

H1 : il existe au moins un ρ_i significativement différent de 0.

Pour effectuer ce test, il est nécessaire de recourir à la statistique Q qui est donnée par la relation suivante:

$$Q = n \sum_{k=1}^K \hat{\rho}_k^2$$

Sous l'hypothèse H0 vraie, Q suit la loi du Khi-deux avec K degrés de liberté.

Si $Q > k_{tb}$ où k_{tb} est la valeur donnée par la table du Khi-Deux pour un risque donné, H0 est rejetée soit une présence d'une autocorrélation des erreurs.

Le test de bruit blanc est complété par plusieurs tests tel que Les tests de normalité des résidus qui se traduit essentiellement dans le test de Jaque-Bera basé sur le skewness (coefficient d'asymétrie de la distribution) et le kurtosis (aplatissement, épaisseur des queues) et le test d'homoscédasticité qui se traduit essentiellement dans le test de Chow, ce test vise à comparer les variances des résidus sur des sous-périodes.

Dans l'approche classique de Box et Jenkins, on examine également l'erreur-type des coefficients du modèle en vérifiant leur significativité statistique. Dans le cas d'un sur-ajustement des données par un modèle trop complexe, certains coefficients peuvent ne pas être statistiquement significatifs et doivent donc être abandonnés.²

A l'issue de cette étape, les modèles sont économétriquement validés. Les modèles sont mis en concurrence afin de choisir le meilleur modèle.

¹CHARPENTIER A, Introduction à la théorie des processus en temps discret Modèles ARIMA et méthode Box & Jenkins, université paris dauphin, 2003, pp131.

²DESBOIS D, Une introduction à la méthodologie de Box et Jenkins : l'utilisation de modèles ARIMA avec SPSS, éd. Modulard, 2005, p7.

5-Choix du meilleur modèle

Dans cette étape, les modèles sont sensés validés et prêts à être triés pour obtenir le meilleure modèle. La distinction entre les modèles se fait à base de critères d'efficacité et de la qualité de la prévision. Plusieurs critères sont développés et classés selon la nature de la fonction de perte. La fonction de perte est dite linéaire lorsque la valeur de la perte est linéairement croissante avec l'erreur, et elle est dite non-linéaire lorsque la valeur de la perte croit selon une forme quadratique ou exponentielle. Parmi les critères de comparaison des modèles les plus utilisés dans le cas de la fonction de perte linéaire figurent les critères MAE et MAD, Mean Absolute Errors et Mean Absolute Deviation respectivement. Dans le cas de fonction de perte non-linaire figurent les critères Mean Square Error (MSE), Criterion For Autoregressing Transfert Function (CAT) ainsi que la statistique de U-Theil¹.

Conçus spécifiquement pour les modèles de classes ARMA, Les critères d'information constituent les critères de comparaison des modèles les plus pertinents. Cette approche consiste à minimiser un estimateur de la quantité d'information à partir de T observations². Les critères les plus utilisés dans ce concept sont les critères :

-Akaike Informations Criterion : $AIC(p, q) = \log \hat{\sigma}^2 + 2 \frac{p+q}{T}$;

-Schwarz-Bayesian Informations Criterion : $SIC(p, q) = \log \hat{\sigma}^2 + (p+q) \frac{\log T}{T}$;

-Hannan-Quinn Informations Criterion : $HQ(p, q) = \log \hat{\sigma}^2 + (p+q) c \frac{\log(\log T)}{T}$ avec $c > 2$.

A l'issue de cette étape un modèle est choisi et dit le meilleur modèle parmi les modèles qui respectent les conditions de validité économétrique. Ce modèle consiste le point de départ pour la prévision des valeurs futures de la série.

6-La prévision

La prévision constitue l'ultime et la dernière étape dans l'approche de Box-Jenkins. A cette étape, un modèle économétriquement valide est proposé pour la présentation de la

¹Mélard.G, *op. cit.*, 1990, pp 27.

²CHARPENTIER.A, *op. cit.*, 2003, pp140.

chronique. Ainsi, des prévisions pour un horizon h (h est un horizon quotidien en matière de gestion de trésorerie) peuvent être calculées. Le modèle dit meilleur modèle au sens de Box-Jenkins est nécessairement généré par un processus stationnaire de type ARMA qui s'écrit :

$$y_t = \sum_{k=1}^{k=p} \phi_k y_{t-k} + \sum_{k=0}^{k=q} \theta_k \varepsilon_{t-k}$$

À partir de la formule mathématique correspondant au modèle de la série, des prévisions de y_t pour un horizon h sont générées par la relation suivante :

$$\hat{y}_t(h) = \sum_{i=1}^{i=p} \phi_i \hat{y}_{t+h-i} + \sum_{i=0}^{i=q} \theta_i \hat{\varepsilon}_{t+h-i}$$

Avec $\hat{\varepsilon}_{t+h-i} = 0$ pour $i < h$; $\hat{\varepsilon}_{t+h-i} = \varepsilon_{t+h-i}$ pour $i \geq h$.

Les prévisions $\hat{y}_t(h)$ sont calculables pour tout h à l'exception des prévisions d'un modèle MA(q) qui sont nulles pour un horizon h supérieur à l'ordre q du modèle¹. En revanche, les prévisions pour un modèle AR (p) sont calculées des seules valeurs futures de y_t pour un horizon supérieur à l'ordre p .

Les transformations portées sur la série chronologique dans l'étape de stationnarisation, si elles existent, sont prises en compte lors de la prévision. Pour pouvoir retourner à la série initiale et donc calculer les prévisions relatives à cette série, des fonctions inverses de celle utilisée lors de l'étape de la stationnarisation sont appliquées sur les prévisions calculées à partir de la série stationnaire. La prévision peut prendre la forme d'un intervalle de confiance à un niveau d'erreur α sous l'hypothèse de la normalité des résidus. Les prévisions sont données par :

$$P[\hat{y}_t(h) - Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\sigma_\varepsilon^2} \leq \hat{y}_t(h) \leq \hat{y}_t(h) + Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\sigma_\varepsilon^2}] = 1 - \alpha$$

Avec $\varepsilon_t(h) \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

¹MELARD G, *op. cit.*, 1990, p 312.

Les prévisions obtenues de la modélisation univariée ne traduisent que les phénomènes historiques de la série chronologique à prévoir sans prendre en considération l'effet des variables influant sur le solde global de la trésorerie. De ce fait, il est nécessaire en matière de gestion de trésorerie d'avoir la capacité d'intégrer au modèle de l'information exogène.

Section III : la modélisation multivarié

La modélisation univariée est une interprétation de l'information dans le seul passé de la variable étudiée sans prendre en considération l'influence d'autres variables sur la chronique. L'approche de Box-Jenkins est une méthode extrapolative qui permet tout autant d'intégrer des variables exogènes au modèle et donc joindre les méthodes extrapolatives et les méthodes explicatives pour une modélisation multivariée.

Après avoir présenté la corrélation entre deux séries chronologiques, les modèles ARIMA avec variables explicatives sont présentés par le modèle de régression linéaire à erreurs autocorrélées, le modèle de fonction de transfert et le modèle d'analyse d'intervention.

1-Corrélation croisée et processus aléatoire multivarié

La corrélation croisée permet de rendre compte du degré d'association entre deux séries temporelles X et Y. Le coefficient de corrélation croisée est calculé en introduisant un décalage temporel constant k entre les deux séries soit $(x_t \text{ et } y_{t+k})$ et est défini par la formule suivante :

$$r_k^{(x,y)} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{t=k+1}^N (y_t - \bar{y})(x_t - \bar{x})}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (y_t - \bar{y})^2} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^2}}$$

$$\text{Avec } \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N x_t \quad \text{et} \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N y_t$$

La fonction de corrélation croisée avec décalage k permet de mesurer le degré de dépendance des valeurs passées de x_t par rapport aux valeurs présentes de y_t c.-à-d. l'influence de la variable x_t sur la variable y_t et vis versa. La fonction de corrélation croisée

permet aussi la détermination du décalage correspondant à l'association maximale entre les deux variables¹. Lorsque les corrélations croisées entre deux variables sont significativement différentes de zéro pour un grand nombre de décalages, une liaison entre les deux variables est supposée.

En terme statistique, les deux séries y_t et x_t sont une réalisation du processus aléatoire bivarié. Ce processus est supposé stationnaire :

$$E(x_t) = \bar{x} ; E(y_t) = \bar{y} ;$$

$$\text{var}(x_t) = \gamma_0^{(x)} ; \text{var}(y_t) = \gamma_0^{(y)} ;$$

$$\text{Et Cov}(y_t, x_{t-k}) = E[(y_t - \bar{y})(x_{t-k} - \bar{x})] = \gamma_0^{(y,x)}.$$

La corrélation croisée de décalage k est définie par la relation :

$$\rho_k^{(y,x)} = \frac{\gamma_k^{(y,x)}}{\sqrt{\gamma_0^{(y)} \gamma_0^{(x)}}} \quad \text{Avec } k \in]-\infty, +\infty[$$

Dans le cas d'un processus aléatoire multivarié à n variables, les définitions précédentes sont généralisées à condition de considérer les covariances et corrélations des variables deux à deux.

L'autocorrélation détectée dans les deux séries introduit un biais dans l'estimation et donc à la place de l'utilisation directe de corrélations croisées il est préférable de filtrer les deux séries afin de se débarrasser d'autocorrélation. Pour cela, il suffit de considérer la série résiduelle d'un modèle ARIMA représentant x_t et la série résiduelle d'un modèle représentant y_t soit :

$$(1 - \phi_1^{(x)} B - \dots - \phi_p^{(x)} B^p) \nabla^{d(x)} x_t = (1 - \theta_1^{(x)} B - \dots - \theta_q^{(x)} B^q) e_t^{(x)}$$

$$(1 - \phi_1^{(y)} B - \dots - \phi_p^{(y)} B^p) \nabla^{d(y)} y_t = (1 - \theta_1^{(y)} B - \dots - \theta_q^{(y)} B^q) e_t^{(y)}$$

¹ DELIGNIERES D, «Analyse des séries», paris, 2007, p 11. Disponible sur <http://didier.delignieres.perso.sfr.fr> consulté le 16/03/2012.

Les corrélations croisées sont calculées entre les deux séries résiduelles $\hat{e}_t^{(x)}$ et $\hat{e}_t^{(y)}$ dont les variances sont respectivement $\hat{\sigma}^{(x)2}$ et $\hat{\sigma}^{(y)2}$ soit :

$$\hat{r}_k^{(y,x)} = \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=k+1}^T \hat{e}_t^{(y)} \hat{e}_{t-k}^{(x)}}{\hat{\sigma}^{(y)} \hat{\sigma}^{(x)}}$$

Afin de tester l'hypothèse d'indépendance entre deux variables, il est possible de procéder par des tests individuels sur les corrélations croisées de retard k ou par un test global avec l'utilisation de la statistique de Haugh¹.

2- le modèle de régression à erreurs ARMA

L'inclusion des variables exogènes à un modèle économétrique consiste à concevoir un modèle de régression entre deux ou plusieurs séries chronologiques.

Soit deux séries chronologiques y_t et x_t dont x_t est la variable explicative sous forme retardée, le modèle s'écrit de la forme suivante :

$$y_t = m + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + \dots + b_h x_{t-h} + u_t \text{ avec } u_t \text{ l'erreur en } t$$

Après abondance de la supposition que les erreurs issues de la régression respectent les caractéristiques d'un bruit blanc, elles sont supposées suivre un processus ARMA (p, q) :

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) u_t = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) e_t$$

Dont les innovations e_t constituent un processus bruit blanc d'écart-type σ et indépendantes de la variables explicative x_t , le modèle initial devient :

$$y_t = m + b(B)x_t + u_t$$

$$\text{Avec } u_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} e_t \quad \text{et} \quad b(B) = b_0 + b_1 B + b_2 B^2 + \dots + b_h B^h$$

¹MELARD G, *op. cit.*, 1990, p 413.

La détermination du degré $b(B)$ se fait à partir des autocorrélations croisées $\hat{r}_k^{(y,x)}$ dont le degré h est le retard maximum pour lequel la corrélation croisée est significative. La constante m et les coefficients b_k sont estimés par la méthode des moindres carrés, puis le modèle ARMA pour les erreurs est identifié de la même manière que la modélisation univariée.

3-Le modèle de fonction de transfert

Le modèle de fonction de transfert peut être présenté par une extension du modèle de régression avec erreur ARMA dans le cas où la variable dépendante à prévoir y_t est reliée à son passé et aussi au présent et au passé de la variable explicative x_t . Dès lors, les coefficients b_k sont remplacés par δ_k et ω_k coefficient de la fonction de transfert de la série de la variable expliquée y_t et de la série des variables explicatives x_t respectivement. L'hypothèse faite initialement est qu'il n'y a pas d'erreur, le modèle de régression devient :

$$y_t = \delta_1 y_{t-1} + \dots + \delta_r y_{t-r} + \omega_0 x_t + \omega_1 x_{t-1} + \dots + \omega_h x_{t-h}$$

$$\text{Soit } \delta(B)y_t = \omega(B)x_t \quad \text{ou} \quad y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)}x_t$$

$$\text{Avec } \delta(B) = \delta_0 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r \quad \text{et} \quad \omega(B) = \omega_0 + \omega_1 B + \omega_2 B^2 + \dots + \omega_h B^h$$

L'intégration des erreurs u_t engendrées par le processus ARMA (p, q) au modèle de fonction de transfert donne :

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)}x_t + u_t \quad \text{ou} \quad y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)}x_t + \frac{\theta(B)}{\phi(B)}e_t$$

Le rapport $\frac{\omega(B)}{\delta(B)}$ est appelé fonction de transfert entre la variable explicative x_t et la variable expliquée y_t . Cette dernière est déterminée à l'aide des corrélations croisées entre les séries x_t et y_t , ensuite le modèle de fonction de transfert complet est estimé de la même manière que l'estimation des modèles ARIMA en visant à minimiser la somme des carrés des erreurs.

4-Le modèle d'analyse d'intervention

Il se pose fréquemment dans l'analyse des séries chronologiques que des événements extérieurs peuvent perturber les observations ultérieures. Afin de mieux estimer les

paramètres du modèle, il est nécessaire d'évaluer l'impact de ces événements sur les valeurs de la série chronologique et d'estimer ces paramètres. Cette analyse mène au modèle d'analyse d'intervention traité par Box et Tiao.

Les formes d'intervention les plus fréquentes se distinguent en quatre formes : l'impulsion, le saut, l'impulsion exponentiellement dégressive et la rampe. Ces formes d'intervention sont insérées dans un modèle par la fonction de transfert dite fonction de transfert de l'intervention au temps τ et génèrent une variable explicative z_t qui se représente comme suit :

- Dans le cas d'impulsion : $z_t = \omega_0 i_t^\tau$
- Intervention sous forme de saut : $z_t = \frac{\omega_0}{1-B} i_t^\tau$
- Croissance exponentiellement dégressive au taux δ : $z_t = \frac{\omega_0}{1-\delta B} i_t^\tau$
- Intervention sous forme d'une rampe de pente : $z_t = \frac{\omega_1}{(1-B)^2} i_t^\tau$

Le modèle de type ARMA après chaque forme d'intervention devient :

- L'impulsion : $y_t = \omega_0 i_t^\tau + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} e_t$
- Le saut : $y_t = \frac{\omega_0}{1-B} i_t^\tau + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} e_t$
- L'accroissement exponentiellement dégressif : $y_t = \frac{\omega_0}{1-\delta B} i_t^\tau + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} e_t$
- La rampe : $y_t = \frac{\omega_1}{(1-B)^2} i_t^\tau + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} e_t$

Le choix de la forme d'intervention est effectué à l'aide du graphique de la série chronologique. Ensuite, l'estimation des paramètres du modèle est celle de la fonction de transfert.¹

Le modèle de régression avec erreurs ARMA, le modèle de fonction de transfert et le modèle d'analyse d'intervention représentent des modèles de synthèse entre les modèles extrapolatifs et les modèles explicatifs, dont les deux premiers prennent en compte des séries exogènes entières là où la dernier modèle permet l'intégration des événements ponctuels. Cette combinaison permet d'intégrer de l'information exogène au modèle jugée pertinente pour expliquer les évolutions passées et futures de la chronique étudiée.

¹CLAVÉRIE Pierre, SZPIRO Daniel et TOPOL Richard, « identification des modèles à fonction de transfert : la méthode padé-transformée en Z », Annales d'économie et de statistique, n°17,1990, Pp. 147.

Conclusion

La prévision constitue un outil important dans la gestion des liquidités afin d'arriver à la meilleure décision dans ce sens. Pour pouvoir atteindre une bonne qualité de prévision plusieurs méthodes de prévision à court terme sont à proposer. Ces méthodes se distinguent entre intuitives, extrapolatives, explicatives et systématiques, tenant compte des caractéristiques de la gestion des liquidités, les méthodes intuitives et les méthodes systématiques sont écartées pour la prévision des flux de trésorerie. En revanche, les méthodes extrapolatives et les méthodes explicatives sont jugées les plus adaptées à la gestion des liquidités.

La détermination de la méthode de prévision la plus efficace pour prévoir les flux de trésorerie a fait l'objet de nombreuses recherches empiriques dont Makridakis fut le pionnier en lançant un programme de recherche appelé Compétition-M où il a mis un nombre élevé de méthodes en concurrence. La Compétition-M3 est la dernière tentative mise par Makridakis et Hibon dont ils ont démontré que le classement des méthodes varie selon plusieurs éléments selon les caractéristiques des séries, l'horizon de prévision et les critères retenues pour la mesure de l'efficacité de la prévision. La conclusion de leurs recherches est qu'il n'y a pas de méthode unique qui peut être utilisée mais c'est au prévisionniste de choisir la bonne méthode en prenant en considération les caractéristiques de la chronique étudiée.

Suite aux caractéristiques engendrées par l'optimisation de la gestion de trésorerie, l'approche de Box-Jenkins reposant sur une base théorique enrichie est jugée la plus adaptée aux flux de trésorerie dans le sens où elle tend à minimiser la variance de l'erreur et permet de disposer des prévisions sous la forme d'intervalle de confiance d'une distribution des probabilités de l'erreur concentrée autour du milieu de l'intervalle.

L'approche de Box-Jenkins a la capacité d'intégrer de l'information exogène au modèle. Cette possibilité est essentielle en matière de gestion de trésorerie à très court terme vue de l'importance de l'information exogène dans l'efficacité des prévisions.

Chapitre III :
Modélisation de la
trésorerie d'Orascom
télécom Algérie

Chapitre III: Optimisation de la gestion de trésorerie d'OTA

La fonction de coût de l'erreur de prévision repose essentiellement sur les variables prix représentées par les taux créditeurs et débiteurs ainsi que sur l'erreur de prévision du solde global de trésorerie qui représente la variable clé dans le calcul du coût de l'erreur et lors de la prise de décision.

L'objectif de ce chapitre est de définir et de mettre en pratique un modèle de prévision du solde global de trésorerie et d'évaluer sa qualité et son efficacité dans l'établissement des prévisions ainsi que son impact sur le coût de l'erreur total. Scindé en trois sections, ce chapitre tente de réaliser cet objectif en s'appuyant sur les données d'Orascom télécom Algérie (OTA), une entreprise de télécommunication siégeant en Algérie.

C'est à la présentation d'OTA et à la présentation des données objet de la modélisation qu'est, d'abord, consacrée la première section. La deuxième section, consiste, ensuite, à identifier un mode de production des prévisions qui est en premier temps en fonction des seules observations passées de la variable du solde global de trésorerie et par la suite introduire les variables exogènes nécessaires à l'amélioration du modèle. Par la suite, les tests de qualité et d'efficacité des prévisions obtenues sont réalisés. Enfin, la troisième section présente l'impact des prévisions obtenues par la modélisation multivariée sur le coût de sous-optimalité de la trésorerie en se référant aux prévisions conçues par OTA et propose quelques recommandations pour le bon maintien et l'optimisation de la trésorerie afin d'améliorer la décision financière prise par le décideur.

Section I : présentation d'OTA et des données de la série

Cette section passe en revue la présentation de l'organisme d'accueil et les données de la série objet de la modélisation.

1-Présentation d'Orascom Telecom Algérie (OTA)

Les télécommunications (télécoms), sont définies comme la transmission à distance d'informations avec des moyens à base d'électronique et d'informatique.

Le secteur des télécommunications en Algérie est en pleine expansion en raison de la demande de plus en plus grande, tant pour la disponibilité des services que pour leurs diversités.

Fondée en 1998, « Orascom Telecom Holding » s'est développée et s'est imposée en une période très courte comme leader dans le domaine de la télécommunication dans les pays de moyen orient, en Asie et en d'Afrique. Orascom Telecom Algérie (OTA), filiale de « Orascom Telecom Holding » est une entreprise de droit algérien fondée en juillet 2001, elle a remporté la deuxième licence de téléphonie mobile en Algérie après une rude concurrence au prix de 737 millions de dollars. Elle est devenue leader dans le domaine de la téléphonie mobile avec 10 millions d'abonnés et compte 2800 employés.

Aujourd'hui, Orascom Telecom Algérie spa au capital social de 41 566 821 000,00 DA, siégeant à la rue mouloud Feraoun lot n°8 a Dar el Beida Alger, compte plus de 3,5 milliards USD d'investissement et plus de 14,5 millions d'abonnés et procure près de 50% du chiffre d'affaire de la holding Orascom.

Djezzy est la dénomination commerciale qui a été retenue pour présenter le réseau GSM d'Orascom Telecom Algérie (OTA) qui est devenu leader sur le marché algérien de la téléphonie mobile malgré la concurrence d'ATM Mobilis, la filiale de l'opérateur historique Algérie Télécom, et de Nedjma, détenu par le groupe Watanyia¹.

1-1- Principaux objectifs de l'entreprise

Orascom telecom Algérie a pour mission de :

¹www.djezzy.com Site officiel de Djezzy consulté le 25 /03/ 2012.

- maintenir une forte position de leader sur le marché des télécommunications et contribuer de manière active au bien être des algériens dans leur vie quotidienne.
- être le premier opérateur télécom au moyen orient, Afrique et Asie à offrir le meilleur service à ses clients, de la valeur à ses partenaires et un environnement de travail solide et dynamique à ses employés.

1-1-1-Politique qualité

OTA adopte une politique qualité visant à :

- Donner entière satisfaction à ses clients, en proposant des produits, des solutions et des services de qualité supérieure, et aller au-delà de leurs attentes en matière de fiabilité, disponibilité, transparence, rapidité, flexibilité et innovation.
- Respecter l'environnement au même titre que de toutes les parties prenantes, tout en mettant en œuvre un système de management de la qualité et en amélioration continue.

1-1-2-Politique environnementale

En phase avec l'émergence des préoccupations environnementales en Algérie, OTA reconnaît l'importance d'optimiser et de contrôler ses impacts sur l'environnement, elle s'engage aussi à :

- Exercer ses activités dans le respect de la réglementation et autres exigences environnementales applicables.
- Accomplir ses tâches dans le respect de la nature et du paysage par la réduction des impacts visuels liés au déploiement du réseau.
- Assurer la traçabilité des déchets générés par ses activités et favoriser leur traitement en collaboration avec ses prestataires.
- Faire prendre conscience à l'ensemble du personnel d'OTA de la nécessité d'adopter au quotidien des comportements respectueux de l'environnement de sorte que la présentation de celui-ci fasse partie intégrante des valeurs et de la culture d'OTA.
- Sensibiliser l'ensemble de ses partenaires économiques au respect de l'environnement et les inciter à partager ces engagements¹.

1-2-Organisation d' OTA

Le schéma ci-après est de nature à présenter l'organisation d'OTA

¹ Charte d'OTA.

Schéma n°04: organigramme (schéma fonctionnel) d'OTA

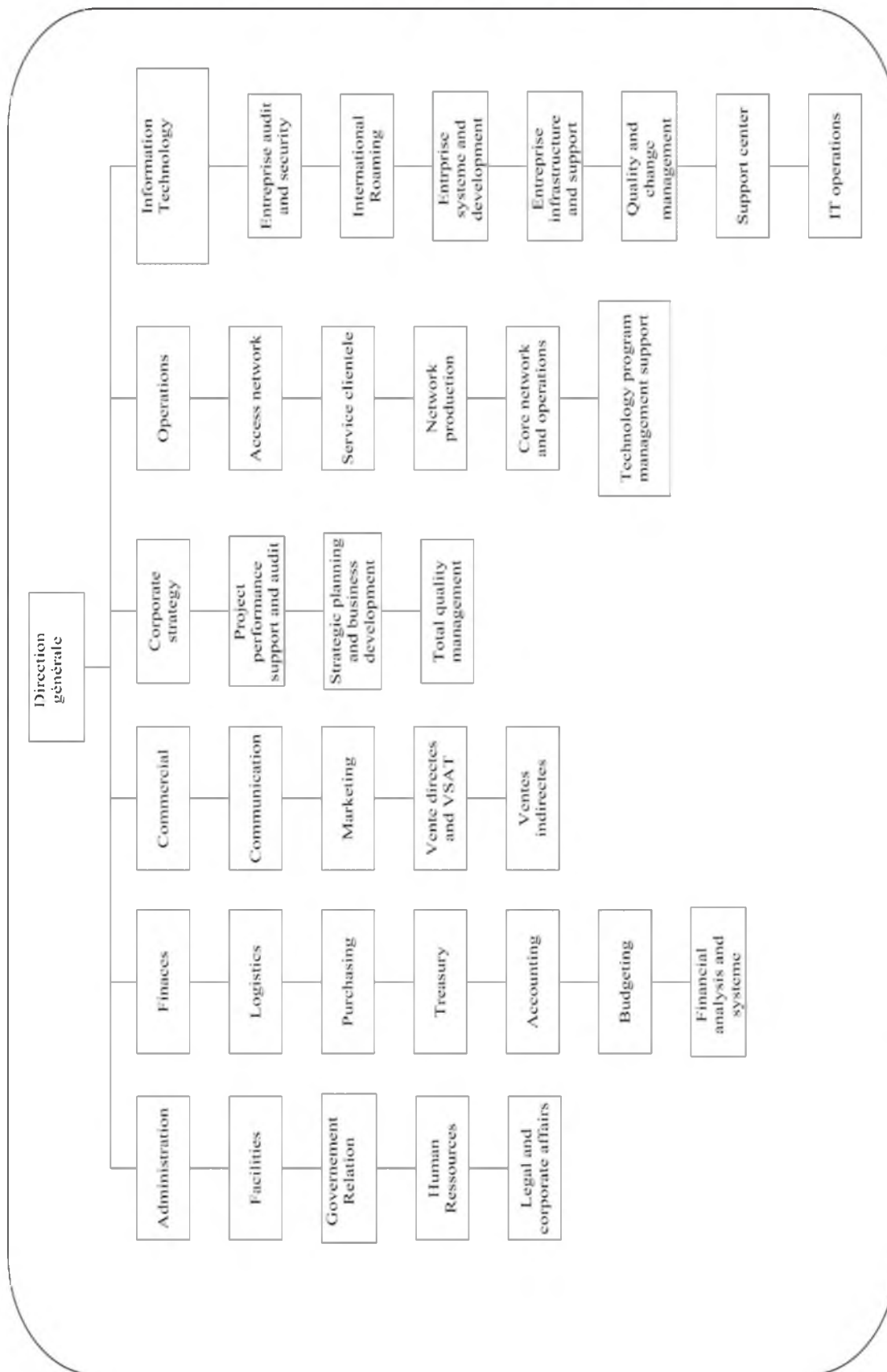


Figure 1.1- Organigramme générale d'Orascom Telecom Algérie

Source : la direction de trésorerie d'OTA.

OTA compte plusieurs directions dont :

1-2-1-La direction de l'administration

Outre l'aide matérielle qu'elle apporte aux autres directions, elle a pour principale mission les recrutements, le paiement des employés, la maintenance des bureaux, l'aménagement des centres de service.

1-2-2-La direction des opérations

Cette direction s'occupe notamment de l'extension du réseau, de la gestion des plateformes de facturation des clients prépayés et post-payés, la gestion des centres d'appel et des éléments supplémentaires mis à la disposition des clients et offre un support technique incontournable aux offres et promotions que réalise le département marketing.

1-2-3-La direction commerciale

Cette direction compte en son sein :

- Un département ventes assurant la distribution.
- un département relation publique qui s'acquitte de l'information interne et du sponsoring.
- un département marketing incluant des sous-départements de marketing de recherche, marketing intelligence, géomarketing, communication développement de produit et développement du marché.

1-2-4-La direction finances

Cette direction d'essence stratégique se compose :

- d'un département comptabilité qui assure l'élaboration des états financiers (bilan, TCR, TFT, TVCP, et les notes annexes)¹.
- d'un département budget qui s'occupe de la budgétisation (budget prévisionnel,...) ;
- d'un département achat qui réalise les achats des autres départements ;
- d'un département logistique qui s'occupe des dépôts et magasins de l'entreprise ;
- d'un département trésorerie qui s'acquitte du recouvrement de tous les avoirs et dettes de l'entreprise. Ce département est abordé avec plus de détail en ce qui suit :

¹TAZDAÏT Ali, *Maîtrise du système comptable financier*, Algérie, éd. ACG, 1e éd., 2009, P 47.

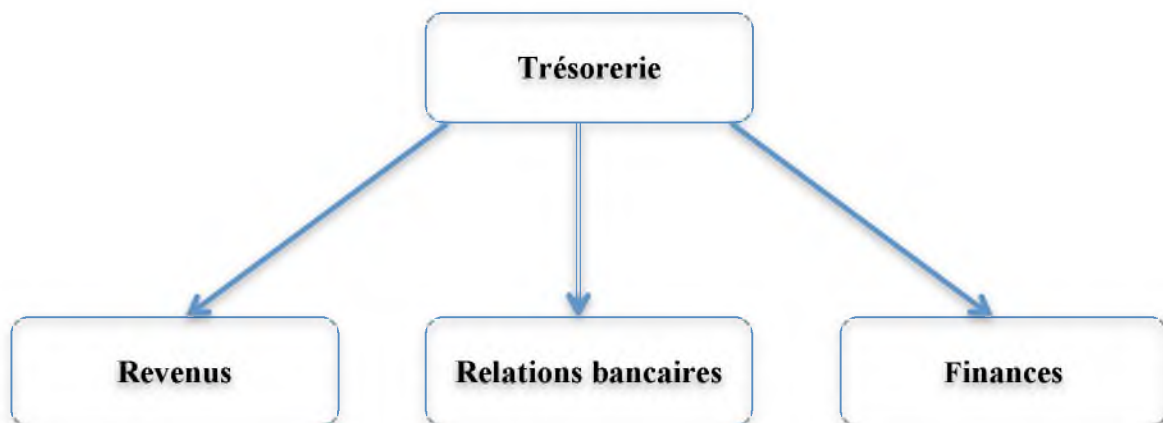
1-3-présentation de la division trésorerie

Le département trésorerie a pour mission le recouvrement de tous les avoirs et dettes à court terme figurant dans le bilan de l'entreprise.

1-3-1-Présentation fonctionnelle

La sous-direction de la trésorerie d'OTA est présentée dans le schéma suivant :

Schéma n°05 : présentation de la division trésorerie d'OTA



Source : direction de trésorerie d'OTA.

La direction de la trésorerie s'occupe de toutes les transactions bancaires, elle est partagée en 03 sections :

1-3-1-1-Section finances (corporate finance section)

Cette section a pour principales activités :

- La participation dans les négociations avec les banques pour l'obtention de crédits ;
- La gestion de crédit à court et moyen terme ;
- Le suivi du remboursement de la dette ;
- Les placements à court et moyen terme ;
- L'établissement des rapports financiers mensuels et trimestriels d'OTA.

Elle a pour mission de:

- De veiller au respect des engagements vis à vis des prêteurs ;
- D'assurer une communication permanente avec OTH.

1-3-1-2-Section des revenus (revenue operation section)

Cette section a pour mission de préserver le bon déroulement des opérations des Cds et d'assurer les meilleures conditions de recouvrement des créances en matière de délais et au moindre coût. Elle s'acquitte notamment :

- D'assurer toutes les opérations avec les Cds¹ (l'inventaire et la coordination...)
- D'assurer le versement bancaire de tous les fonds d'OTA collectés sur le territoire national au niveau des banques conformément aux procédures d'usage mises en place par les différents départements.
- De donner la situation de prélèvement des distributeurs par produit et par mois.
- D'assurer le suivi des stocks au niveau des Cds.
- De la participation à différents projets d'ouverture des Cds sur le territoire national.

1-3-1-3-Section des relations bancaires (bank relation section)

Cette section s'occupe de toutes les transactions bancaires, elle est partagée en trois services :

- Fournisseurs locaux (local supplier) : chargé du suivi des paiements des fournisseurs locaux, de la location des sites et de la caisse d'exploitation.
- Relation bancaires (bank relation) : chargé du suivi des paiements des fournisseurs étrangers et des négociations avec les banques.
- Contrôle des comptes de l'entreprise (corporate accounts control) : chargé du contrôle des opérations et des soldes des comptes bancaires de l'entreprise ainsi que la consolidation des tableaux des flux de trésorerie.

2-Présentation des données

La modélisation univariée du solde global de trésorerie repose sur des données bancaires quotidiennes en date de valeur pour trois années successives. Ces données bancaires sont issues des différents comptes bancaires d'OTA, lesquelles engendrent les informations sur les opérations influençant le solde global de trésorerie en flux sortant (décaissement) ou

¹ Cds est une abréviation de centre de service.

en flux entrant (encaissement). Les données sont en date de valeur car cette dernière sert d'assiette au calcul des intérêts créditeurs et débiteurs ce qui conduit à maximiser les produits financiers et à minimiser les frais financiers, tout solde pris selon une date autre que la date de valeur conduit à des prévisions non valides et donc une non optimalité dans la gestion de trésorerie. Les données ne portent que sur les jours ouvrés c.à.d. les journées off sont écartées de la modélisation du fait de l'absence de mouvement sur les comptes bancaires et donc la certitude du montant du solde global qui reprend le solde du dernier jour ouvré.

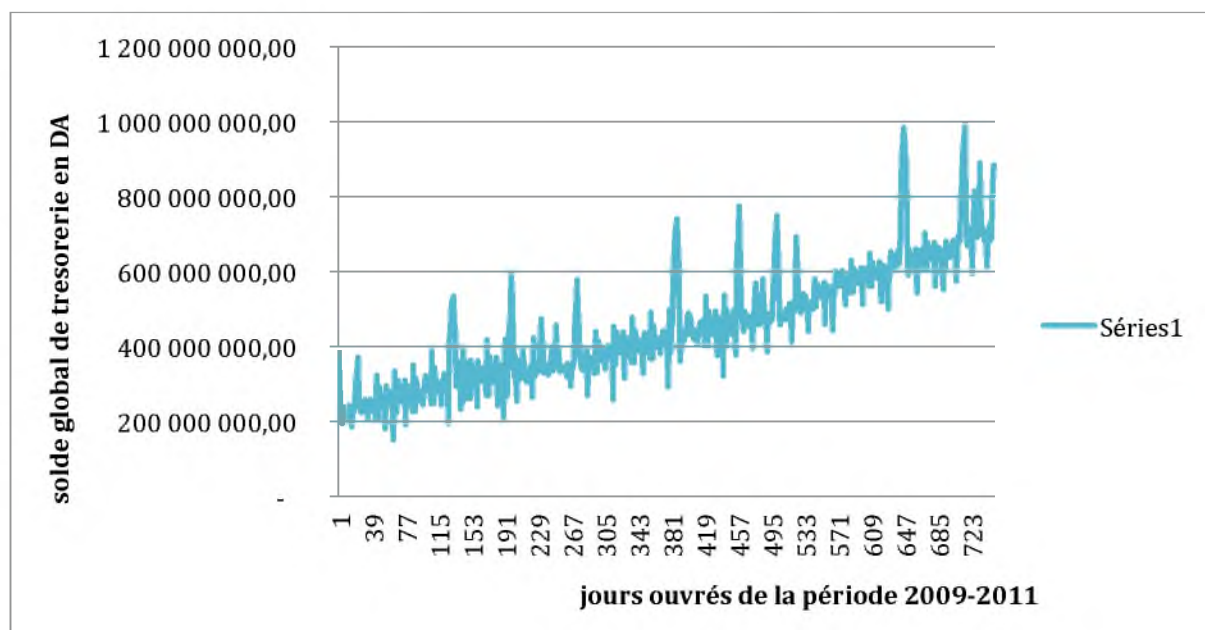
Conformément à la réglementation bancaire algérienne en vigueur, la date de valeur dont les règlements se font en temps réel est fixée comme suit :

- pour les virements : jour de présentation ;
- pour la carte bancaire : jour de présentation ;
- pour les chèques y compris les chèques de banque : le surlendemain du jour de présentation ;
- pour les effets (lettres de change et billets à ordre) : le lendemain du jour de présentation ;
- pour les prélèvements automatiques : le lendemain du jour de présentation.¹

Les données relatives au solde global de trésorerie par jour ouvré, en date de valeur, sont retenues sur la période du 01/01/2009 au 31/12/2011 et représentées par le graphe suivant :

¹ Règlement de la Banque d'Algérie n°05-06 du 15 décembre 2005 relatif à la compensation des chèques et autres instruments de paiement de masse, article n°31 portant sur les dates de règlement, P.4.

Graphe n°06 : évolution du solde global de trésorerie d'OTA en date de valeur du 01/01/2009 au 31/12/2011.

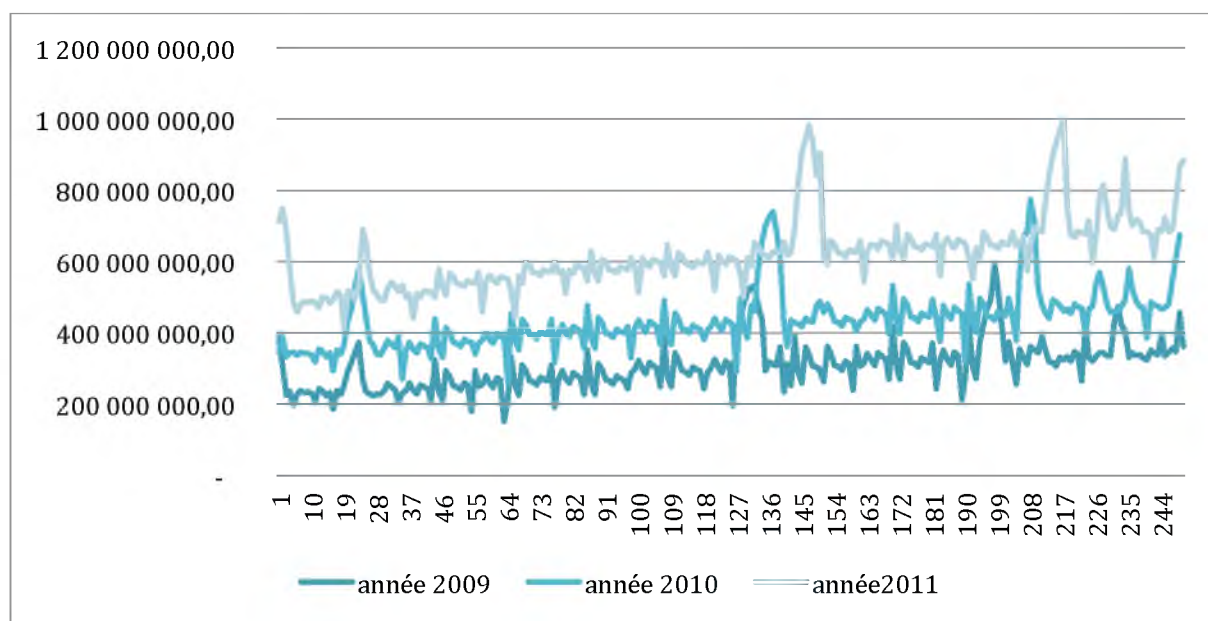


Source : résultat affiché par le logiciel STATA à partir des données d'OTA.

Le graphe ci-dessus représente la série chronologique du solde global de trésorerie d'OTA en date de valeur. La structure de la série affiche une tendance croissante, patente sur la période du 1er janvier 2009 au 31 décembre 2011. La structure de la série constitue des pics et des creux qui se répètent à l'identique chaque année. Les pics représentent les jours Ferrié tel que le jour de l'an, la fête du mouloud, la fête de l'aïd el-fitr et la fête de l'aïd el-adha ainsi que le premier moharrem et achoura. Les creux apparaissent mensuellement et trimestriellement représentant les taxes sur valeur ajoutée et les avances sur impôts.

Les structures ci-dessous représentent les séries chronologiques du solde global de trésorerie d'OTA pour les années 2009-2010-2011 du 1^{er} janvier au 31 décembre. Ces structures sont sensiblement identiques avec un petit décalage des pics qui correspond aux fêtes religieuses datées par l'année hidjire. De même que pour la structure globale, la tendance est identiquement croissante d'une année à l'autre. En d'autre terme, il n'y a pas, à l'intérieur d'une même année ou d'une année à l'autre, de changement de tendance.

Graphe n°07 : évolution du solde global de trésorerie d'OTA en date de valeur pour les sous-périodes annuelles (année 2009, 2010, 2011) en date de valeur



Source : résultat affiché par le logiciel STATA à partir des données d'OTA.

Les observations du solde global de trésorerie d'OTA pour l'ensemble des années 2009, 2010 et 2011 sont l'objet de la modélisation univariée qui représente les prévisions du solde global par un lissage des observations passées.

Section II : Modélisation univariée et multivariée de la position de la trésorerie

Lors de cette section, la modélisation univariée ainsi que la modélisation multivariée sont abordés pour parvenir à la conception des prévisions du solde global de trésorerie nécessaire pour la prise de décision.

1-La modélisation univariée du solde global de trésorerie

Par référence à l'approche de Box-Jenkins (1970), la modélisation de la série chronologique du solde global de trésorerie est assurée en cinq étapes : la stationnarité et l'analyse de la stationnarité, l'identification des nombres de termes autorégressifs et moyenne mobile ainsi que le nombre de différenciation s'il existe, l'estimation des coefficients des

modèles identifiés, la validation économétrique des modèles estimés et le choix du meilleur modèle et, enfin, prévoir le solde global par le modèle retenu.

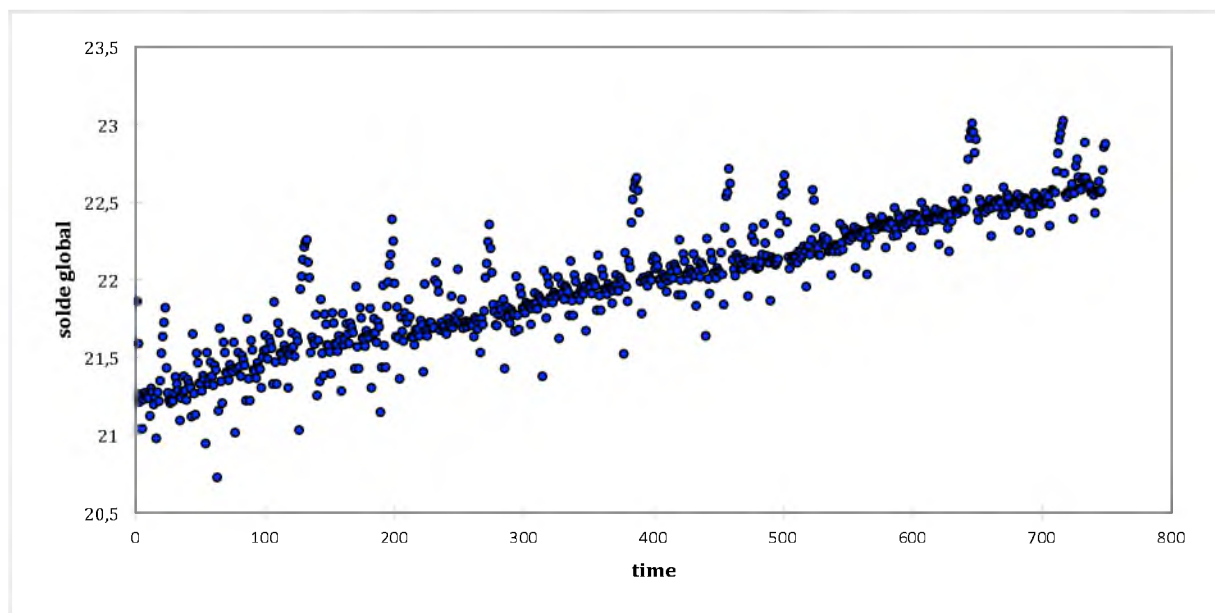
1-1-L'analyse de la stationnarité

L'approche de Box-Jenkins requiert une série stationnaire. L'étape de stationnarisation vise à détecter une éventuelle tendance et une volatilité dépendante du temps, puis à rendre la série stationnaire pour les prochaines étapes.

Graphiquement, le modèle apparaît non-stationnaire vu la tendance croissante et la volatilité des soldes. Tout d'abord, la stabilisation de la série chronologique est nécessaire. Pour cela, la transformation de Box-Cox (1964) est utilisée pour obtenir une variance constante¹.

L'analyse par la transformation de Box-Cox a permis d'avoir une série transformée soit X représentée par le graphe suivant :

Graphe n°08 : la présentation graphique en nuages de points de la série d'OTA transformée par Box-Cox



Source : résultat affiché par le logiciel STATA à partir des données d'OTA.

¹BOX.G.E.R, COX.D.R, « An analysis of transformation », *journal of the royal statistical society*, Series B26, 1964, p 223.

La transformation de Box-Cox affiche un lambda égal à 0,01 et une nouvelle série appelée X. cette série est soumise à un test d'élimination du trend, la détection et l'élimination de la tendance sont assurées par une régression linéaire. Le tableau suivant représente les paramètres du modèle trend estimé.

Tableau n° 04: paramètre du modèle de régression de la tendance d'OTA

Source	Value	Standard error	t	Pr > t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
Intercept	21,323	0,012	1718,373	< 0,0001	21,298	21,347
time	0,002	0,000	61,989	< 0,0001	0,002	0,002

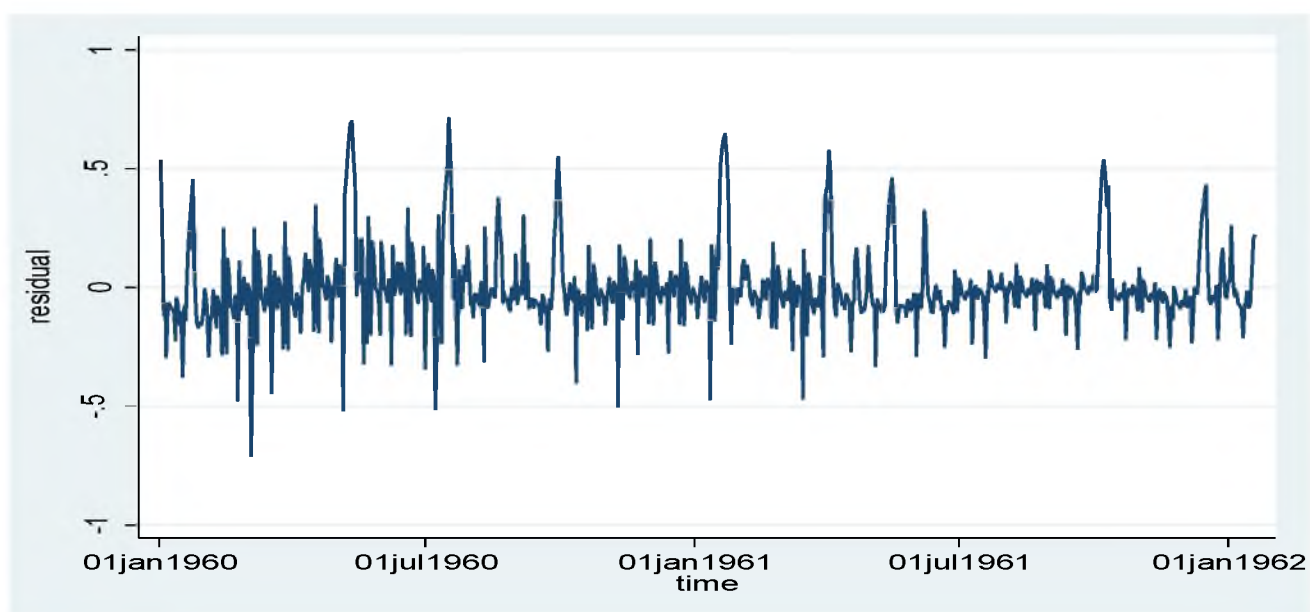
Source : résultat affiché par le logiciel STATA à partir des données d'OTA.

La régression de la tendance (TR) est donnée par la fonction suivante :

$$TR = 21,323 + 0,002 t$$

Après la stabilisation de la série brute et l'élimination de la tendance, une seconde série est obtenue soit la série des résidus $\hat{X} = X - TR$ représentées par le graphe suivant :

Graphe n°09 : représentation graphique de la série résiduelle \hat{X}



Source : résultat affiché par le logiciel STATA à partir des données d'OTA.

Suite aux transformations apportées à la série brute du solde global de trésorerie, il est recommandé de vérifier le caractère stationnaire de la série transformée par le test de racine unitaire Dickey-Fuller. Le tableau suivant présente les résultats issus du test de Dickey-Fuller.

Tableau n°05 : tableau représentatif des résultats du test de racine unitaire Dickey-Fuller

	Test Statistic	1% Critical Value	Interpolated Dickey-Fuller 5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-16.152	-3.430	-2.860	-2.570

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

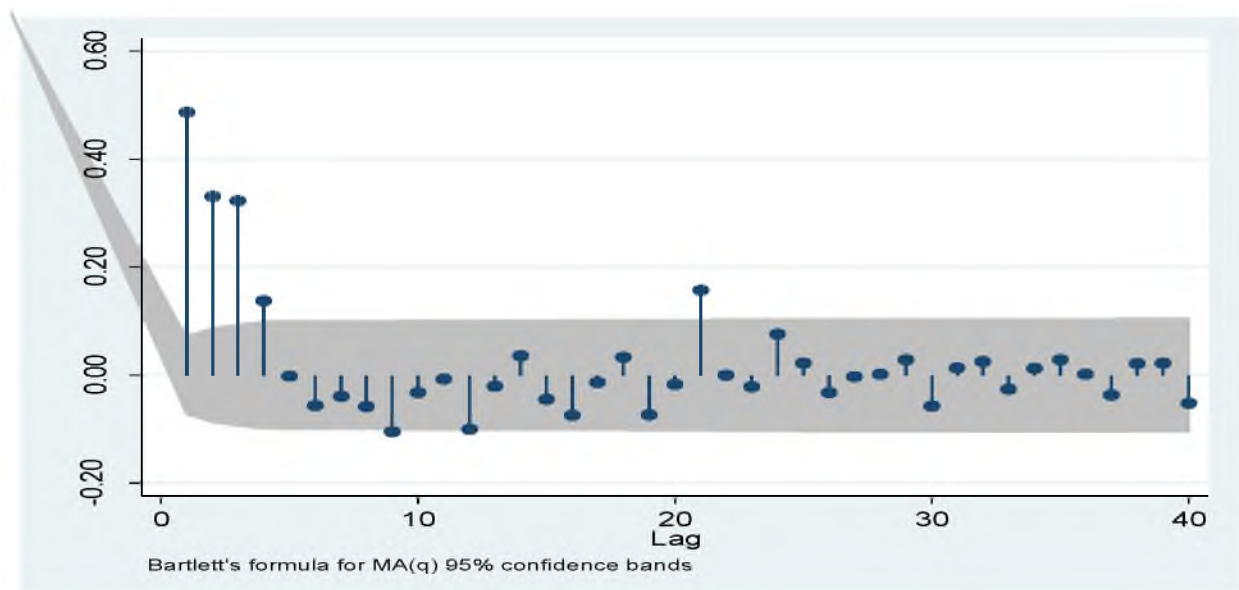
Source : résultat affiché par le logiciel STATA.

A partir des résultats du test Dickey-Fuller, le p-value est largement inférieur au seuil du risque $(1 - \alpha)$. Cela signifie l'absence de la racine unitaire, la série transformée est, donc, de caractère stationnaire. Les étapes suivantes de la modélisation sont réalisées avec cette série stationnarisée.

1-2- L'identification

L'identification consiste à déterminer plusieurs structures de modèles, c.-à-d. les valeurs des paramètres des processus autorégressif AR (p) et moyenne mobile MA (q). Cette étape est réalisée à l'aide des fonctions d'autocorrélation simple et fonctions d'autocorrélation partielle.

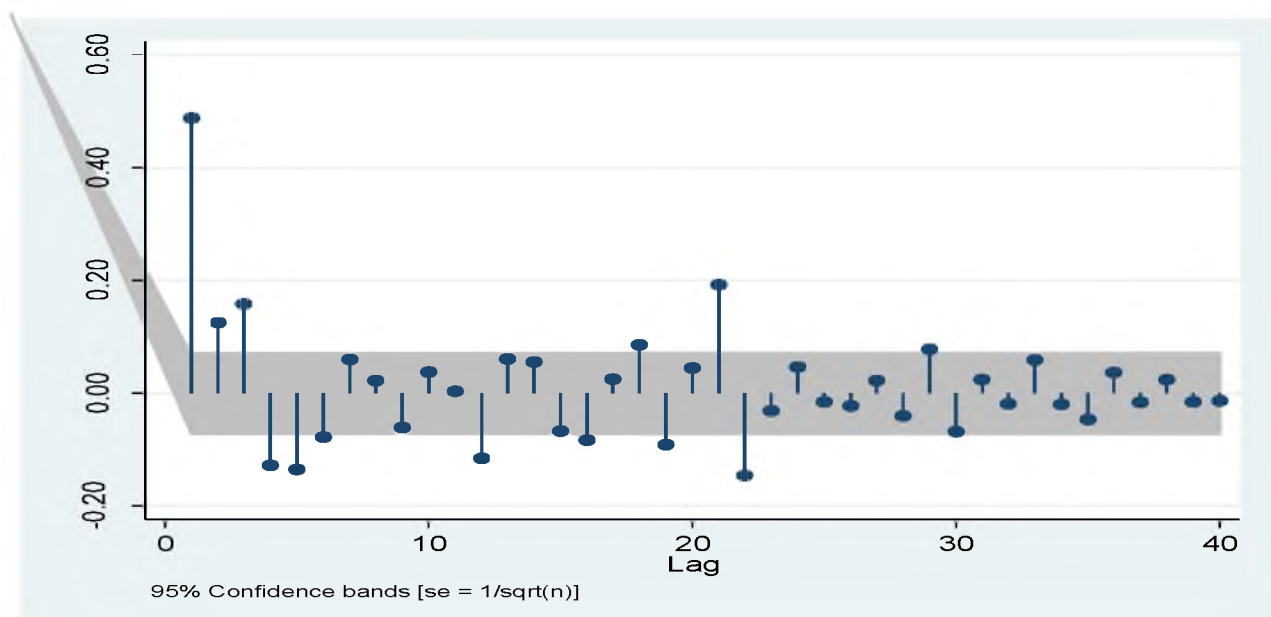
Graphe n°10 : fonction d'autocorrélation simple



Source : résultat affiché par le logiciel STATA.

Le corrélogramme de la fonction d'autocorrélation simple présente des pics des coefficients d'autocorrélation significatifs au-dessous de quatre, le nombre de terme de la partie moyenne mobile est donc estimé à quatre ($q=4$).

Graphe n°11 : fonction d'autocorrélation partielle



Source : résultat affiché par le logiciel STATA.

Le corrélogramme de la fonction d'autocorrélation partielle présente des coefficients non significatifs à partir d'un retard supérieur à trois et, donc, le terme de la partie autorégressif est égale à trois ($p=3$).

L'analyse des corrélogrammes conduit à retenir plusieurs structures de modèles pertinents. Ces modèles constituent toutes les combinaisons possibles entre les différents termes autorégressifs et moyennes mobiles.

Tableau n°06 : les structures des modèles identifiés

p	d	q	p	d	q
1	0	1	2	0	3
1	0	2	2	0	4
1	0	3	3	0	1
1	0	4	3	0	2
2	0	1	3	0	3
2	0	2	3	0	4

Source : tableau élaboré par l'étudiante

1-3- Estimation des modèles retenus

L'estimation de chacun des modèles identifiés est permise par la méthode du maximum de vraisemblance, une méthode standard disponible dans le logiciel STATA. A l'étape de l'estimation, la valeur et la significativité de chaque coefficient du modèle permettent de proposer le maintien ou la suppression de la variable correspondante dans le modèle dont le choix est guidé par le test de student pour la significativité du coefficient.

Tableau n°07 : estimation des coefficients des modèles retenus

	const	y_{t-1}	y_{t-2}	y_{t-3}	ε_{t-1}	ε_{t-2}	ε_{t-3}	ε_{t-4}
ARIMA (1, 0,1)	0	0,719	-	-	-0,310	-	-	-
ARIMA (1, 0,2)	0,002	0,710	-	-	-0,298	0,009	-	-
ARIMA (1, 0,3)	0,002	0,455	-	-	-0,056	0,094	0,294	-

ARIMA (1, 0,4)	0,002	0,224	-	-	0,184	0,179	0,347	0,129
ARIMA (2, 0,1)	0,002	0,703	0,007	-	-0,288	-	-	-
ARIMA (2, 0,2)	0,002	0,003	0,533	-	0,446	-0,289	-	-
ARIMA (2, 0,3)	0,002	0,670	-0,233	-	-0,262	0,229	0,315	-
ARIMA (2, 0,4)	0,002	0,546	-0,181	-	-0,138	0,226	0,327	0,042
ARIMA (3, 0,1)	0,002	0,089	0,192	0,212	0,331	-	-	-
ARIMA (3, 0,2)	0,002	0,421	-0,450	0,427	-0,009	0,536	-	-
ARIMA (3, 0,3)	0,002	0,680	-0,264	0,025	-0,271	0,255	0,3	-
ARIMA (3, 0,4)	0,002	0,239	0,034	-0,08	0,170	0,138	0,402	0,138

Sources: tableau élaboré par l'étudiante à partir des résultats affichés par STATA.

Les modèles significatifs au seuil de 95% selon le critère des valeurs et de la significativité des coefficients sont mis en concurrence dans l'étape de validation et choix du meilleur modèle.

1-4-Validation et choix du modèle

La validité des modèles est en relation directe avec les résidus d'estimation qui ne doivent plus contenir d'information structurée. Un modèle est dit valide économétriquement si les résidus qu'il génère sont stationnaires (les résidus des modèles ne détectent pas une racine unitaire et ne sont pas affectés par une tendance marquée), indépendants (absence d'autocorrélation des résidus), de moyenne nulle et distribués selon la loi normale.

Les tests et les critères de validation calculés permettent de confirmer la validité économétrique des modèles retenus.

1-5- Choix du modèle

Les modèles valides économétriquement présentent des différences mesurables en matière de qualité d'ajustement et de qualité de prévision. Le contenu informationnel des modèles constitue un des principaux axes de comparaison, plusieurs mesures spécifiques à la modélisation ARIMA sont habituellement retenues : le critère d'information Akaike, le critère de Schwartz. La qualité de prévision est appréhendée par les écarts entre les valeurs proposées

par le modèle et les réalisations correspondantes pour l'ensemble de la période de test. Les principales mesures sont l'erreur absolue moyenne (MAE) et l'erreur de prévision finale (FPE).

Tableau n°08 : Les critères de comparaison de la qualité des modèles retenus

	MAPE	FPE	SBC	AIC
ARIMA (1, 0,1)	936,041	0,021	-750,895	-737,039
ARIMA (1, 0,2)	930,838	0,021	-748,927	-730,452
ARIMA (1, 0,3)	703,701	0,020	-789,894	-765,000
ARIMA (1, 0,4)	708,036	0,020	-788,428	-761,715
ARIMA (2, 0,1)	706,636	0,021	-748,851	-730,430
ARIMA (2, 0,2)	781,596	0,021	-754,339	-731,246
ARIMA (2, 0,3)	907,708	0,020	-789,054	-762,142
ARIMA (2, 0,4)	914,062	0,020	-787,916	-755,585
ARIMA (3, 0,1)	865,642	0,021	-766,195	-743,101
ARIMA (3, 0,2)	907,105	0,020	-779,959	-752,246
ARIMA (3, 0,3)	912,342	0,020	-787,904	-755,573
ARIMA (3, 0,4)	912,746	0,020	-785,902	-748,952

Source : tableau élaboré par l'étudiante à partir des résultats affichés par STATA.

Ces critères de comparaison sont calculés pour chacun des modèles lors de la procédure standard de comparaison et de choix, mais ces critères sont de natures différentes et ne convergent pas nécessairement vers le même jugement, ce qui incite à donner la primauté à l'un des axes de comparaison.

L'ensemble des critères appliqués aux modèles valides en concurrence est celui qui minimise, respectivement, le critère AIC et le critère MAPE. Cette étape permet de retenir le modèle ARIMA (1, 0, 3) élucidé par le tableau suivant :

Tableau n°09 : paramètres du modèle univarié du solde global de trésorerie proposé à OTA.

Paramètres du modèle

Parameter	Value	Hessian standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
Constant	0,002	0,013	-0,023	0,027

Parameter	Value	Hessian standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
AR (1)	0,455	0,072	0,314	0,597
MA (1)	-0,056	0,070	-0,193	0,081
MA (2)	0,094	0,040	0,016	0,172
MA (3)	0,294	0,040	0,215	0,373

Source : résultat affiché par le logiciel STATA.

L'équation du modèle ARIMA (1, 0, 3) est donnée par la relation suivante :

$$Y_t = 0,002 + 0,455y_{t-1} - 0,056 \varepsilon_{t-1} + 0,094 \varepsilon_{t-2} + 0,294 \varepsilon_{t-3}$$

Avec Y_t la valeur des résidus de la série du solde global de trésorerie d'OTA en temps t.

La méthode de Box-Jenkins permet d'obtenir des prévisions à partir de l'extrapolation des valeurs passées. La relation proposée correspond à l'équation de la prévision du solde global de trésorerie dont les déterminants sont la valeur passée du solde global de trésorerie en temps t-1 et les erreurs passées d'un retard égal à 3 c.à.d. en temps t-1, t-2, t-3. Une augmentation du solde global de trésorerie avec retard égal à 1 de 1 % fait augmenter de 0,455% le solde global de trésorerie en temps t. De même, une augmentation en deuxième et troisième erreurs de 1 % fait augmenter le solde global de 0,094% et 0,294% respectivement, alors qu'une augmentation de l'erreur d'un retard égal à 1 de 1 % fait baisser le solde global de 0,056%. La constante 0,002 renvoie à l'impact des autres variables non prises en considération.

1-6-la prévision

Le modèle ARIMA (1, 0,3) a subi des changements au cours de la modélisation, ce qui fait qu'au niveau de la conception des prévisions, il est nécessaire de prendre en considération les transformations apportées sur la série brute. La transformation par la formule de Box-Cox

et l'élimination de la tendance par la régression linéaire représentent ces changements dont il faut reverser la formule pour arriver aux prévisions du solde global de trésorerie. La formule de Box-Cox et la régression de la tendance sont données respectivement par les relations suivantes :

-La fonction de la tendance (TR) :

$$TR = 21,323 + 0,002 t.$$

-la formule de Box-Cox¹ ($y_i^{(\lambda)}$):

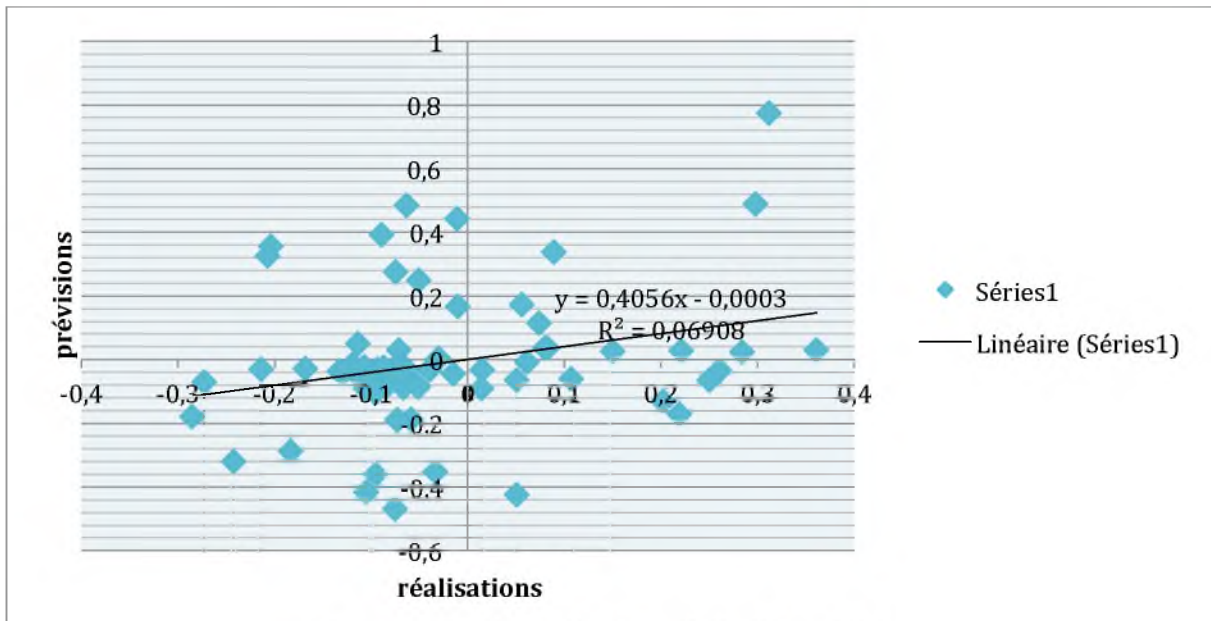
$$y_i^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{y_i^\lambda - 1}{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ \log(y_i) & \lambda = 0 \end{cases}$$

Les prévisions sont efficaces à partir du moment que la variance de l'erreur est minimisée. La qualité d'une prévision est directement liée à l'écart entre le montant prévu et la réalisation correspondante, cet écart est aussi appelé erreur de prévision. Plus la prévision est proche de la réalisation, plus la qualité est élevée. L'efficacité du modèle retenu est appréhendée par le test graphique de la première pente, ce test porte sur les réalisations du solde global de trésorerie d'OTA en date de valeur du premier trimestre de l'année 2012 correspondantes au mois de janvier, février, mars et comportant 72 observations.

Le graphe suivant représente les prévisions par rapport aux réalisations correspondantes qui forment à l'optimalité la première pente.

¹ BOX.G.E.R, COX.D.R, op.cit, 1964, p 225.

Graphes n°12: Test de l'efficacité du modèle univariée proposé a OTA

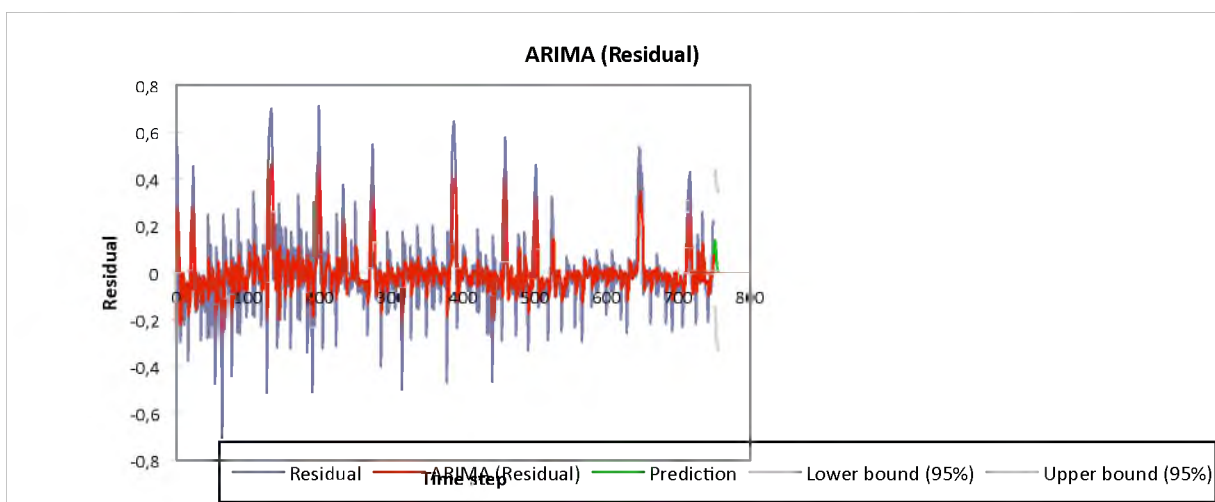


Source : résultat affiché par le logiciel EXEL.

Le graphe ci-dessous fait ressortir la relation entre les prévisions du solde global de trésorerie et les réalisations correspondantes en nuages de points représentée par la droite $y = 0,4056x - 0,0003$ et dont la pente est égale à 0,4056. Cette droite est assez proche de celle de la première pente ce qui rend les prévisions proches des réalisations. D'autres critères sont à prendre en considération pour tester la qualité du modèle à savoir : la moyenne et l'écart-type de l'erreur qui permettent de tester la volatilité de la série modélisée.

Le graphe suivant représente la concordance des résidus de la série globale de trésorerie et les résidus du modèle ARIMA (1, 0, 3).

Graphes n°13 : résidus de la série du solde global et résidus du modèle ARIMA



Source : résultat affiché par le logiciel STATA.

Les deux graphes des résidus de la série du solde global de trésorerie et les résidus du modèle ARIMA retenu apparaissent superposés et fluctuent de façon similaire. En revanche, les évolutions du solde global de trésorerie ne semblent être représentées totalement par les observations modélisées au niveau des pics aussi bien vers le haut que vers le bas. La moyenne et l'écart-type sont retenus comme indicateurs de la qualité du modèle et donc des prévisions. La moyenne et l'écart-type sont calculés pour la série des résidus du solde global de trésorerie avec et sans la période du test ainsi que pour la série modélisée représenté par le tableau suivant :

Tableau n° 10: moyenne et écart-type de l'erreur du modèle ARIMA (1, 0, 3)

		Série n°1*	Série n°2**
erreurs modélisé	Moyenne	0,078199493	0,001681151
	Ecart-type	0,09425558	0,092169621

*la série du solde global de trésorerie modélisée par le modèle ARIMA (1, 0, 3) durant la période du 1/1/2009 au 31/12/2011 contenant 749 observations.

**la série du solde global de trésorerie modélisée par le modèle ARIMA (1, 0, 3) durant la période du 1/1/2009 au 31/03/2012 contenant 821 observations dont 72 sont les observations de la période de test.

Source : tableau élaboré par l'étudiante

L'erreur moyenne a diminué suite à l'extension de l'horizon de prévision, alors que l'écart-type demeure stable pour les deux horizons. Cela veut dire que la prévision du modèle demeure aussi fiable que l'horizon augmente ce qui constitue un élément important de la robustesse du modèle au temps. En revanche, les critères de qualité semblent de faible poids dans le sens où la dispersion de l'erreur du modèle est importante (voir graphe n°12).

Les résultats de la modélisation univariée incitent à améliorer la qualité et l'efficacité du modèle et donc des prévisions tout en prenant en considération l'impact des informations non retenues dans le modèle univariée et qui influencent directement et grandement le solde global de trésorerie.

2-La modélisation multivariée du solde global de trésorerie

La modélisation univariée est la simple traduction de l'évolution du solde global de trésorerie dans le temps. Cette variable est une résultante de plusieurs flux financiers quotidiens aussi bien en encaissement qu'en décaissement. De ce fait, toute information financière externe peut influencer le solde global de trésorerie quotidien. La modélisation multivariée permet l'introduction des variables exogènes dans le modèle, ces variables sont porteuses d'informations essentielles et qui ont des effets sur la série du solde global. Cette modélisation suit le même cheminement de l'approche Box-Jenkins avec introduction des variables exogènes par la fonction de transfert.¹

Dans le cadre de son activité, à l'instar de toute entreprise, OTA encourt des charges et encaisse des recettes. Les ventes notamment sous forme du service flexy représentent la source principale des ressources de trésorerie de ladite entreprise. En revanche, ces charges proviennent essentiellement de la maintenance des réseaux et c'est la raison pour laquelle les prévisions des ventes et la maintenance sont choisies comme variables exogènes pouvant apporter davantage d'informations pour expliquer le modèle.

Les étapes de la stationnarisation, identification, estimation et validation du modèle se font de la même façon que la modélisation univariée. Au niveau de l'étape de la stationnarisation, une transformation Box-Cox est essentielle afin de stabiliser la variance. En ce moment, le lambda affiché par la transformation de Box-Cox est égal à 0,01 et de même pour les variables exogènes, ceci revêt encore la corrélation de la variable du solde global de trésorerie avec les variables exogènes introduites au modèle. Par la suite, une analyse du traitement et l'élimination de la tendance par régression sont mises en place. Le test de la stationnarité Dickey-Fuller renvoie à une série stationnaire. L'estimation des paramètres du modèle multivarié est représentée par le tableau suivant :

¹ CLAVERIE Pierre, SZPIRO Daniel et TOPOL Richard, *op.cit*, 1990, p 146.

Tableau n° 11: paramètres du modèle multivarié du solde global de trésorerie proposé à OTA.

Parameter	Value	Hessian standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
Constant	-0,03	0,000	-0,03	-0,03
prévision ventes	0,87	0,000	0,87	0,87
maintenances	-0,431	0,000	-0,431	-0,431

Parameter	Value	Hessian standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
AR (1)	0,403	0,087	0,233	0,574
MA (1)	0,019	0,085	-0,147	0,185
MA (2)	0,094	0,045	0,006	0,182
MA (3)	0,237	0,042	0,155	0,320

Source: résultat affiché par le logiciel STATA.

La relation suivante représente le modèle multivarié (M2) du solde global de trésorerie :

$$Y_t = 0,403 y_{t-1} + 0,019 \varepsilon_{t-1} + 0,094 \varepsilon_{t-2} + 0,237 \varepsilon_{t-3} + 0,87 v_t - 0,43m_t - 0,03$$

Avec Y_t la valeur des résidus de la série du solde global de trésorerie d'OTA en temps t.

La validité du modèle retenu est liée à l'analyse de ses erreurs qui doivent être stationnaires et distribuées selon la loi normale c.à.d. elles suivent un bruit blanc, cette analyse est appréhendée par le test de portemanteau sur les erreurs. Le résultat obtenu de ce test affirme que les erreurs du modèle suivent un bruit blanc et ne contiennent plus d'information modélisable. Les variables exogènes sont soumises au test de student pour tester la significativité des paramètres qui sont jugés par la suite significatifs au seuil de 95%. L'analyse et les tests apportés au modèle établissent sa validation économétrique qui est pris ensuite pour la conception des prévisions du solde global de trésorerie à très court terme.

La relation proposée correspond à l'équation de la prévision du solde global de trésorerie expliqué par la valeur passée du solde global de trésorerie en temps t-1, les erreurs en temps t-1, t-2, t-3 et les variables exogènes représentées par les prévisions des ventes (v) et le montant versé au profit des maintenances(m). Une augmentation du solde global de trésorerie avec retard égal à 1 de 1 % fait augmenter de 0,403 % le solde global de trésorerie en temps t. De même, une augmentation en erreurs de 1 % fait augmenter le solde global de 0,019% ; 0,094% et 0,237% pour un retard égal à 1,2 et 3 respectivement. Les variables

prévisions des ventes et le montant des maintenances expliquent la variation du solde global de trésorerie de 58% et 36% respectivement. L'augmentation de 1% des prévisions ventes (v) fait augmenter le solde global de trésorerie par 0,87%. En revanche, L'augmentation de 1% des décaissements pour la maintenance(m)fait diminuer le solde global de trésorerie par 0,431%. La constante dans le modèle multivarié est négative (-0,03) et renvoie à l'impact des variables contenant des informations modélisables non prises en considération dans la conception du modèle.

Comme la modélisation univariée, l'étape de la prévision consiste à renverser toutes les transformations apportées à la série brute du solde global de trésorerie tel que la transformation de Box-Cox et la régression de l'élimination de la tendance en tenant compte de la présence des variables exogènes introduites dans le modèle.

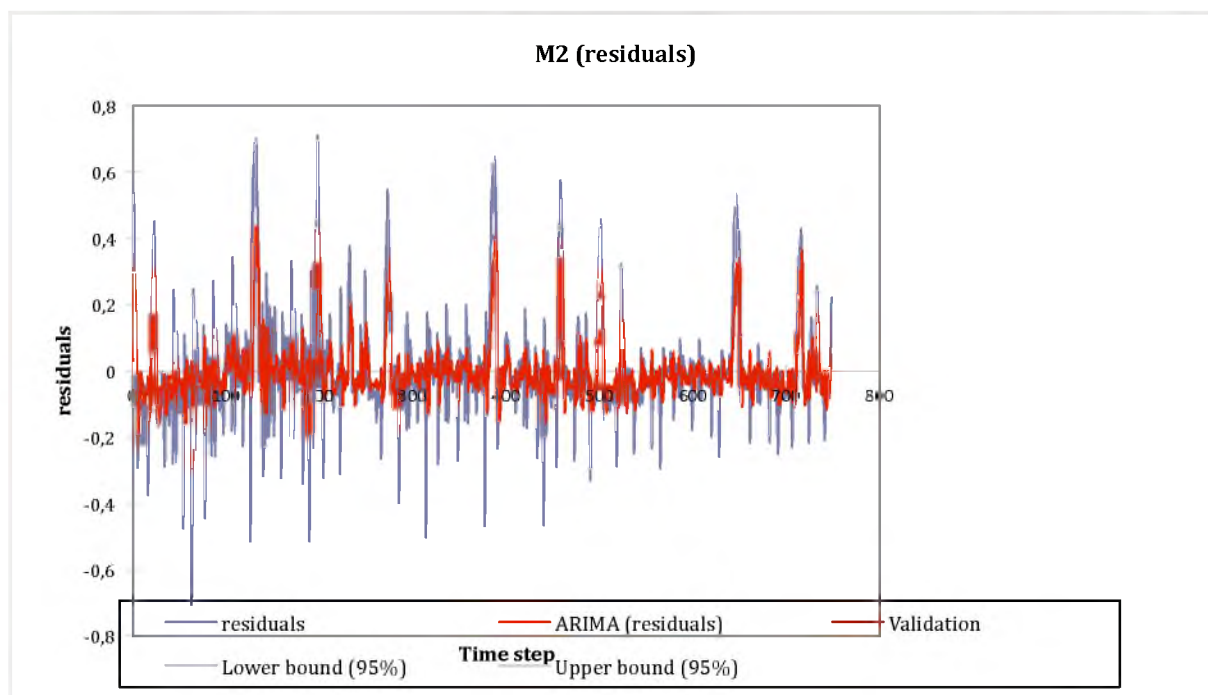
Le test de la qualité du modèle est appréhendé par le calcul de la moyenne et l'écart-type de l'erreur afin de tester la volatilité de la série modélisée. La qualité du modèle M2 est confrontée au résultat des critères de qualité obtenus lors de la modélisation univariée tant pour comparer que pour retenir le modèle qui donne la meilleure qualité de prévision dans le sens où la moyenne et l'écart-type sont minimisés et donc l'erreur est minimisée. Le tableau suivant représente la moyenne et l'écart-type de chaque modèle pour deux horizons différents, suivi par un graphe représentant la concordance des résidus de la série du solde global de trésorerie et les résidus du modèle multivarié M2.

Tableau n° 12: moyenne et écart-type de l'erreur du modèle univarié et multivarié

Modèle	critère	Série n°1	Série n°2
Modèle univarié	Moyenne	0,078199493	0,001681151
	Ecart-type	0,09425558	0,092169621
Modèle multivarié	Moyenne	0,05432844	0,000742158
	Ecart-type	0,00426548	0,00154278

Source : élaboré par l'étudiante

Graphe n°14 : résidus de la série du solde global et résidus du modèle M2

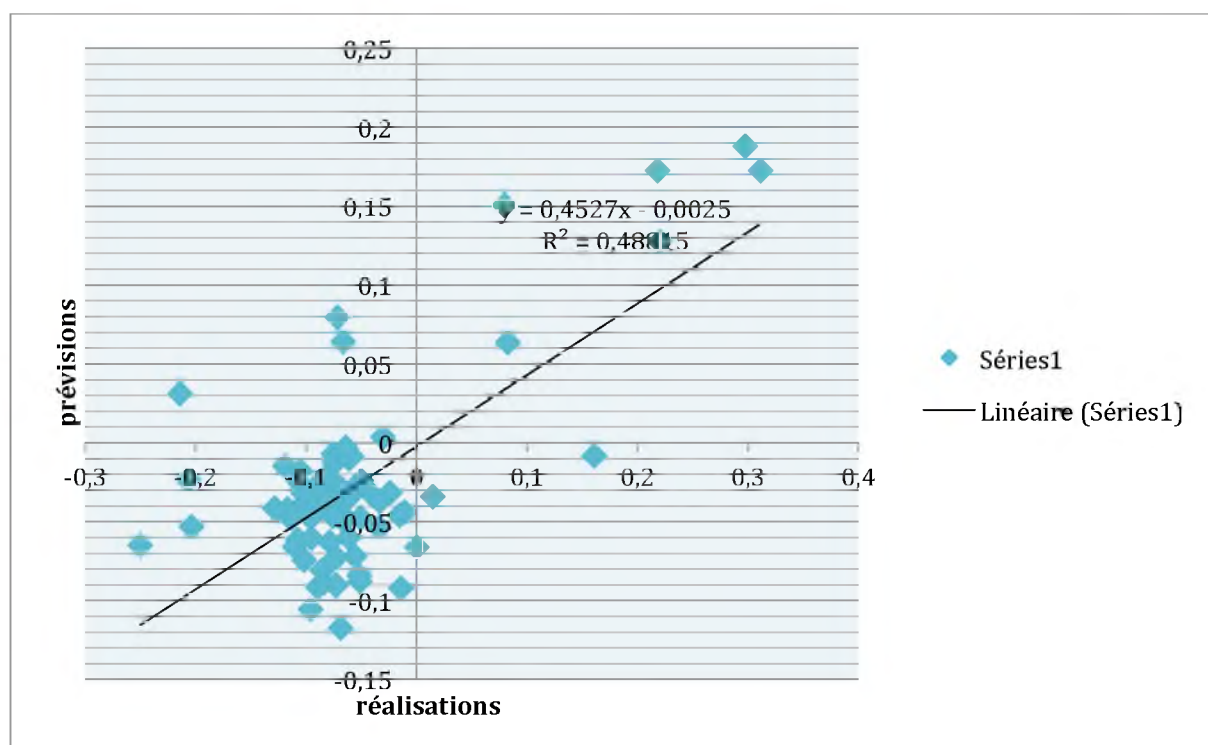


Source : résultat affiché par le logiciel STATA.

Les résultats obtenus par la modélisation multivariée affichent une décreue en écart de prévision du solde global de trésorerie par rapport à la modélisation univariée. Tout compte fait, la moyenne absolue des erreurs est sensiblement plus faible en modèle multivarié qu'en modèle univarié et de plus pour un horizon étendu. De même, la dispersion des erreurs mesurée par l'écart-type des erreurs paraît moins faible en modèle multivarié qu'en modèle univarié et ce d'autant plus que l'horizon s'éloigne. Le graphe ci-dessous met en évidence les résultats obtenus des critères de qualité des prévisions et présente une superposition des résidus du solde global de trésorerie et celle du modèle multivarié. La réduction en moyenne des erreurs et en écart-type ainsi que la bonne superposition des deux séries des résidus sont signe d'amélioration de la qualité des prévisions suite à l'introduction des variables exogènes.

Le recours à la modélisation multivariée implique une réduction importante en moyenne et dispersion des erreurs de prévision, cette amélioration en qualité est mesurée par la suite en termes d'efficacité. L'analyse de l'efficacité du modèle multivarié est appréhendée par le test graphique de la première pente. Le graphe suivant représente les prévisions par rapport aux réalisations correspondantes qui forment à l'optimalité la première pente.

Graphes n°15 : Test de l'efficacité du modèle multivarié M2 proposé a OTA



Source : résultat affiché par le logiciel EXCEL

Le graphique ci-dessous fait ressortir la relation entre les prévisions du solde global de trésorerie et les réalisations correspondantes. Cette relation présentée en nuages de points est représentée par la droite $y = 0,4527x - 0,0025$ dont la pente est égale à 0,4527. Le modèle est dit efficace dans la mesure où les prévisions sont le plus proche possible des réalisations. De ce fait, le couple réalisation/prévision se situe dans la droite de la première pente au moment où l'écart est nul. La pente de la droite $y = 0,4527x - 0,0025$ est égale à 0,45 ce qui permet de dire que l'efficacité des prévisions n'a pas seulement évolué par rapport à celle de la modélisation univariée par une pente égale à 0,403 mais elle est aussi très proche de l'optimalité c.à.d. la différence entre prévision et réalisation correspondante est réduite. Ceci signifie la réduction de l'erreur de prévision et donc la réduction du risque en termes de prise de décision.

Section III : constatations et recommandations

Les paragraphes suivants passent en revue les constatations de l'étude portant sur la trésorerie d'OTA et les recommandation y afférentes.

1-constatations

Le modèle M2 permet d'établir des prévisions du solde global de trésorerie à très court terme d'OTA. L'impact de ce modèle sur le coût de l'erreur total est mesuré sur la base des prévisions élaborées par le département budget de l'entreprise en sujet pour la période du 01/01/2012 au 31/01/2012 comme élargi par les deux tableaux suivants :

Tableau n° 13: coût d'erreur de prévision d'OTA

réalisation	prévision	Erreur de prévision*	Coûts total**
952546787,92	592960375,48	359586412,44	107875,92
943079220,39	587066814,69	356012405,70	106803,72
885609058,43	551291638,87	334317419,56	100295,23
792058401,84	493056355,15	299002046,70	89700,61
701260752,74	436534818,58	264725934,16	79417,78
675587067,94	420552949,79	255034118,15	76510,24
695384082,78	432876591,53	262507491,25	78752,25
703348030,60	437834149,05	265513881,55	79654,16
701314232,94	436568110,01	264746122,94	79423,84
704332399,57	438446918,73	265885480,84	79765,64
699882885,96	435677096,51	264205789,45	79261,74
688776361,30	428763284,91	260013076,39	78003,92
715031698,99	445107232,62	269924466,37	80977,34
713051672,36	443874666,04	269177006,32	80753,10
744820410,88	463650705,77	281169705,11	84350,91
861002257,65	535973905,38	325028352,26	97508,51
808987288,53	503594587,11	305392701,42	91617,81
717626394,66	446722430,68	270903963,98	81271,19
637090692,52	396588956,09	240501736,42	72150,52
728619555,54	453565673,33	275053882,22	82516,16
729438958,83	454075751,87	275363206,96	82608,96
708227651,43	440871713,02	267355938,42	80206,78
699256018,62	435286871,59	263969147,03	79190,74
			1948617,09

Source : prévisions du département budget d'OTA

Tableau n°14 : coût d'erreur de prévision avec le modèle multivarié

réalisation	prévision	Erreur de prévision*	coûts total**
952546787,92	830425059,47	122121728,45	36636,52
943079220,39	891215284,69	51863935,71	15559,18
885609058,43	821776586,88	63832471,55	19149,74
792058401,84	709772629,16	82285772,69	24685,73
701260752,74	566221035,74	135039717,00	40511,92
675587067,94	482288531,11	193298536,82	57989,56
695384082,78	551233253,26	144150829,51	43245,25
703348030,60	554689521,19	148658509,40	44597,55
701314232,94	572105308,02	129208924,92	38762,68
704332399,57	594920570,01	109411829,56	32823,55
699882885,96	594476636,60	105406249,36	31621,87
688776361,30	574386309,18	114390052,12	34317,02
715031698,99	583259112,25	131772586,74	39531,78
713051672,36	590068925,49	122982746,87	36894,82
744820410,88	618379364,01	126441046,87	37932,31
861002257,65	747117385,86	113884871,79	34165,46
808987288,53	760224924,99	48762363,54	14628,71
717626394,66	674529180,71	43097213,95	12929,16
637090692,52	577984606,79	59106085,73	17731,83
728619555,54	574359134,01	154260421,54	46278,13
729438958,83	577671870,47	151767088,36	45530,13
708227651,43	555727530,79	152500120,64	45750,04
699256018,62	595453626,72	103802391,90	31140,72
			782413,65

Source : élaboré par l'étudiante conformément aux prévisions du modèle multivarié M2.

* l'erreur de prévision est calculée par l'écart entre réalisation et prévision du solde global de trésorerie. L'écart de prévision est calculé par les prévisions élaborées par OTA dans le premier tableau et les prévisions réalisées par le modèle multivarié M2 dans le deuxième tableau.

** le coût de l'erreur des prévisions est calculé à partir de la fonction de coût de l'erreur E_T

$$E_T = \frac{L_d(r_a - r_e)}{n \cdot 100} + \frac{L_c \cdot (r - r_s)}{n \cdot 100} + \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (L_c^b - L_c) \cdot (r - r_s)}{n \cdot 100} + \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (L_d^b - L_d) \cdot (r_a - r_e)}{n \cdot 100}$$

La fonction de coût de l'erreur est l'addition des coûts dus à la sous-optimalité incluant le coût de sous-mobilisation, sur-mobilisation et le coût de contre-phasage. Le coût de contre-phasage est réduit dans le sens où tous les comptes de l'entreprise sont suivis et contrôlés au jour le jour et des actions de compensations sont réalisées en date de valeur et en même jour. De plus, les soldes de l'entreprise auprès de ses banques sont pour la plupart du temps d'un caractère créditeur ce qui fait que l'erreur de sous-mobilisation est nulle. De ce fait, la fonction de coût de l'erreur de prévision est réduite en un seul coût de sur-mobilisation dû à la position créditrice du solde global de trésorerie. La fonction de coût de l'erreur devient ainsi :

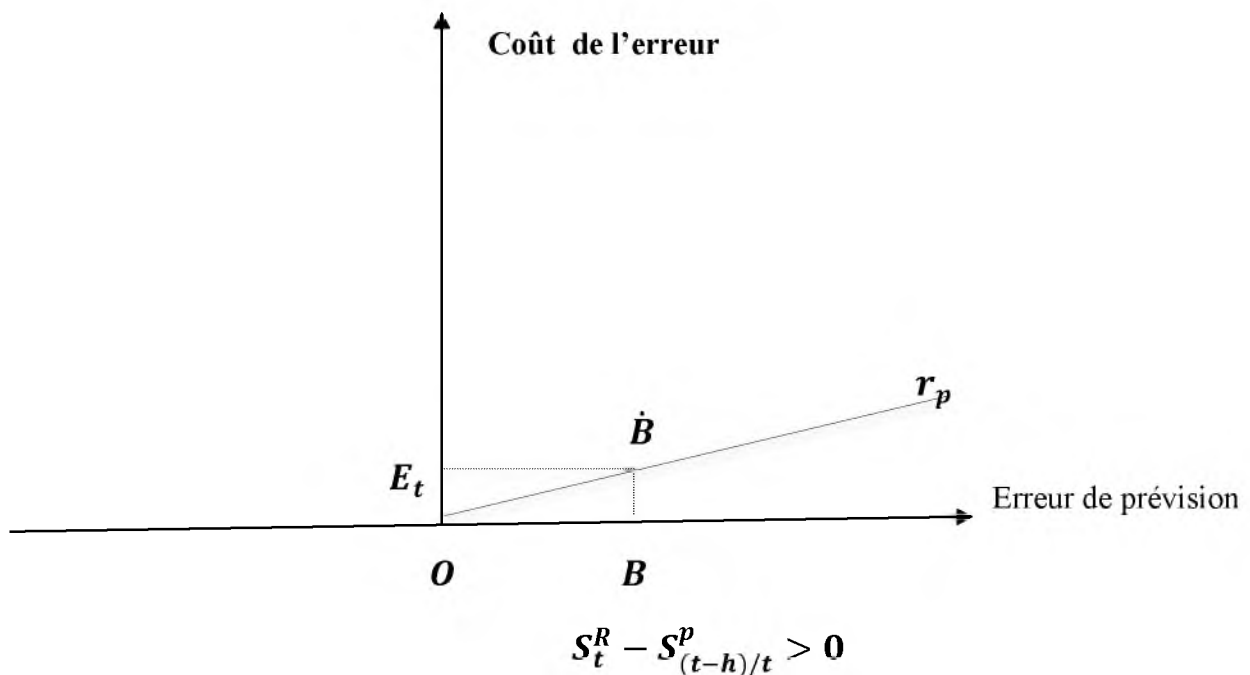
$$E_T = \frac{L_c \cdot (r - r_s)}{n \cdot 100}$$

$$\text{Avec } r_s = 0 ; r = r_p = 0,12\%$$

Le coût de l'erreur de prévision est plus important dans la mesure où l'écart entre réalisation et prévision est plus grand. Cet écart repose sur la qualité des prévisions. Les tableaux (n°13, n°14) représentent le coût de l'erreur des prévisions élaborées par OTA et par le modèle M2, ce coût s'avère plus important dans le premier tableau avec une moyenne quotidienne égale à 84722,48DA par rapport à la moyenne du coût de l'écart de prévision par le modèle M2 qui remonte à 34017,98 DA dont le montant le plus élevé est de 107875,92DA pour les prévisions d'OTA contre 57989,56DA pour M2. De même, le coût de l'erreur des prévisions dans le premier cas remonte à 1948617,09 DA pour un mois et de 782413,65DA dans le mois suivant avec une réduction en erreur de 26,68% suivie par une réduction en coût de l'erreur de 149%.

Le coût total dans le cas d'OTA est la somme du coût de l'erreur de prévision et le coût d'opportunité en raison de la passivité des soldes créditeurs. L'entreprise ne dispose ni d'emprunt à court et moyen terme ni d'avances bancaires tout au long de la période étudiée. De ce fait, le taux d'intérêt d'un emprunt r_e et le taux d'intérêt des avances bancaires r_a sont considérés comme nuls. L'existence des soldes créditeurs non rémunérés conduit l'entreprise à supporter un coût unitaire égal au taux de placement, cela fait que le coût total de l'entreprise n'est pas dû seulement à l'écart de prévision mais il est plutôt dû à toutes les réalisations positives de la trésorerie non placées. Le schéma suivant présente le coût de l'erreur de prévision d'OTA :

Schéma n°16 : le coût de l'erreur de prévision selon le contexte de l'entreprise OTA



Source : schéma élaboré par l'étudiante selon le contexte de l'entreprise

E_t est le coût de l'erreur de prévision pour une erreur égal à B se traduisant dans le point \hat{B} . Cette erreur est ajoutée au coût d'opportunité qui est dû au non placement des excédents de trésorerie, ces coûts forment le coût total de sous-optimalité de la gestion de trésorerie d'OTA.

D'où les recommandations suivantes paraissent de nature à mieux permettre à OTA de gérer sa trésorerie.

2-Recommandations

Le coût de sous-optimalité est déterminé par des variables volumes et des variables prix. Il convient d'examiner dans quelle mesure des aménagements du contexte de la décision permettent d'agir sur ces deux catégories de variables dans le sens d'une réduction du coût.

La qualité de la prévision du solde global de trésorerie permet de réduire le coût de l'erreur et donc réduire le volume de l'erreur de décision qui influe directement sur les

variables volumes, ceci peut être amélioré par l'imposition des aménagements sur les variables volumes. Il faudrait donc :

-améliorer le système d'information pour la bonne circulation de l'information lors de la prise de décision par l'installation d'un système centralisé qui permettrait aux centres des prévisions et de décision de se munir de toutes les informations nécessaires afin d'améliorer la qualité des prévisions pour parvenir à une meilleure décision.

-imputer les informations certaines dans le modèle de prévision par l'ajout direct des informations en montant et en date de valeur qui sont jugées certaines par le trésorier dans le calcul des prévisions pour l'amélioration de ces dernières et minimiser le volume de l'erreur de décision par la suite.

-inciter les différents départements de mieux prévoir leurs flux financiers afin de minimiser le coût de l'erreur de prévision total de trésorerie, ceci peut être assuré par le renforcement du contrôle durant et après la conception des prévisions pour chaque département et déploiement de la concurrence inter-départements par la réalisation d'un classement afférant à la qualité de prévision de chaque département échelonnée par semaine, décade ou mois.

-réduire l'incertitude des flux par la répartition et la transformation des flux incertains en flux certains du solde global de trésorerie, cette opération porte essentiellement sur les moyens de paiement et cela par la généralisation des virements pour les encaissements et les décaissements de l'entreprise. Cela concourt à une circulation rapide et d'un caractère certain qui permettrait la circulation des flux pour un horizon opérationnel à un jour en date de valeur.

Les variables prix ont aussi de l'influence sur le coût de l'erreur total. Ces variables étant considérées comme quasi-certaines à très court terme, ne subissent pas des changements directs de la part du décideur mais peuvent être appréhendées par l'influence indirecte sur la structure des taux déterminés par le pouvoir de négociation du trésorier auprès des banques.

-La négociation avec les banques est d'une importance cruciale dans la gestion de trésorerie. Pour cela, le trésorier doit bien connaître la situation financière de son entreprise ainsi que les conditions bancaires imposées par l'ensemble des banques avant d'entrer en négociation avec

ces dernières. Le trésorier doit se munir des prévisions efficaces de trésorerie pour instaurer la confiance avec son banquier sur la position future de son entreprise. Etant donné la stabilité de la structure des taux d'intérêt à très court terme, du fait des périodes négociées pour une structure des taux donnée plus large que l'horizon de l'erreur de prévision (quotidien), le trésorier d'OTA doit concevoir la structure des taux qui lui permettrait de minimiser le coût de l'erreur total pour une erreur de prévision donnée tout en déterminant le sens le plus fréquent de l'erreur afin d'assortir la meilleure structure des taux pour la même période de négociation.

-rétrécir, dans la mesure du possible, le nombre des comptes bancaires de l'entreprise afin de faciliter leur contrôle et leur suivi. De même. L'entreprise doit minimiser le nombre des banques auxquelles elle est en relation pour parvenir à une bonne compensation entre les comptes bancaires et à éviter le coût de contre-phasage qui augmente le coût total. Ceci permet également à l'entreprise de réduire les frais de tenue des comptes et les frais de circulation des fonds.

-l'oisiveté des excédents de trésorerie génère des coûts d'opportunité, ces coûts s'ajoutent au coût total de la sous-optimalité de la trésorerie. Des mesures de placement des excédents de trésorerie doivent être prises et pour des montants importants (bien que le niveau optimum de trésorerie est de zéro, l'incertitude et l'aversion au risque du trésorier fassent en sorte qu'il préfère laisser un montant minimum en trésorerie lors d'un éventuel placement) pour augmenter les intérêts créditeurs.

Conclusion

L'objectif du chapitre était de mettre en pratique une méthode de production des prévisions du solde globale de trésorerie qui représente une variable clé dans l'évaluation du coût total de la sous-optimalité, ceci se traduit par la prise de décision financière pour optimiser la gestion de trésorerie à très court terme.

Les étapes de l'approche de Box-Jenkins (stationnarisation, identification, estimation, validation et choix du meilleur modèle) aboutissent à une conception d'un modèle prévisionnel de la variable solde global de trésorerie à très court terme par l'extrapolation des observations passées de la même variable. Le modèle univarié est valide économétriquement mais sa qualité et son efficacité sont mises en question dans le sens où les critères de qualité en termes d'erreur moyenne et de volatilité ne sont pas très satisfaisants. De plus, le solde global de trésorerie est une variable financière qui dépend de tous les flux financiers de l'entreprise. De ce fait, l'introduction des variables exogènes porteuses de l'information nécessaire pour la conception du modèle est indispensable, ce qui donne lieu à la modélisation multivariée.

La modélisation multivariée a permis d'introduire des variables exogènes représentées par les prévisions des ventes et les maintenances. Les variables exogènes sont jugées significatives dans le modèle conçu M2 et contribue à l'amélioration des prévisions de la variable endogène. Le modèle M2 est soumis au test de qualité et d'efficacité et comparé avec le modèle univarié. Cette démarche a permis de favoriser le modèle M2 pour sa qualité ainsi que son efficacité dans la production des prévisions.

Le modèle M2 permet de réduire l'écart entre les prévisions et les réalisations correspondantes. Ce résultat se répercute grandement sur la fonction de coût de l'erreur qui se voit minimisée à grande échelle. Le coût total de la gestion de trésorerie est la somme du coût de l'erreur de prévision et du coût d'opportunité. Ce dernier représente le gain non réalisé suite à la passivité des excédents de la trésorerie d'un prix unitaire égal au taux de placement.

Conclusion

Conclusion

Au terme de cette étude et dans le cadre du problème d'optimisation de la gestion de trésorerie à court terme, il est nécessaire de proposer ainsi que de présenter aux décideurs de l'entreprise un modèle de prévision de trésorerie qui leur permettrait à la fois de bien prévenir le futur et de réduire les coûts de la régulation à court terme des positions de trésorerie, en tentant de répondre à la question principale suivante :

Comment les entreprises parviennent-elles à une prévision du solde global de trésorerie qui leur permet de minimiser leur fonction de coût afin d'entreprendre la meilleure décision possible?

L'objectif visé requiert la conciliation de la méthode d'optimisation de la gestion de trésorerie et la méthode de prévision à court terme adaptées aux flux de trésorerie. Tel objectif est scindé en quatre grands points principaux en se référant aux hypothèses établies. D'abord, la notion de la trésorerie est présentée et développée pour en sortir sa position et son importance au sein de l'entreprise. Ensuite, les modèles d'optimisation et de régulation en matière de gestion de trésorerie ainsi que la fonction de coût sont identifiés. Après, la méthode de prévision à court terme la plus adaptée aux flux de trésorerie est retenue pour la conception des prévisions futures du solde global de trésorerie. Enfin, la qualité et l'efficacité du modèle proposé est testé en se basant sur les prévisions d'OTA afin d'éclairer son influence sur la fonction de coût de la trésorerie et donc sur la prise de décision.

Compte tenu de la diversité, l'incertitude et la rapidité de circulation des flux de trésorerie, l'analyse de la trésorerie en horizon prévisionnel et en date de valeur s'avère indispensable. Le modèle d'optimisation et de régulation de la gestion de trésorerie doit prendre en considération l'incertitude des flux et viser un optimum donné (la trésorerie zéro). Ce modèle met en évidence l'importance de la prévision des variables incertaines telle que les variables volumes et, tous particulièrement, le solde global de trésorerie, et requiert la définition de la fonction de coût de sous-optimalité.

La méthode classique de prévision du solde global de trésorerie est la simple résultante de toutes les prévisions des flux en encaissement et en décaissement. Ceci néglige l'importance des réalisations passées qui peuvent être porteuses d'informations nécessaires aux prévisions. Dès lors, une méthode de prévision à court terme devrait être mise en place.

Plusieurs méthodes de prévision à court terme sont écartées vu les spécificités des flux de trésorerie d'où les modèles extrapolatives et explicatives sont retenus. Ces modèles sont mis en concurrence afin de tirer la meilleure méthode de prévision, cette concurrence s'appuie essentiellement sur les travaux de Makridakis représentés par les compétitions-M qui démontrent la non supériorité totale d'une méthode à une autre, mais le choix devrait, plutôt, se faire en fonction de la nature et des caractéristiques de la variable étudiée.

L'approche de Box-Jenkins (1970), présentée par les modèles de classe ARMA, est prise comme méthode de prévision du solde global de trésorerie à court terme en raison de son support théorique à la fois enrichi et important, son efficacité en matière de production des prévisions à court terme et sa capacité d'introduire les variables exogènes source d'information non modélisée. Les étapes de l'approche Box-Jenkins, la stationnarité, l'identification, l'estimation, la validation économétrique et le choix du meilleur modèle, aboutissent à la conception d'un modèle de prévision du solde global de trésorerie en date de valeur.

La modélisation univariée du solde global de trésorerie propre à OTA paraît moins efficace que le modèle multivarié dans le sens où l'écart et la dispersion des prévisions sont plus importants dans le premier cas. Compte tenu des caractéristiques de la variable de la trésorerie, les variables exogènes sont portés sur l'une des principales sources d'encaissements (les prévisions vente) et l'un des principaux inducteurs de décaissements (montant versé au profit de la maintenance), ces variables font l'objet de la modélisation multivariée. Les variables exogènes sont jugées significatives dans le modèle et permettent de mieux expliquer la variable endogène. En effet, la modélisation multivariée a permis de réduire l'écart de l'erreur de prévision de 26,68% par rapport aux prévisions d'OTA. Cette amélioration en prévision est d'autant plus importante en mesure de qualité et d'efficacité car elle engendre une réduction en moyenne et en dispersion.

La confrontation des prévisions d'OTA avec celle du modèle multivarié par l'imputation des erreurs de prévision dans la fonction de coût met en évidence la qualité de la modélisation multivariée. En effet, le modèle multivarié réduit l'écart entre prévision et réalisation et permet une réduction de 149% en coût d'erreur. Ceci dit que la modélisation de la variable du solde global de trésorerie avec l'introduction des variables exogènes pertinentes dans le modèle permettrait une amélioration significative en termes de qualité et d'efficacité des

prévisions. Cette amélioration se traduit en réduction des coûts de sous-optimalité auxquels s'ajoutent les coûts d'opportunité et en augmentation de qualité de la décision.

Ces résultats font objet d'une éventuelle amélioration en termes de prévision et de coût. Pour ce faire, les suggestions suivantes sont proposées :

- améliorer le système d'information pour la bonne circulation de l'information lors de la prise de décision.
- imputer les informations certaines dans le modèle de prévision par l'ajout direct des informations en montant et en date de valeur.
- inciter les différents départements de mieux prévoir leurs flux financiers afin de minimiser le coût de l'erreur de prévision totale de trésorerie.
- réduire l'incertitude des flux par la répartition et la transformation des flux incertains en flux certains du solde global de trésorerie.
- négocier auprès des banques la structure des taux, ce qui permettrait de minimiser le coût de l'erreur totale pour une erreur de prévision donnée.
- rétrécir, dans la mesure du possible, le nombre des comptes bancaires de l'entreprise afin de faciliter leur contrôle et leur suivi.
- placer les excédents de trésorerie afin d'optimiser les produits financiers.

Bien que les résultats aient été utiles pour justifier et confirmer les hypothèses de la recherche, il n'en reste pas moins que l'apport de la démarche et la qualité des résultats peuvent être améliorés. Cette étude peut être complétée par d'autres études quantitatives traitant du lien entre la qualité de la prévision et l'atteinte des objectifs du trésorier en matière de gestion et d'optimisation de la trésorerie.

Bibliographie**1. Ouvrages**

ANDERSEN.A, «viewpoint of the Box-Jenkins analyst in the M-Competition», University of Sydney, Australia, 1989.

BARNETO P. et GREGORIO G., finance, éd.Dunod, 2^{ème} édition, 2009.

BAUMOL W.J., « The transactions demand for cash : an inventory theoretic approach », Quaterly journal of economics, nov. 1952, Pp. 545 – 556

BELLIER.M, DELIENNE.A, KHATH.S, Gestion de trésorerie, Paris, éd. Economica , 1999.

BOURBONNAIS R, TERRAZA M, «Analyse des séries temporelles en économie», Presses universitaires de France, 1998.

BOX.G, JENKINS.G, Times series analysis : forecasting and control, éd. Holden-day, 2^{ème} édition, San Francisco, 1970.

BOX.G, JENKINS.G, Times series analysis : forecasting and control, éd. Holden-day, 2^{ème} édition, San Francisco, 1970.

BOX.G.E.P, JENKINS.G.M, REINSEL.G.C, Time Series Analysis :Forecasting and Control, éd. Holden-Day, 1994.

CHARPENTIER A, Introduction à la théorie des processus en temps discret Modèles ARIMA et méthode Box & Jenkins, université paris dauphin, 2003.

CHARREAUX Gérard, gestion financière, Paris éd. Litec, 6^{ème} édition, 2000.

CLEMENTS.M.P, HENDRY.D.F, «Explaining the results of the M3 forecasting competition», the U.K. Economic and Social Research, 2001.

DAGNELIE P., Statistique théorique et appliquée, éd. de Boeck, 2 e éd., 2006.

DE LA BRUSLERIE H, Analyse Financière : information financière, évaluation, diagnostic, Paris, éd. Dunod, 4^{ème} édition, 2010.

DELIGNIERES D, «Analyse des séries», paris, 2007 disponible sur <http://didier.delignieres.perso.sfr.fr>

DEPALLENS.G, JOBARD.J.P, gestion financière de l'entreprise, Paris, éd. Dalloz-Sirey, 11e édition, 1996.

DESBOIS D, Une introduction à la méthodologie de Box et Jenkins : l'utilisation de modèles ARIMA avec SPSS, éd. Modulard, 2005.

DESBRIERES Philippe et POINCELOT Evelyne, gestion de la trésorerie, éd. management société, 1999.

DICKEY.D, FULLER.W, likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Times Series with a Unit Root, éd. Econometrica, 1981.

FORGET Jack, gestion de trésorerie : optimiser la gestion financière de l'entreprise à court terme, éditions d'organisation, 2005.

FROGER.A., GALZY.G., LEDDET.J, Gestion de trésorerie et gestion de bilan, Paris, éd. dunod, 1997.

Hamisultane.H, «Econométrie Des Series Temporelles», p 5, disponible sur http://helenehamisultane.voila.net/travaux/SERIES_TEMPORELLES.pdf.

HUNAULT.P, Gestion de la trésorerie au jour le jour, Paris, éd. D'organisation, 1977.

LAURENT Emmanuel, optimiser la gestion de trésorerie par la modélisation économétrique des flux financiers, Paris, éd. publibook, 2006.

LE GOFF. J-P, « Economie managériale : Marchés, soutien à la décision, concurrence », presse de l'université de Québec, Québec, 1997.

LECLERE. D, L'essentiel de la comptabilité analytique, Paris, éditions EYROLLES, 5^{ème} éd., 2011.

LEVASSEUR M et QUINTARD.A, Finance, Paris, éd. Economica, 1998.

MELARD G, méthodes de prévision à court terme, Université de Bruxelles, éd. Ellipses, 1990

QUIRY.P, LE FUR Yann, VERNIMMEN Pierre : Finance d'entreprise, Paris, éd. Dalloz, 8[°]éd., 2010.

ROUSSELOT.P, VERDIE.J-F, la gestion de trésorerie, Paris, éd. Dunod, 2e édition, 2004.

WAKKER Peter P., prospect theory : for risk and ambiguity, ed. cambridge, 2010.

2. Articles

ANDERSON O. D., «Time Series Analysis and Forecasting: Another Look at the Box-Jenkins Approach», Journal of the Royal Statistical Society, Blackwell Publishing, 1977, Vol. 26, No. 4.

ARMSTRONG.J, COLLOPY.F, Rule-based forecasting. developpment and validation of an expert systems approach to combine time series extrapolations, management science N°38, 1992, Pp 1394-1414.

ARMSTRONG.J.S, COLLOPY.F, «Rule-Based Forecasting: Developpement and Validation of An Expert Systems Approach To Combine Time Series Extrapolations», Management Science, 1992, N°38.

ARMSTRONG.J.S, LUSK E.J, «The Accuracy of Alternative Extrapolation Models : Analysis of Forecasting Competition Through Open Peer Review», International Journal of Forecasting1983, N°2.

BAUMOL W.J., « The transactions demand for cash : an inventory theoritic approch », Quaterly journal of economics, nov. 1952, Pp. 545 – 556.

CLAVERIE Pierre, SZPIRO Daniel et TOPOL Richard, « identification des modèles à fonction de transfert : la méthode padé-transformée en Z », Annales d'économie et de statistique, n°17,1990, Pp. 146-159.

CLEMEN.R, combining forecasts, international journal of forecasting, N°5, 1989, Pp 559-583.

CLEMENTS.M.P, HENDRY.D.F, «Explaning the results of the M3 forecasting competition», the U.K. Economic and Social Research, 2001, Pp 341-355.

DICKEY.D, FULLER.W, «Distribution of the Estimators for Autoregressive Times Serieswith a Unit Root», Journal of the American Statistical Association, 1978.

FILDES.R,MAKRIDAKIS, The impact of impirical accuracy studies on time series analysis and forecasting, Insead working paper, 1993, p 26-30.

GEURTS.M, KELLEY.J, In defense of ARIMA modeling : comments, International journal of forecasting N°6, 1990, Pp 497-499.

GRANGER.C, SWANSON.N, «An Introduction to Stochastic Unit-Root Processes», Journal of Econometrics, 1997, pp 40-53.

MAKRIDAKIS S, «forecasting M-Competition», international journal of forecasting, 1982.

MAKRIDAKIS.S, HIBON.M, «the M-3 Competition : results, conclusions and Implications», Paris, International Journal of Forecasting, n°16.

MAKRIDAKIS.S., HIBON.M., Accuracy of forecasting : an empirical investigation, Journal of royal statistical society, part 2, Pp 97-125.

MILLER M.H. et ORR D., « A model of the demand for money by firms», Quaterly journal of economics, Août 1966, Pp. 413 – 435.

NEWBOLD.P, GRANGER.C, Experience with forecasting univariate time series and the combination of forecast, Journal of royal statistical society, Pp 131-165.

PRATT, J. W., « Risk aversion in the small and in the large », Econometrica, N° 32, Janvier–Avril 1964, Pp.122–136.

SALANIE.B, «Guide pratique pour les séries non-stationnaires», Economie et prévision, 1999, n°137.

3. Colloques, communications et séminaires

CHARPENTIER A., Introduction à la théorie des processus en temps discret Modèles ARIMA et méthode Box &Jenkins, université paris dauphine, 2003, p20.

DELIGNIERES.D, Séries temporelles - Modèles ARIMA, Séminaire (Sport - Performance – Santé), paris, 2000.

4. Cours

CORINNE, Cours de la non stationnarité-Tests de détection, Université Paris1, disponibles sur <http://samos.univ-paris1.fr/archives/membres/perraudin/ST/resumechap2.pdf>.

5. Thèses et mémoires

JUHEL Jean-Claude, gestion optimale de la trésorerie des entreprises, Thèse de Doctorat d'Etat en sciences de gestion, université de Nice, 1978.

6. Textes législatifs et réglementaires et documents officiels

Charte d'OTA.

Code des impôts directs et taxes assimilés, République Algérienne Démocratique et Populaire, Article 300, ministère des finances, 2010, P122.

Journal officiel de la république algérienne N° 19, Arrêté du 23 Rajab 1429 correspondant au 26 juillet 2008, annexe n 1.

Normes internationales du reporting financier (IAS/IFRS) élaborées et publiées par l'IASB/IASC.

Règlement de la Banque d'Algérie n°05-06 du au 15 décembre 2005 relatif au compensation des chèques et autres instruments de paiement de masse, P.p 1-9.

7. Sites internet

www.wikipedia.org

www.investir.fr

Annexes

Annexe n°01 : Présentation du logiciel STATA

Stata est un logiciel de statistiques et d'économétrie utilisé sur une grande échelle par les économistes. Stata fut créée en 1985 par Bill Gould et développée par Stata Corp, entreprise basée au Texas qui sert à gérer et à développer le logiciel stata.

Le logiciel stata se distingue des autres logiciels statistiques dans le fait de l'implication des utilisateurs dans son développement, ces derniers ont la possibilité de développer les packages écrits en langage stata et de publier les méthodes ainsi que les développements apportés sur le logiciel dans un journal scientifique appelé le stata journal. Le logiciel stata est très avantageux du fait qu'il :

- permet le calcul arithmétique et l'accès à différentes fonctions statistiques.
- permet des analyses exploratoires graphiques et statistiques par l'obtention rapide d'une description des données en formes graphiques.
- Des modèles de régression très diversifiés qui vont de la simple régression statistique jusqu'aux régressions les plus complexes pour traiter les données de panels et même les données d'enquêtes.
- Vue la flexibilité de son langage de programmation. Stata permet d'écrire des programmes spécifiques, accessibles de la même façon que n'importe quelle autre commande du logiciel, avec arguments et options. Cela assure une manipulation de fichiers et de la programmation avancée.

La version utilisée est la version 11. Stata qui intègre un outil de mise à jour des packages et du noyau de calcul permettant une mise à jour régulière et l'intégration de nouveaux packages au cours de son développement.

Annexes n°02 : solde global de trésorerie en date de valeur durant 2009/2010 et 2011

Date	Numéro de référence	Solde global de trésorerie
dimanche 4 janvier 2009	1	385 875 595,57
lundi 5 janvier 2009	2	308 558 482,51
mardi 6 janvier 2009	3	226 080 858,38
	4	235 426 893,37
	5	195 915 839,48
	6	228 931 379,91
	7	237 390 486,60
	8	233 115 139,89
	9	233 582 077,84
	10	230 660 033,11
	11	209 615 990,08
	12	243 291 138,53
	13	238 027 152,06
	14	222 835 496,25
	15	231 831 304,51
	16	186 085 041,05
	17	238 133 419,21
	18	226 741 773,63
	19	253 065 179,57
	20	293 046 399,22
	21	319 435 032,13
	22	344 446 335,51
	23	371 971 014,92
	24	270 557 249,47
	25	236 773 819,69
	26	228 271 088,31
	27	224 311 383,26
	28	228 275 360,59
	29	227 194 141,43
	30	237 202 839,56
	31	257 798 066,05
	32	248 887 122,54
	33	240 167 937,82
	34	205 050 545,08
	35	230 803 032,96
	36	238 189 184,00
	37	259 175 626,23
	38	240 501 646,70
	39	228 659 432,11
	40	254 642 260,06

	41	249 044 739,84
	42	243 336 480,25
	43	209 227 602,27
	44	323 600 566,69
	45	236 404 616,34
	46	211 173 222,11
	47	292 993 961,75
	48	278 074 786,82
	49	249 921 932,35
	50	248 355 273,91
	51	239 916 413,65
	52	260 302 557,15
	53	254 343 199,74
	54	181 009 395,92
	55	293 949 398,05
	56	248 577 567,24
	57	256 667 461,25
	58	279 149 283,79
	59	259 236 363,83
	60	246 642 718,48
	61	274 144 646,35
	62	267 710 630,44
	63	151 423 122,01
	64	215 976 385,40
	65	333 967 756,07
	66	252 193 123,17
	67	224 491 624,67
	68	310 071 389,93
	69	294 223 366,24
	70	264 456 025,46
	71	262 910 082,46
	72	253 506 040,66
	73	275 220 192,34
	74	268 649 973,91
	75	264 973 356,87
	76	309 805 936,17
	77	192 064 257,40
	78	270 022 438,13
	79	293 645 912,94
	80	272 641 398,38
	81	259 143 003,01
	82	288 905 377,19
	83	281 601 518,97
	84	274 728 233,72
	85	227 310 912,51

	86	351 431 029,23
	87	255 411 929,82
	88	227 432 692,52
	89	313 777 436,51
	90	297 918 332,61
	91	267 699 560,89
	92	266 283 818,45
	93	256 822 217,03
	94	278 689 895,59
	95	272 134 516,13
	96	268 522 296,59
	97	244 028 299,71
	98	287 317 043,91
	99	296 429 080,86
	100	322 090 100,32
	101	299 068 431,42
	102	284 324 000,78
	103	316 799 262,94
	104	308 690 586,49
	105	301 329 593,52
	106	248 981 729,44
	107	384 601 165,65
	108	279 482 748,51
	109	248 736 588,16
	110	343 679 842,79
	111	326 046 282,05
	112	293 065 752,09
	113	291 003 050,24
	114	280 991 619,41
	115	304 828 262,51
	116	297 435 597,81
	117	293 573 135,07
	118	244 028 299,71
	119	290 460 511,94
	120	300 060 229,77
	121	326 251 949,27
	122	302 532 651,29
	123	287 832 938,22
	124	320 707 101,48
	125	312 513 842,32
	126	194 584 926,94
	127	411 369 614,26
	128	439 012 804,10
	129	480 498 460,73
	130	513 969 819,20

	131	527 681 892,83
	132	533 694 221,61
	133	473 176 882,74
	134	436 498 776,78
	135	293 729 601,54
	136	318 615 032,75
	137	311 826 763,74
	138	307 386 549,43
	139	359 427 838,65
	140	233 685 654,72
	141	313 238 289,58
	142	251 814 059,40
	143	389 192 901,40
	144	292 690 195,85
	145	260 309 291,50
	146	359 464 326,89
	147	341 055 968,90
	148	306 387 948,93
	149	304 586 977,05
	150	294 953 425,03
	151	262 495 382,72
	152	362 422 260,13
	153	343 645 311,41
	154	308 485 648,47
	155	306 660 597,64
	156	295 900 181,01
	157	320 858 452,58
	158	313 417 395,35
	159	239 221 309,87
	160	361 512 635,94
	161	305 533 295,73
	162	315 100 079,14
	163	342 516 242,88
	164	324 528 462,14
	165	308 543 027,32
	166	343 649 925,75
	167	334 776 253,16
	168	326 729 471,18
	169	269 746 065,41
	170	417 114 179,13
	171	302 926 482,96
	172	269 636 954,44
	173	372 281 240,35
	174	353 024 260,34
	175	317 166 175,00

	176	315 174 056,78
	177	304 271 109,71
	178	329 733 613,05
	179	322 112 815,03
	180	317 690 480,34
	181	371 465 322,45
	182	243 919 971,11
	183	323 816 815,96
	184	351 775 405,59
	185	326 648 310,36
	186	310 446 266,55
	187	345 880 076,71
	188	337 030 586,47
	189	213 915 907,75
	190	271 634 698,81
	191	419 900 368,67
	192	305 148 729,69
	193	271 309 291,19
	194	374 615 824,88
	195	427 153 414,93
	196	467 002 817,31
	197	493 786 795,98
	198	593 194 979,71
	199	529 480 079,84
	200	423 651 693,22
	201	319 844 956,43
	202	373 957 845,91
	203	316 040 528,72
	204	255 835 166,84
	205	354 172 318,43
	206	328 818 824,47
	207	312 528 897,41
	208	362 267 511,00
	209	353 084 584,39
	210	344 612 448,31
	211	388 738 107,20
	212	355 426 845,49
	213	319 325 539,04
	214	317 358 176,53
	215	306 303 861,69
	216	332 080 430,98
	217	324 311 769,22
	218	332 546 412,56
	219	320 796 447,50
	220	347 868 219,37

	221	339 715 197,82
	222	265 144 060,54
	223	421 811 916,92
	224	331 035 431,57
	225	321 220 794,79
	226	334 327 064,03
	227	344 569 236,72
	228	344 378 806,16
	229	334 467 046,62
	230	334 954 757,23
	231	431 160 890,15
	232	473 677 966,64
	233	423 434 663,31
	234	404 674 359,90
	235	330 838 993,33
	236	344 751 188,96
	237	336 626 994,33
	238	338 165 284,31
	239	329 051 173,99
	240	324 495 461,06
	241	351 936 008,40
	242	343 719 525,51
	243	339 089 615,60
	244	396 457 396,12
	245	335 120 695,02
	246	345 512 370,54
	247	356 423 810,61
	248	348 329 467,71
	249	456 985 237,69
	250	362 572 549,74
	251	343 926 508,51
	252	388 842 758,97
	253	333 694 945,81
	254	343 308 863,90
	255	346 592 567,81
	256	336 312 063,05
	257	345 539 710,91
	258	341 639 549,45
	259	343 131 390,25
	260	339 292 524,35
	261	319 398 034,38
	262	354 318 814,76
	263	349 712 568,69
	264	333 253 957,46
	265	343 182 525,14

	266	293 745 360,38
	267	351 526 396,93
	268	340 486 850,47
	269	366 643 965,33
	270	436 161 105,29
	271	470 751 724,64
	272	528 096 880,16
	273	578 467 346,47
	274	510 157 202,05
	275	447 879 827,52
	276	378 688 261,00
	277	365 382 277,40
	278	339 949 266,75
	279	339 071 038,72
	280	358 259 518,46
	281	379 034 345,87
	282	368 870 912,11
	283	357 629 383,48
	284	388 826 781,22
	285	270 169 532,78
	286	352 594 166,68
	287	373 195 596,68
	288	355 022 313,12
	289	343 366 502,88
	290	368 928 859,05
	291	363 994 206,37
	292	358 605 213,03
	293	328 660 862,53
	294	439 693 407,88
	295	357 338 302,12
	296	331 885 752,15
	297	413 586 773,57
	298	399 524 384,62
	299	372 185 493,11
	300	370 652 518,44
	301	362 357 967,49
	302	382 716 639,38
	303	376 957 261,26
	304	373 773 186,90
	305	340 543 253,15
	306	371 751 625,81
	307	379 947 771,33
	308	401 956 329,92
	309	382 678 018,19
	310	370 371 110,10

	311	397 184 157,77
	312	391 275 553,65
	313	385 259 514,99
	314	259 262 049,28
	315	453 779 862,92
	316	381 203 480,02
	317	352 817 326,76
	318	437 693 067,03
	319	422 725 881,34
	320	393 829 766,43
	321	392 374 531,27
	322	382 883 072,67
	323	404 649 682,49
	324	398 161 061,54
	325	394 566 648,31
	326	437 958 939,25
	327	316 921 181,12
	328	399 717 295,97
	329	422 830 507,96
	330	402 466 183,63
	331	389 142 166,01
	332	418 569 687,36
	333	411 577 941,69
	334	404 867 271,35
	335	357 066 657,36
	336	477 508 146,72
	337	386 068 879,53
	338	357 439 591,39
	339	442 924 478,08
	340	428 034 630,04
	341	398 660 062,11
	342	397 409 591,42
	343	387 891 662,58
	344	409 751 104,40
	345	403 325 435,86
	346	399 851 305,10
	347	417 617 975,25
	348	329 221 182,41
	349	412 800 894,16
	350	436 301 259,25
	351	415 312 405,06
	352	401 651 193,46
	353	431 780 521,54
	354	424 431 119,62
	355	417 751 384,53

	356	367 928 328,36
	357	491 606 948,47
	358	397 416 009,02
	359	367 752 954,50
	360	456 382 274,02
	361	440 684 388,87
	362	410 569 681,86
	363	408 561 881,82
	364	399 243 594,39
	365	421 619 681,72
	366	414 697 734,74
	367	411 245 549,58
	368	381 512 845,71
	369	408 643 671,05
	370	417 857 555,65
	371	441 938 874,11
	372	420 123 121,72
	373	406 608 104,97
	374	437 106 697,31
	375	429 687 868,04
	376	422 264 449,54
	377	292 113 753,65
	378	497 476 221,37
	379	416 196 599,38
	380	384 863 006,03
	381	477 342 941,06
	382	460 971 492,39
	383	582 987 332,86
	384	658 782 898,78
	385	700 513 487,71
	386	725 531 086,41
	387	739 892 479,16
	388	691 298 586,75
	389	615 434 869,99
	390	427 249 886,61
	391	361 209 044,16
	392	436 209 044,16
	393	429 233 377,90
	394	427 633 416,28
	395	417 342 204,52
	396	440 688 693,33
	397	434 762 528,44
	398	430 595 771,04
	399	477 993 627,85
	400	488 774 842,77

	401	457 455 105,95
	402	481 270 865,04
	403	464 471 249,58
	404	432 172 144,47
	405	430 544 733,97
	406	420 426 246,51
	407	443 791 653,50
	408	436 980 256,69
	409	433 165 955,35
	410	405 766 144,93
	411	429 849 299,53
	412	438 801 733,09
	413	463 970 385,71
	414	450 668 415,53
	415	435 864 277,44
	416	468 376 544,78
	417	460 297 353,30
	418	452 964 766,44
	419	398 612 457,04
	420	533 165 905,56
	421	430 752 289,81
	422	398 653 802,29
	423	494 362 886,31
	424	477 147 843,70
	425	444 333 104,90
	426	442 497 443,35
	427	432 319 980,80
	428	456 067 228,94
	429	449 103 791,57
	430	445 029 808,84
	431	494 001 960,90
	432	441 648 362,31
	433	375 940 477,17
	434	476 512 790,30
	435	453 612 220,93
	436	438 552 894,33
	437	471 416 121,75
	438	463 396 926,96
	439	455 995 955,30
	440	321 403 351,50
	441	536 727 283,59
	442	433 912 257,40
	443	401 126 324,67
	444	497 463 047,76
	445	480 395 179,50

	446	447 358 260,19
	447	445 563 899,44
	448	435 208 192,23
	449	459 313 202,98
	450	452 169 669,79
	451	448 047 859,88
	452	497 316 702,29
	453	444 631 736,68
	454	378 751 190,10
	455	567 554 932,28
	456	670 161 174,33
	457	684 437 302,41
	458	774 116 974,39
	459	715 645 656,00
	460	523 998 700,63
	461	479 759 633,62
	462	456 626 385,37
	463	441 494 929,36
	464	493 751 321,84
	465	485 470 215,26
	466	477 757 015,92
	467	460 998 700,63
	468	466 887 848,76
	469	455 799 810,11
	470	481 149 899,69
	471	473 645 804,44
	472	469 479 277,56
	473	396 060 361,67
	474	465 727 795,85
	475	475 176 891,51
	476	541 450 778,48
	477	568 914 974,44
	478	527 735 450,87
	479	476 749 171,73
	480	458 041 591,22
	481	460 637 349,97
	482	462 399 703,71
	483	473 376 583,88
	484	492 749 270,37
	485	579 492 162,86
	486	524 201 372,51
	487	489 049 315,89
	488	473 751 750,95
	489	471 808 456,71
	490	386 055 509,44

	491	486 776 214,99
	492	479 228 813,44
	493	475 006 322,66
	494	467 238 262,26
	495	471 475 279,54
	496	481 153 249,50
	497	550 539 181,99
	498	606 218 604,00
	499	675 631 127,76
	500	713 413 566,10
	501	748 651 315,46
	502	686 280 964,51
	503	584 753 718,30
	504	486 214 214,55
	505	458 351 464,95
	506	479 836 470,76
	507	488 479 463,99
	508	486 272 254,73
	509	489 547 765,10
	510	484 718 864,05
	511	472 665 342,41
	512	501 159 339,48
	513	499 010 486,03
	514	484 038 546,91
	515	493 391 816,40
	516	515 682 755,60
	517	503 975 271,68
	518	416 572 699,01
	519	515 905 763,59
	520	516 795 033,23
	521	493 775 145,32
	522	533 487 983,62
	523	692 134 014,45
	524	657 389 291,42
	525	566 887 817,35
	526	519 162 725,83
	527	509 850 496,52
	528	491 680 370,27
	529	491 471 066,12
	530	525 520 039,99
	531	541 241 594,51
	532	530 957 894,43
	533	517 207 779,80
	534	533 842 960,53
	535	501 345 461,45

	536	506 922 886,82
	537	441 906 318,97
	538	508 987 285,93
	539	500 772 440,55
	540	519 120 844,03
	541	516 684 292,42
	542	513 262 653,91
	543	501 407 346,85
	544	580 235 538,91
	545	524 586 217,46
	546	506 584 690,15
	547	567 006 846,65
	548	557 492 025,40
	549	538 304 738,25
	550	537 247 265,60
	551	531 531 930,77
	552	546 499 720,67
	553	542 597 497,28
	554	540 555 136,34
	555	570 523 562,70
	556	459 954 928,48
	557	546 249 028,73
	558	562 127 609,23
	559	548 636 631,18
	560	540 156 489,22
	561	558 878 954,99
	562	555 409 753,89
	563	551 412 288,28
	564	517 580 592,67
	565	443 824 541,34
	566	559 621 206,23
	567	538 534 284,75
	568	600 055 373,12
	569	589 867 144,15
	570	569 609 598,60
	571	568 732 528,52
	572	561 639 586,10
	573	577 818 980,67
	574	573 118 540,76
	575	570 626 882,41
	576	601 299 365,21
	577	569 250 431,29
	578	574 671 576,38
	579	511 319 715,24
	580	577 006 466,67

	581	567 532 565,22
	582	588 970 594,35
	583	584 228 687,87
	584	579 476 378,54
	585	544 743 429,25
	586	630 137 254,46
	587	566 763 797,75
	588	545 589 629,80
	589	607 398 587,58
	590	597 443 319,52
	591	576 758 396,16
	592	576 193 078,66
	593	569 146 963,51
	594	585 268 522,17
	595	580 715 902,16
	596	578 432 660,56
	597	609 666 360,00
	598	586 563 909,27
	599	512 924 017,04
	600	609 584 825,12
	601	594 864 188,64
	602	585 225 434,81
	603	606 988 581,93
	604	601 907 345,73
	605	597 355 134,69
	606	560 786 520,87
	607	648 132 829,63
	608	582 873 486,62
	609	560 804 201,98
	610	625 089 301,52
	611	614 348 314,03
	612	593 263 014,13
	613	591 638 926,22
	614	585 087 928,05
	615	601 485 431,04
	616	596 360 640,37
	617	594 189 129,91
	618	626 184 032,81
	619	592 981 366,70
	620	520 187 121,56
	621	617 461 502,99
	622	601 754 719,78
	623	592 447 897,33
	624	614 476 015,29
	625	609 362 207,89

	626	603 808 500,62
	627	567 165 834,19
	628	500 870 857,87
	629	610 418 195,27
	630	586 896 144,09
	631	653 798 323,45
	632	642 630 114,25
	633	620 231 592,32
	634	619 256 436,98
	635	611 611 279,83
	636	628 689 409,33
	637	625 215 037,73
	638	622 147 344,33
	639	655 648 532,91
	640	619 980 779,42
	641	626 546 168,84
	642	698 554 429,71
	643	814 003 329,39
	644	909 348 450,21
	645	944 768 110,92
	646	982 912 514,38
	647	937 994 271,02
	648	842 225 507,77
	649	902 831 089,31
	650	615 138 258,63
	651	591 824 929,00
	652	659 178 250,33
	653	647 509 047,98
	654	624 478 037,18
	655	623 472 319,46
	656	616 130 915,87
	657	633 116 112,87
	658	628 404 266,23
	659	625 860 881,36
	660	659 451 505,68
	661	543 752 778,19
	662	630 270 161,59
	663	648 243 158,69
	664	645 505 643,67
	665	635 075 571,62
	666	658 434 553,07
	667	652 771 074,89
	668	647 707 797,23
	669	607 554 449,42
	670	702 924 008,92

	671	631 766 419,40
	672	607 926 393,86
	673	677 109 889,87
	674	665 181 206,15
	675	642 050 323,58
	676	640 781 051,51
	677	633 561 077,44
	678	650 628 530,11
	679	645 838 648,96
	680	643 002 398,86
	681	677 606 650,06
	682	560 874 355,91
	683	647 705 571,75
	684	665 766 966,72
	685	649 722 142,83
	686	638 993 017,93
	687	662 707 530,72
	688	657 166 737,87
	689	652 042 184,37
	690	611 808 256,13
	691	552 619 316,87
	692	636 401 012,08
	693	611 696 862,39
	694	681 356 062,13
	695	669 708 244,83
	696	646 421 597,98
	697	645 221 590,07
	698	637 793 725,54
	699	655 259 258,18
	700	650 247 568,87
	701	647 363 037,23
	702	682 153 374,54
	703	645 203 519,76
	704	651 742 721,92
	705	670 303 342,39
	706	574 039 419,33
	707	643 279 706,88
	708	694 105 916,60
	709	688 469 990,05
	710	683 158 972,44
	711	763 802 484,35
	712	840 702 217,95
	713	901 515 510,50
	714	931 423 262,28
	715	969 851 270,15

	716	997 665 706,60
	717	757 165 134,85
	718	676 100 825,35
	719	667 970 557,95
	720	686 411 634,37
	721	681 131 560,61
	722	678 328 273,05
	723	714 721 790,79
	724	595 815 935,62
	725	682 517 395,93
	726	784 439 346,35
	727	815 790 363,18
	728	740 727 898,04
	729	698 320 235,13
	730	692 116 589,00
	731	730 175 540,43
	732	738 187 143,26
	733	888 621 035,73
	734	739 238 710,85
	735	701 677 708,48
	736	717 978 520,30
	737	709 654 339,65
	738	684 559 537,96
	739	683 226 363,34
	740	675 672 738,46
	741	614 438 173,04
	742	689 160 268,14
	743	686 314 037,57
	744	723 195 818,94
	745	684 156 088,62
	746	691 101 500,85
mardi 27 décembre 2011	747	769 194 046,24
mercredi 28 décembre 2011	748	868 304 759,53
jeudi 29 décembre 2011	749	883 366 687,63

Annexe n°03 : prévisions ventes (flexy) quotidiennes durant 2009/2010 et 2011

Date	Numéro de référence	Prévision ventes
dimanche 4 janvier 2009	1	394414020,18
lundi 5 janvier 2009	2	822392330,99
mardi 6 janvier 2009	3	894170373,99
	4	997803283,48
	5	804712541,90
	6	772760240,91
	7	821008141,63
	8	775547487,54
	9	768009574,33
	10	760740214,15
	11	615172324,62
	12	773606761,58
	13	451058598,99
	14	554984550,47
	15	491382883,97
	16	859567105,36
	17	999746856,55
	18	514746041,72
	19	684138568,46
	20	844651907,75
	21	684761862,87
	22	666809691,40
	23	706822660,89
	24	1098049845,61
	25	748205809,43
	26	488454233,73
	27	438320607,94
	28	437999344,65
	29	405904412,20
	30	502190673,99
	31	620762762,75
	32	489181567,14
	33	486453895,82
	34	755370309,18
	35	688928686,66
	36	473879435,55
	37	622551189,45
	38	595117922,03
	39	519464527,12
	40	680231799,39

	41	454932548,93
	42	455619432,79
	43	747492097,98
	44	1434043635,86
	45	944832540,90
	46	659782436,14
	47	993150497,43
	48	558569112,07
	49	695553513,00
	50	411057397,20
	51	483664630,13
	52	618371071,80
	53	457963566,33
	54	728428883,90
	55	1374727832,03
	56	881031142,80
	57	481461626,12
	58	638778397,16
	59	608469610,44
	60	527419921,83
	61	696797710,68
	62	463952554,55
	63	1128058199,94
	64	758510035,59
	65	1479313902,98
	66	891342290,22
	67	685547335,02
	68	1037417674,16
	69	568781493,64
	70	712828200,97
	71	410838934,32
	72	493831077,08
	73	632997077,22
	74	464461781,15
	75	433417488,08
	76	889997305,55
	77	1195272852,42
	78	910606243,04
	79	651181438,52
	80	620193481,79
	81	536944347,26
	82	721897424,20
	83	473320713,23
	84	468085752,87
	85	881458300,19

	86	1556064652,49
	87	1039492976,83
	88	688486904,00
	89	1046346548,18
	90	568926328,24
	91	717637274,27
	92	409457554,51
	93	494445104,76
	94	634656358,68
	95	464309258,25
	96	432737984,98
	97	649489559,59
	98	895176994,76
	99	492441266,44
	100	673269739,01
	101	641879190,39
	102	550108886,75
	103	751697467,66
	104	482009137,55
	105	473323549,71
	106	931956587,18
	107	1699766124,69
	108	1137975228,88
	109	717532824,34
	110	1151041595,80
	111	588417974,42
	112	747200554,20
	113	416323204,17
	114	500285906,78
	115	656269026,15
	116	473223279,77
	117	435395682,38
	118	900917322,34
	119	933060213,57
	120	497719355,42
	121	679083289,58
	122	649305183,07
	123	549662512,22
	124	756085529,26
	125	482923839,47
	126	1160677979,81
	127	2915377074,69
	128	707273198,34
	129	883378341,03
	130	761108454,94

	131	548255086,04
	132	461520291,30
	133	1039895527,47
	134	777637975,04
	135	1406903486,33
	136	667783697,08
	137	466829599,40
	138	441512077,39
	139	969696567,82
	140	1286142642,28
	141	916387157,82
	142	1019168589,31
	143	1689364218,39
	144	971749031,08
	145	732655707,86
	146	1171824407,10
	147	590500034,38
	148	756577404,75
	149	414461961,14
	150	504784843,68
	151	735520688,01
	152	1211200455,00
	153	600973548,92
	154	770407779,99
	155	413804007,27
	156	508188334,13
	157	668560605,74
	158	473758686,94
	159	746408848,26
	160	1454655168,46
	161	994727266,58
	162	497323931,78
	163	692372452,12
	164	588624302,66
	165	563215084,56
	166	780612087,11
	167	490268101,60
	168	480671373,57
	169	979461376,49
	170	1847626184,81
	171	1236025303,66
	172	744271436,26
	173	1244136593,14
	174	606258274,29
	175	777943287,29

	176	415577203,31
	177	509708673,06
	178	674057261,72
	179	475676770,04
	180	441327974,84
	181	988855317,64
	182	1306686897,33
	183	917816096,50
	184	698221623,52
	185	664513829,10
	186	565488682,39
	187	784239468,79
	188	490012108,10
	189	1215404989,70
	190	1050316981,22
	191	1858692747,53
	192	1242271602,41
	193	749966538,41
	194	1252188454,66
	195	998026342,63
	196	840143099,32
	197	683143314,84
	198	1108954033,03
	199	1063943186,45
	200	1082219109,56
	201	1042172472,51
	202	992581102,18
	203	1015505537,06
	204	1009112751,01
	205	1140705459,11
	206	666937556,44
	207	566419042,94
	208	947149773,00
	209	493619545,59
	210	485231826,58
	211	880401877,76
	212	758457894,47
	213	801428590,16
	214	415596930,35
	215	516705107,62
	216	686887748,31
	217	479031656,61
	218	482535699,94
	219	518644168,44
	220	691778554,60

	221	481345466,93
	222	753340381,42
	223	1894254161,49
	224	959551035,47
	225	498514723,43
	226	535362107,91
	227	507133070,85
	228	396447779,26
	229	499955513,18
	230	399715542,43
	231	1105634042,12
	232	859595618,14
	233	940893893,03
	234	608728129,54
	235	762668857,13
	236	551044949,11
	237	484369420,38
	238	411277421,79
	239	490774143,91
	240	442821771,57
	241	695841180,82
	242	482023962,64
	243	443532969,26
	244	1028560439,46
	245	1052199852,26
	246	506189533,72
	247	511510710,99
	248	482412177,56
	249	1244156010,21
	250	963803830,73
	251	594637324,15
	252	893139189,10
	253	965051467,80
	254	669815590,41
	255	599921449,97
	256	671014602,91
	257	662251588,09
	258	604869653,43
	259	577968564,27
	260	603376555,75
	261	772966555,01
	262	946059643,08
	263	611158788,24
	264	738740511,35
	265	670057102,14

	266	1074667125,62
	267	1207063581,02
	268	678706978,62
	269	852846860,45
	270	1336976287,97
	271	939516859,50
	272	1202542702,88
	273	1116828115,17
	274	1272784080,59
	275	1236780178,04
	276	1332466020,52
	277	704257136,15
	278	841053781,42
	279	571718093,31
	280	774807406,88
	281	785930563,75
	282	669616289,47
	283	682222115,58
	284	903126868,89
	285	1173714481,96
	286	938668353,72
	287	794036848,77
	288	753851585,47
	289	685183973,82
	290	846080010,02
	291	614492039,30
	292	619515849,90
	293	881093579,72
	294	1289977814,81
	295	842915887,56
	296	841043660,92
	297	995323063,22
	298	712386714,65
	299	862051296,42
	300	578996749,42
	301	652313900,86
	302	781353463,86
	303	623127515,45
	304	596188102,63
	305	910880833,21
	306	901106196,16
	307	649582561,76
	308	809861034,08
	309	765555310,56
	310	692088369,50

	311	859843838,16
	312	624840973,12
	313	626205883,59
	314	1266225951,22
	315	2459117254,31
	316	1309679663,93
	317	872977833,12
	318	1032756215,93
	319	722059014,49
	320	879150533,21
	321	578133699,74
	322	665310685,14
	323	796562494,02
	324	630858325,40
	325	600595646,64
	326	1038932430,31
	327	1205834832,34
	328	933975517,92
	329	822298382,09
	330	777015176,70
	331	702812930,75
	332	889129199,24
	333	636338925,66
	334	633610003,82
	335	1067278436,35
	336	1399134051,07
	337	934947277,56
	338	875664390,02
	339	1039854139,24
	340	721253085,14
	341	884382495,55
	342	575857866,68
	343	665604686,84
	344	797536509,48
	345	630195339,79
	346	599305888,24
	347	754365754,20
	348	894716215,74
	349	941298142,34
	350	826605914,39
	351	783613729,08
	352	706384989,27
	353	896886110,04
	354	640138624,22
	355	740510126,85

	356	920976645,54
	357	1436382797,86
	358	963058016,81
	359	719422775,18
	360	1078530327,42
	361	562334871,66
	362	724996041,27
	363	416740813,31
	364	495924181,46
	365	635554678,48
	366	467920874,10
	367	431539375,12
	368	707845769,68
	369	687890324,34
	370	492942849,95
	371	665658470,88
	372	624746092,59
	373	537330399,01
	374	733457630,96
	375	473345162,90
	376	473670579,12
	377	1314084620,20
	378	2572121565,71
	379	836707856,47
	380	737674833,80
	381	1125217166,32
	382	569544043,30
	383	1442898335,41
	384	868854365,64
	385	858045145,93
	386	662770699,42
	387	548203871,35
	388	910082509,73
	389	792704448,67
	390	1861176111,19
	391	677448738,20
	392	873360997,47
	393	468637590,27
	394	411445041,45
	395	506260577,93
	396	647002381,64
	397	457741170,32
	398	439592661,80
	399	918278179,07
	400	510347361,69

	401	738416630,03
	402	672475094,54
	403	574098824,29
	404	748876141,73
	405	412515525,77
	406	504623635,98
	407	646189249,98
	408	466764834,57
	409	435429803,85
	410	683866051,94
	411	654226779,78
	412	490109146,38
	413	677888420,95
	414	535535844,09
	415	550937604,64
	416	755809222,67
	417	480365439,35
	418	472725218,29
	419	968745978,76
	420	1563150937,36
	421	1047007675,23
	422	746117060,78
	423	1164453601,21
	424	578545732,61
	425	754598972,61
	426	414830172,03
	427	505278811,62
	428	650266095,37
	429	468381180,26
	430	438218734,23
	431	932743712,14
	432	937924539,66
	433	674969193,05
	434	1186448362,12
	435	636273356,42
	436	553622751,97
	437	759738649,08
	438	479731874,11
	439	473454809,64
	440	1363323576,22
	441	2679204166,19
	442	1051245120,36
	443	753562457,74
	444	1172111180,34
	445	576993299,02

	446	757037897,19
	447	414371374,95
	448	507214170,51
	449	654147735,56
	450	470289198,36
	451	438732533,89
	452	935995468,14
	453	941369828,02
	454	676841618,86
	455	2338107608,31
	456	1141555638,48
	457	547257870,12
	458	1009544518,27
	459	1008063462,19
	460	1927410852,14
	461	865811440,76
	462	641001481,23
	463	555046040,86
	464	992646145,32
	465	489611321,61
	466	477276947,65
	467	579796575,29
	468	460166100,68
	469	515177009,07
	470	667577874,60
	471	474118111,04
	472	439216637,92
	473	758690114,74
	474	771552776,91
	475	495405609,84
	476	760269255,69
	477	691161086,22
	478	825796395,80
	479	939261967,61
	480	592422238,92
	481	422275053,86
	482	413581619,10
	483	513382670,92
	484	603612421,01
	485	1005770524,44
	486	1018664792,43
	487	767585357,46
	488	563785484,42
	489	416027403,31
	490	899917817,50

	491	1136171404,31
	492	474579781,79
	493	439818267,34
	494	477376898,73
	495	439599615,72
	496	497857476,04
	497	796804311,98
	498	1002944691,84
	499	759071541,16
	500	812620977,54
	501	775086293,76
	502	1050130604,26
	503	1065734244,11
	504	1020942300,14
	505	688535905,61
	506	636464714,55
	507	494556709,10
	508	417967543,54
	509	429850196,22
	510	447575118,80
	511	522990285,38
	512	706995869,81
	513	417496205,52
	514	553936564,95
	515	495088986,64
	516	638990372,03
	517	520364557,71
	518	900113464,30
	519	1119264944,45
	520	403891910,65
	521	643415329,73
	522	826469937,83
	523	1817227762,94
	524	767613344,62
	525	944594107,98
	526	895037079,06
	527	497789410,27
	528	602397378,10
	529	396670613,15
	530	780116454,92
	531	570629886,22
	532	506539419,37
	533	539824569,85
	534	573059556,35
	535	739658255,18

	536	454359918,06
	537	671409049,55
	538	738649480,34
	539	485403758,63
	540	592028929,72
	541	420344449,39
	542	431750666,75
	543	520367088,77
	544	875625539,44
	545	985799302,68
	546	586921640,42
	547	1058578578,32
	548	500066397,15
	549	614101445,04
	550	405811020,70
	551	457993452,25
	552	562114411,13
	553	437077077,77
	554	416123594,68
	555	717963289,48
	556	1138166330,82
	557	965147503,85
	558	564531916,30
	559	537136010,68
	560	488356963,93
	561	595966266,01
	562	431321252,56
	563	438028279,76
	564	750656549,30
	565	764622334,14
	566	1333783776,29
	567	619740532,39
	568	675479219,60
	569	507538766,32
	570	626359459,50
	571	403867641,81
	572	473285338,62
	573	575715985,94
	574	445792245,53
	575	420895892,23
	576	725437037,71
	577	735495464,59
	578	452658753,81
	579	1051439345,83
	580	719528757,01

	581	499342660,21
	582	625364579,28
	583	444839458,60
	584	446252814,63
	585	760267912,22
	586	948460859,16
	587	672731515,58
	588	620689686,85
	589	678494998,90
	590	504967013,07
	591	631237743,24
	592	400508159,01
	593	472768989,66
	594	575048145,28
	595	444180571,34
	596	418683129,13
	597	731512623,14
	598	641165807,72
	599	766589630,86
	600	1073482359,41
	601	550139267,48
	602	501173774,64
	603	628835581,83
	604	448443888,22
	605	444076641,88
	606	779488238,13
	607	969930287,26
	608	692731731,91
	609	630227692,52
	610	705889306,61
	611	513670720,09
	612	635838270,21
	613	411914645,83
	614	467282423,14
	615	578127449,33
	616	450425654,97
	617	417497063,87
	618	739716247,80
	619	747796801,93
	620	758287766,18
	621	1079949188,99
	622	560521639,68
	623	497514701,81
	624	631689381,54
	625	448790841,54

	626	454980916,97
	627	780316068,01
	628	691472837,04
	629	1250255932,12
	630	645711510,14
	631	734521209,18
	632	518417017,54
	633	650843326,21
	634	404924788,74
	635	479428243,88
	636	585748561,15
	637	432413457,79
	638	427013897,41
	639	755972817,12
	640	773911324,50
	641	464969817,61
	642	786678775,15
	643	1275067248,90
	644	1088351552,36
	645	776090587,80
	646	804588348,59
	647	880155045,02
	648	998807092,14
	649	1054845921,97
	650	2897231139,15
	651	643518394,48
	652	739443204,56
	653	523961214,40
	654	658041409,21
	655	405254111,66
	656	476061170,12
	657	584692029,17
	658	445925124,72
	659	421447529,90
	660	756923436,87
	661	1196245782,34
	662	961546611,94
	663	586946405,13
	664	423507495,80
	665	509939690,83
	666	646001699,88
	667	454631782,20
	668	449649694,78
	669	817159356,15
	670	1059310627,96

	671	755245510,70
	672	649155870,66
	673	759535268,66
	674	526844480,49
	675	659232623,79
	676	408093667,43
	677	474720028,34
	678	585586218,91
	679	446779185,19
	680	424557979,21
	681	767874887,25
	682	1207852276,79
	683	964111706,76
	684	587865314,80
	685	564149381,02
	686	513242374,48
	687	649850297,11
	688	453330593,75
	689	450317625,77
	690	818036355,70
	691	1014717377,36
	692	942150160,62
	693	658323008,90
	694	764770918,05
	695	523741822,19
	696	661016073,28
	697	407347528,50
	698	477027715,50
	699	590064888,63
	700	449200485,99
	701	425070805,01
	702	769876761,79
	703	787574092,82
	704	464681042,06
	705	593239481,36
	706	990071880,12
	707	790982104,25
	708	947130014,60
	709	454345518,43
	710	452352872,74
	711	884842762,34
	712	843454155,31
	713	671821216,15
	714	719258303,04
	715	809415292,71

	716	706483875,15
	717	2623836293,48
	718	852517879,59
	719	484829309,90
	720	601003514,33
	721	452133812,00
	722	424209551,96
	723	787170483,50
	724	1232085403,77
	725	960677691,25
	726	1122105033,81
	727	731009343,88
	728	816941196,13
	729	841331925,42
	730	460370887,30
	731	815592622,57
	732	480203988,41
	733	1688348319,04
	734	1560544627,62
	735	794551514,08
	736	569728299,93
	737	486955464,62
	738	681678396,84
	739	408782478,01
	740	478435215,89
	741	1061991456,93
	742	841108582,15
	743	424665883,33
	744	792447707,76
	745	809828994,26
	746	469046260,78
mardi 27 décembre 2011	747	852777606,77
mercredi 28 décembre 2011	748	1085746649,71
jeudi 29 décembre 2011	749	1429429090,37

**Annexe n°04 : montants versés au profit des maintenances quotidiens durant 2009/2010
et 2011**

Date	Numéro de référence	Maintenance
dimanche 4 janvier 2009	1	257 593 702,31
lundi 5 janvier 2009	2	273 330 526,54
mardi 6 janvier 2009	3	20 279 839,47
	4	131 571 597,10
	5	75 104 896,59
	6	18 357 325,71
	7	14 654 123,46
	8	1 003 543,14
	9	10 008 368,13
	10	70 994 261,43
	11	76 049 306,02
	12	18 028 632,40
	13	51 530 312,86
	14	19 512 767,12
	15	151 019 412,23
	16	121 765 721,49
	17	38 722 835,62
	18	58 449 229,71
	19	90 241 299,24
	20	58 256 198,11
	21	54 891 710,57
	22	61 247 500,45
	23	335 736 453,14
	24	113 389 458,96
	25	29 230 457,53
	26	13 654 966,29
	27	8 611 155,08
	28	3 702 271,31
	29	21 720 309,98
	30	45 417 912,32
	31	30 389 596,60
	32	29 687 850,01
	33	117 049 031,35
	34	58 011 558,37
	35	15 981 501,30
	36	46 130 105,82
	37	63 490 626,26
	38	40 243 738,54

	39	57 651 824,64
	40	19 188 844,03
	41	19 532 165,27
	42	113 954 694,16
	43	288 846 729,03
	44	288 846 103,76
	45	84 980 145,50
	46	198 281 937,51
	47	51 126 217,43
	48	95 230 990,61
	49	5 362 950,45
	50	28 748 958,73
	51	44 932 517,57
	52	20 368 353,68
	53	237 742 295,20
	54	287 071 442,55
	55	152 419 431,46
	56	17 507 023,38
	57	49 409 608,54
	58	67 712 151,76
	59	42 802 693,98
	60	60 984 850,53
	61	22 050 274,86
	62	367 120 418,45
	63	156 127 654,37
	64	297 960 067,70
	65	272 181 569,82
	66	93 244 057,95
	67	207 047 747,01
	68	54 307 321,30
	69	100 693 547,42
	70	5 292 458,40
	71	32 026 245,41
	72	47 869 091,64
	73	22 452 064,91
	74	12 568 967,68
	75	100 838 330,99
	76	378 436 736,34
	77	187 432 892,77
	78	51 917 100,89
	79	71 421 378,50
	80	45 869 639,85
	81	66 061 371,23
	82	25 022 832,62
	83	23 512 000,27

	84	157 427 760,24
	85	313 414 501,48
	86	317 840 986,57
	87	94 184 279,00
	88	208 811 493,05
	89	54 351 089,92
	90	102 215 531,81
	91	4 847 230,84
	92	32 223 712,40
	93	48 200 392,97
	94	22 402 834,64
	95	12 349 774,14
	96	82 507 222,96
	97	98 957 521,75
	98	19 714 133,89
	99	56 379 806,32
	100	78 281 085,23
	101	50 105 838,90
	102	72 069 806,82
	103	27 778 478,74
	104	25 183 002,87
	105	173 759 480,96
	106	342 334 358,81
	107	347 954 999,04
	108	103 489 145,15
	109	229 731 039,98
	110	60 423 684,83
	111	111 563 173,06
	112	7 059 973,67
	113	34 103 557,18
	114	52 535 496,51
	115	25 260 763,53
	116	13 206 042,77
	117	164 418 171,90
	118	106 528 279,47
	119	20 777 494,72
	120	57 557 958,10
	121	80 634 530,67
	122	49 960 612,86
	123	72 954 918,12
	124	28 068 493,61
	125	376 628 898,65
	126	620 243 007,65
	127	61 285 117,93
	128	93 756 700,60

	129	73 460 372,90
	130	30 046 516,75
	131	13 107 927,47
	132	204 235 281,09
	133	123 874 370,85
	134	459 453 365,16
	135	54 845 272,68
	136	23 208 409,50
	137	15 177 836,68
	138	117 055 850,00
	139	406 595 432,04
	140	187 915 352,07
	141	202 824 814,10
	142	344 892 666,98
	143	315 609 679,87
	144	108 843 557,04
	145	238 023 802,01
	146	62 653 503,61
	147	116 681 997,58
	148	6 225 575,08
	149	33 386 297,02
	150	109 250 500,86
	151	241 724 071,99
	152	64 335 593,69
	153	118 908 260,18
	154	6 247 887,42
	155	36 650 200,56
	156	54 999 779,47
	157	25 431 199,69
	158	243 000 704,64
	159	301 970 088,63
	160	188 035 839,14
	161	20 695 512,62
	162	60 243 805,35
	163	61 383 666,80
	164	54 323 580,18
	165	77 900 134,32
	166	30 397 889,77
	167	27 528 198,58
	168	189 121 318,75
	169	372 144 803,51
	170	377 943 224,72
	171	112 052 445,44
	172	248 297 203,27
	173	65 981 351,99

	174	121 287 358,98
	175	6 819 359,05
	176	37 139 138,75
	177	56 100 072,67
	178	26 045 885,20
	179	15 118 171,12
	180	120 953 919,70
	181	412 958 059,99
	182	188 066 719,75
	183	61 423 723,64
	184	85 440 964,21
	185	55 056 105,90
	186	78 633 636,28
	187	30 316 396,12
	188	394 146 214,01
	189	133 786 430,80
	190	374 364 233,49
	191	379 844 740,30
	192	113 881 629,06
	193	249 905 463,92
	194	118 896 597,36
	195	88 505 734,53
	196	58 317 143,63
	197	225 788 508,55
	198	214 533 855,34
	199	349 658 037,25
	200	339 424 907,98
	201	121 711 378,65
	202	194 544 463,70
	203	199 120 344,41
	204	234 898 908,46
	205	86 208 257,70
	206	55 355 371,97
	207	111 818 838,56
	208	31 460 075,42
	209	28 983 570,37
	210	98 253 831,32
	211	113 439 337,24
	212	123 489 045,01
	213	6 753 439,79
	214	38 009 891,91
	215	57 404 117,83
	216	26 667 703,08
	217	17 760 069,22
	218	40 018 776,02

	219	59 657 972,58
	220	27 863 179,95
	221	245 055 324,63
	222	394 885 935,13
	223	301 394 948,69
	224	33 476 188,91
	225	28 409 852,20
	226	22 319 974,55
	227	653 110,94
	228	33 838 871,95
	229	1 051 690,00
	230	224 591 763,01
	231	93 866 860,25
	232	170 441 496,31
	233	64 863 198,37
	234	245 082 450,61
	235	30 622 633,78
	236	27 983 621,34
	237	3 328 740,15
	238	31 077 934,93
	239	15 579 121,21
	240	60 473 722,36
	241	28 080 539,66
	242	15 828 558,63
	243	129 032 209,61
	244	206 036 682,83
	245	22 477 949,14
	246	23 587 487,80
	247	27 777 339,39
	248	254 679 341,10
	249	311 524 586,54
	250	63 567 194,98
	251	100 330 054,18
	252	184 185 203,56
	253	21 076 665,49
	254	7 241 660,90
	255	35 066 826,57
	256	20 013 204,04
	257	13 439 742,07
	258	3 206 206,81
	259	13 174 897,27
	260	67 581 244,08
	261	77 409 627,21
	262	15 771 506,42
	263	56 148 144,86

	264	21 556 838,31
	265	165 139 568,87
	266	131 144 525,74
	267	37 622 705,55
	268	57 779 487,05
	269	157 470 435,21
	270	75 987 262,21
	271	128 098 719,81
	272	111 371 879,93
	273	229 188 634,15
	274	210 623 670,47
	275	234 322 761,64
	276	45 427 888,36
	277	86 881 525,34
	278	3 036 894,27
	279	42 164 631,93
	280	45 241 823,25
	281	34 670 975,97
	282	38 407 696,52
	283	68 694 680,19
	284	383 391 535,47
	285	192 597 544,75
	286	45 517 746,60
	287	61 763 500,83
	288	39 712 230,09
	289	56 426 616,65
	290	16 883 438,62
	291	18 446 551,13
	292	101 466 886,36
	293	262 819 421,97
	294	272 643 741,45
	295	86 913 846,47
	296	192 615 542,07
	297	48 020 605,88
	298	93 412 911,86
	299	5 299 480,10
	300	28 478 358,04
	301	44 311 917,14
	302	19 690 821,44
	303	10 923 805,96
	304	112 164 542,32
	305	68 645 743,19
	306	17 658 958,92
	307	48 619 599,38
	308	65 528 155,26

	309	41 935 885,01
	310	59 152 020,32
	311	20 210 014,88
	312	20 590 722,97
	313	407 201 087,27
	314	512 051 220,71
	315	241 548 195,64
	316	96 872 231,12
	317	199 793 988,88
	318	51 108 455,37
	319	98 735 049,78
	320	5 031 132,05
	321	32 576 735,86
	322	47 385 699,93
	323	22 179 922,02
	324	12 330 238,46
	325	96 181 943,85
	326	393 325 942,91
	327	191 130 519,55
	328	51 058 407,14
	329	69 216 948,56
	330	45 393 584,12
	331	64 980 875,02
	332	23 906 611,84
	333	22 964 183,50
	334	160 910 137,83
	335	285 050 162,21
	336	302 471 061,57
	337	97 707 652,86
	338	201 150 524,44
	339	50 849 912,50
	340	100 364 771,78
	341	4 323 656,54
	342	32 669 056,37
	343	47 580 836,24
	344	21 966 193,58
	345	11 918 547,71
	346	38 631 817,74
	347	290 935 122,38
	348	192 542 528,64
	349	51 900 120,38
	350	71 340 433,41
	351	46 544 234,37
	352	66 518 797,97
	353	25 128 032,17

	354	22 860 757,11
	355	167 679 774,04
	356	292 619 250,35
	357	311 566 898,89
	358	101 226 513,91
	359	208 654 659,08
	360	53 601 547,74
	361	102 899 248,84
	362	6 939 950,75
	363	31 990 662,19
	364	48 700 965,56
	365	23 659 448,78
	366	11 843 902,10
	367	100 677 619,61
	368	59 318 440,47
	369	19 854 687,63
	370	53 194 012,45
	371	74 133 384,41
	372	46 052 444,44
	373	67 333 926,52
	374	25 365 640,16
	375	25 398 595,93
	376	422 199 950,24
	377	534 355 335,92
	378	270 334 017,50
	379	106 914 284,80
	380	217 677 732,05
	381	55 902 524,48
	382	286 051 889,57
	383	171 032 221,96
	384	91 879 837,47
	385	54 122 860,14
	386	30 942 124,06
	387	164 924 834,28
	388	255 053 840,08
	389	607 967 840,69
	390	219 764 448,61
	391	172 908 457,56
	392	23 854 198,34
	393	5 481 150,45
	394	35 307 353,58
	395	50 876 770,61
	396	20 290 468,61
	397	14 317 287,25
	398	105 247 379,02

	399	23 274 604,17
	400	107 092 847,99
	401	53 172 857,52
	402	57 357 967,27
	403	110 338 135,10
	404	5 626 313,79
	405	34 733 314,68
	406	50 847 117,88
	407	23 286 270,84
	408	13 085 273,59
	409	92 937 675,31
	410	52 472 812,53
	411	19 281 385,22
	412	55 591 443,49
	413	45 379 310,83
	414	50 438 649,77
	415	71 770 986,19
	416	27 622 038,87
	417	25 094 174,21
	418	182 897 560,05
	419	318 470 419,27
	420	338 733 911,39
	421	109 540 069,59
	422	225 265 368,22
	423	58 777 267,91
	424	112 115 799,92
	425	6 345 851,37
	426	34 939 040,20
	427	51 668 203,46
	428	23 806 412,47
	429	13 975 233,90
	430	108 552 220,95
	431	175 868 398,66
	432	218 901 380,33
	433	235 739 150,31
	434	77 838 993,54
	435	51 304 708,17
	436	72 552 984,02
	437	27 418 146,01
	438	25 328 010,93
	439	437 740 060,62
	440	555 693 267,09
	441	340 096 419,81
	442	111 864 089,21
	443	226 747 867,86

	444	58 280 402,93
	445	112 874 959,16
	446	6 203 214,00
	447	35 549 340,09
	448	52 453 703,05
	449	24 420 813,03
	450	14 139 181,04
	451	109 207 361,89
	452	176 982 898,67
	453	219 502 444,29
	454	470 608 675,74
	455	231 832 588,86
	456	30 766 598,83
	457	201 224 548,75
	458	197 715 600,42
	459	624 813 364,30
	460	149 878 460,50
	461	78 779 370,62
	462	51 594 871,28
	463	117 572 971,45
	464	28 778 381,58
	465	26 429 119,12
	466	57 620 267,53
	467	12 844 604,49
	468	38 059 689,29
	469	55 166 798,27
	470	25 653 216,82
	471	14 293 430,06
	472	244 631 121,40
	473	157 016 838,56
	474	20 347 804,77
	475	149 884 326,56
	476	59 755 416,51
	477	139 253 854,79
	478	172 545 140,11
	479	63 694 870,50
	480	5 579 270,41
	481	3 802 991,29
	482	23 764 514,09
	483	42 050 928,51
	484	198 383 939,90
	485	189 348 188,27
	486	119 290 494,28
	487	52 635 126,69
	488	6 717 972,45

	489	285 629 307,92
	490	232 491 026,61
	491	25 801 705,40
	492	14 485 377,54
	493	26 582 967,49
	494	9 094 610,82
	495	20 842 148,32
	496	157 133 902,96
	497	122 950 884,21
	498	153 753 718,72
	499	82 951 038,79
	500	76 641 808,30
	501	210 744 980,94
	502	339 817 492,52
	503	327 945 622,44
	504	94 572 470,61
	505	47 351 447,72
	506	19 107 654,66
	507	7 564 502,23
	508	7 060 398,59
	509	16 644 549,25
	510	41 188 690,82
	511	62 435 010,21
	512	7 374 757,76
	513	51 112 247,24
	514	20 183 783,15
	515	48 683 999,31
	516	40 088 941,10
	517	290 307 273,23
	518	228 122 564,26
	519	1 905 270,06
	520	78 673 922,81
	521	87 168 039,82
	522	370 765 920,73
	523	118 477 497,27
	524	302 990 705,92
	525	161 164 291,33
	526	32 118 136,71
	527	62 924 000,07
	528	719 258,63
	529	75 542 915,60
	530	34 463 094,02
	531	35 330 216,76
	532	46 895 440,70
	533	35 973 467,33

	534	110 395 025,97
	535	12 008 017,34
	536	217 474 417,89
	537	150 128 975,73
	538	28 326 976,79
	539	39 755 410,95
	540	8 345 626,85
	541	11 777 446,08
	542	40 487 631,86
	543	177 117 836,78
	544	188 124 381,75
	545	61 464 519,82
	546	134 199 989,58
	547	32 823 960,17
	548	66 461 549,24
	549	3 632 881,66
	550	19 740 955,21
	551	32 793 857,42
	552	13 436 079,16
	553	6 994 655,84
	554	65 255 334,23
	555	366 148 708,47
	556	195 587 375,54
	557	34 287 149,94
	558	46 027 372,42
	559	29 245 515,72
	560	40 542 050,96
	561	11 879 257,85
	562	13 757 992,00
	563	114 707 514,32
	564	246 407 556,62
	565	269 031 535,54
	566	71 953 653,22
	567	136 441 440,94
	568	35 145 764,92
	569	70 169 717,37
	570	3 013 359,45
	571	24 490 890,88
	572	35 455 179,66
	573	16 181 479,38
	574	8 532 469,33
	575	66 755 086,82
	576	109 027 438,02
	577	11 665 964,57
	578	212 640 517,70

	579	146 022 527,54
	580	32 666 834,26
	581	46 465 330,24
	582	16 231 637,57
	583	16 353 056,48
	584	117 794 891,80
	585	191 845 103,08
	586	214 045 958,26
	587	72 255 731,33
	588	137 042 112,08
	589	34 345 904,10
	590	71 646 378,66
	591	1 942 471,17
	592	24 330 303,69
	593	35 323 443,79
	594	15 673 645,74
	595	7 819 374,91
	596	67 981 430,24
	597	78 821 343,60
	598	246 828 567,28
	599	218 635 120,86
	600	50 221 207,45
	601	33 236 597,69
	602	47 161 787,35
	603	17 392 123,42
	604	15 666 176,57
	605	123 990 353,92
	606	196 175 174,53
	607	220 410 674,89
	608	75 303 125,67
	609	142 587 684,82
	610	37 051 173,19
	611	73 037 246,44
	612	5 578 645,32
	613	22 625 532,87
	614	35 924 890,49
	615	17 641 055,44
	616	7 437 137,24
	617	69 635 116,68
	618	112 958 214,24
	619	244 124 527,33
	620	219 932 092,72
	621	53 572 537,88
	622	32 096 437,44
	623	47 735 905,42

	624	17 503 769,79
	625	19 107 227,05
	626	124 253 972,11
	627	222 573 776,28
	628	251 538 561,86
	629	80 249 983,39
	630	148 365 084,67
	631	38 525 606,30
	632	77 578 426,66
	633	3 350 331,69
	634	26 398 226,14
	635	37 414 931,93
	636	11 966 514,06
	637	10 503 948,24
	638	72 913 492,25
	639	121 313 047,15
	640	14 132 811,15
	641	159 467 765,20
	642	259 378 176,46
	643	214 261 021,90
	644	76 796 285,71
	645	82 673 373,59
	646	153 481 443,68
	647	322 196 649,93
	648	132 849 340,89
	649	931 324 230,95
	650	79 547 414,52
	651	149 357 449,85
	652	40 249 161,59
	653	79 758 501,49
	654	3 455 309,83
	655	25 352 080,57
	656	37 207 447,72
	657	16 222 846,90
	658	8 710 093,56
	659	73 104 327,42
	660	384 503 407,82
	661	194 506 847,29
	662	38 803 309,92
	663	9 374 454,39
	664	35 965 545,38
	665	50 613 932,16
	666	19 384 190,24
	667	17 424 352,66
	668	136 124 799,04

	669	214 269 588,76
	670	240 306 910,82
	671	81 347 066,54
	672	153 415 735,57
	673	41 144 816,09
	674	80 116 195,46
	675	4 360 495,22
	676	24 935 105,64
	677	37 380 732,76
	678	16 491 766,77
	679	9 712 413,75
	680	75 313 557,10
	681	388 176 768,68
	682	194 972 305,80
	683	38 986 824,68
	684	54 739 335,19
	685	36 994 302,34
	686	51 389 341,59
	687	18 965 137,13
	688	17 635 085,98
	689	136 405 445,11
	690	199 483 622,92
	691	188 759 124,19
	692	84 278 421,57
	693	154 474 033,25
	694	40 179 954,22
	695	80 655 738,17
	696	4 122 636,12
	697	25 651 912,79
	698	38 257 602,96
	699	17 254 538,07
	700	9 877 665,84
	701	75 716 879,49
	702	125 679 294,34
	703	14 074 527,33
	704	40 071 523,51
	705	321 016 734,27
	706	155 753 238,70
	707	111 510 532,42
	708	19 291 637,10
	709	18 277 049,54
	710	178 961 025,22
	711	169 987 682,75
	712	133 909 904,69
	713	64 930 680,83

	714	83 421 203,87
	715	60 975 447,87
	716	801 077 743,46
	717	273 009 816,43
	718	28 074 956,44
	719	40 397 145,22
	720	18 178 398,76
	721	9 600 035,00
	722	79 203 900,37
	723	395 856 382,33
	724	194 162 339,54
	725	227 969 962,22
	726	67 908 599,06
	727	255 171 127,07
	728	143 892 746,57
	729	21 231 877,80
	730	83 535 287,42
	731	17 227 121,74
	732	342 515 458,86
	733	498 052 831,43
	734	127 849 882,68
	735	35 197 460,45
	736	28 744 301,72
	737	86 908 934,66
	738	4 580 053,20
	739	26 088 440,05
	740	208 279 070,11
	741	167 319 677,34
	742	9 747 069,75
	743	80 268 585,80
	744	132 792 315,27
	745	14 948 900,47
	746	172 844 818,87
mardi 27 décembre 2011	747	220 348 989,67
mercredi 28 décembre 2011	748	32 880 399,85
jeudi 29 décembre 2011	749	1429429090,37

Annexe n°05 : solde global de trésorerie du premier trimestre de l'année 2012

Date	Numéro de référence	Solde global de trésorerie
lundi 2 janvier 2012	750	952 546 787,92
mardi 3 janvier 2012	751	943 079 220,39
mercredi 4 janvier 2012	752	885 609 058,43
	753	792 058 401,84
	754	701 260 752,74
	755	675 587 067,94
	756	695 384 082,78
	757	703 348 030,60
	758	701 314 232,94
	759	704 332 399,57
	760	699 882 885,96
	761	688 776 361,30
	762	715 031 698,99
	763	713 051 672,36
	764	744 820 410,88
	765	861 002 257,65
	766	808 987 288,53
	767	717 626 394,66
	768	637 090 692,52
	769	728 619 555,54
	770	729 438 958,83
	771	708 227 651,43
	772	699 256 018,62
	773	707 874 439,13
	774	758 414 068,40
	775	775 596 153,27
	776	731 620 631,29
	777	723 040 026,59
	778	706 297 454,48
	779	706 104 594,52
	780	737 478 476,71
	781	751 964 851,57
	782	742 489 100,67
	783	729 819 277,55
	784	745 147 498,68
	785	715 203 198,10
	786	720 342 427,48
	787	660 433 951,29
	788	722 244 635,00
	789	714 675 197,16

	790	731 582 039,98
	791	729 336 918,48
	792	726 184 104,42
	793	715 260 221,42
	794	787 895 197,74
	795	736 618 020,88
	796	720 030 801,56
	797	775 705 830,91
	798	766 938 551,11
	799	749 258 732,37
	800	748 284 341,11
	801	743 018 037,28
	802	756 809 867,80
	803	753 214 226,49
	804	751 332 325,67
	805	778 946 252,65
	806	677 064 553,75
	807	756 578 871,72
	808	771 209 935,66
	809	758 778 889,79
	810	750 964 998,67
	811	768 216 515,19
	812	765 019 875,34
	813	761 336 474,62
	814	730 162 800,00
	815	662 201 466,61
	816	768 900 450,72
	817	749 470 244,31
	818	806 157 866,86
	819	796 770 086,28
mercredi 28 mars 2012	820	778 104 095,05
jeudi 29 mars 2012	821	777 295 932,86