

La République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

ECOLE SUPERIEURE DE COMMERCE

**Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en
sciences Financières et comptabilité**

Spécialité : Finance d'entreprise

THEME :

**Evaluation des provisions en assurance
automobile**

Cas : Société Nationale d'Assurance (SAA)

Elaboré par :

ALIOUA Kaoutar

ARBANE Ibtissem

Encadré par :

Dr CHOUCHAOUI Lamia

Année universitaire 2022/2023

La République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

ECOLE SUPERIEURE DE COMMERCE

**Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en
sciences Financières et comptabilité**

Spécialité : Finance d'entreprise

THEME :

**Evaluation des provisions en assurance
automobile**

Cas : Société Nationale d'Assurance (SAA)

Elaboré par :

ALIOUA Kaoutar

ARBANE Ibtissem

Encadré par :

Dr CHOUCHAOUI Lamia

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage, la volonté, la patience durant nos années d'étude et les moyens pour accomplir ce travail.

Avant d'exposer les résultats de ce mémoire, nous tenons à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements à tous ceux qui ont contribué à le réaliser et ceux qui nous ont fait l'honneur de le juger.

Nous souhaitons également adresser nos sincères remerciements à Madame Chouchaoui Lamia, qui a accepté de superviser ce travail avec honneur. Nous apprécions sa bienveillance, ses conseils, ses orientations et toute l'aide précieuse qu'elle nous a apportée tout au long de notre travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à Mr Le Docteur BENLLES Billel et ce, pour son dévouement ainsi que ses précieux conseils et recommandations

Nos plus vifs remerciements vont à Madame Bouabdallah Rania, chef de service adjoint du reporting et du suivi de performance au sein de la SAA. Nous sommes reconnaissantes pour ses conseils, sa disponibilité et en particulier pour sa contribution dans la collecte des données nécessaires. Nous vous exprimons notre respect et notre gratitude sincère.

Nous exprimons également notre reconnaissance envers les enseignants de l'école supérieure de commerce qui ont partagé leur savoir tout au long de notre parcours universitaire.

Je dédie ce travail

A ma chère mère

Mon cher et adorable PAPA

Vous n'avez jamais cessé de formuler des prières pour moi, de me soutenir et de m'épauler afin que je puisse atteindre mes objectifs. Votre amour inconditionnel et votre encouragement ont été des sources d'inspiration et de force tout au long de mon parcours.

A mes sœurs, pour leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études

A mon cher binôme, je tiens à exprimer ma gratitude pour notre entente et notre sympathie. Notre collaboration a été fructueuse, et je suis reconnaissante d'avoir pu compter sur toi tout au long de ce travail.

A mes chers amis, je vous suis reconnaissante pour votre soutien et votre aide. Votre présence à mes côtés, vos encouragements et vos conseils ont été des éléments précieux pour ma réussite.

A tous ceux qui me sont chers

Ibtissem

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour

A ma chère mère Malika

A mon cher père Abderrahmane

Qui ont consacré leur existence pour bâtir la mienne, pour leur soutien, patience et soucis de tendresse et d'affection pour tous ce qu'ils ont fait pour que je puisse arriver à ce stade

Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserve et vous accorde santé, bonheur et longue vie

A mes chères sœurs Amira, Anfel et Ibtihel

A mes chers frères Amir et Housseem

Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous Merci pour votre appui et vos encouragements permanents, que dieu vous préserve et vous guide dans votre vie.

A l'âme bienveillante de mon grand-père Boukhemisse source d'inspiration éternelle.

A toutes la famille Bourouayeh et mes chères cousines : Ikram, Ilham, Aya et Amani

Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur. Puisse Dieu vous garde, éclaire votre route et vous aide à réaliser à votre tour vos vœux les plus chers.

A mon très cher binôme Ibtissem, Merci d'avoir été un binôme extraordinaire, toujours prête à apporter ton soutien et à partager tes connaissances. Notre collaboration a été une expérience enrichissante qui a forgé des liens durables.

A mes chères amies pour leurs aides et supports dans les moments difficiles que dieu vous protège et vous accorde le bonheur et la réussite dans votre vie.

Enfin à moi-même, étant fière aujourd'hui d'avoir fait preuve de courage, de persévérance et content à de nombreux sacrifices pour arriver à ce jour et enfin récolter les fruits de mon travail

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

SOMMAIRE

Liste des tableaux	V
Liste des figures	VII
Liste des abréviations	VIII
Liste des annexes	IX
Résumé	X
Introduction générale	A
Chapitre 1 : Généralités sur l'activité des assurances	1
Section 1 : Les bases techniques de l'assurance.....	3
Section 02 : L'assurance automobile	13
Section 03 : Le marché algérien des assurances.....	26
Chapitre 02 : Provisionnement en assurance non vie	40
Section 1 : Cadre réglementaire de provisionnement en assurance non vie.....	42
Section 02 : Méthodes d'évaluation déterministes et stochastiques des provisions techniques.....	49
Section 03 : Introduction à la théorie des copules.....	59
Chapitre 3 : Evaluation des provisions pour sinistre a payer :Etude empirique	69
Section 01 : présentation générale des données	71
Section 02 : Application des méthodes déterministes et stochastiques	76
Section 03 : Application de la théorie des copules.....	88
Conclusion générale	97
Bibliographie	
Annexes	
Table des matières	

Liste des tableaux

Titre	Page
Tableau N°01 : Production du secteur des assurances du quatrième trimestre 2022	44
Tableau N°02 : Situation des sinistres du marché des assurances au 31/12/2022 (en montant)	35
Tableau N°03 : Situation des sinistres du marché des assurances au 31/12/2022(en nombre)	36
Tableau N°04 : Taux de règlements des sinistres au 31/12/2022	36
Tableau N°05 : Production des assurances de dommages au 31/12/2022 par branche	37
Tableau N°06 : Bilan d'une compagnie d'assurance	44
Tableau N°07 : Les exemples des copules archimédiennes	66
Tableau N°08 : Statistique des règlements sinistres sur la période 2012-2020	74
Tableau N°09 : Les facteurs de développement en fonction des années de développement	76
Tableau N°10 : Les provisions totales par année de survenance	78
Tableau N°11 : Les facteurs de développement et les coefficients de variation par année de survenance selon la méthode de Mack	79
Tableau N°12 : Les provisions totales par année de survenance et l'erreur quadratique ainsi que les erreurs en pourcentage des provisions pour la RC corporelle et la RC matérielle	82
Tableau N°13 : Intervalles de confiance des provisions calculés par le modèle de Mack selon la loi normale	83
Tableau N°14 : Calculs de la variance	84
Tableau N°15 : Intervalles de confiance des provisions calculés par le modèle de Mack selon la loi log-normale	84
Tableau N°16 : Résultats de la méthode Bootstrap pour la RC Matérielle à l'aide du logiciel R	85
Tableau N°17 : Résultats de la méthode Bootstrap pour la RC Corporelle à l'aide du logiciel R	86
Tableau N°18 : Test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov	90
Tableau N°19 : Estimation des paramètres de la loi Normale	90
Tableau N°20 : Estimation des paramètres des différentes familles de copules bivariées	92
Tableau N°21 : Estimation des provisions techniques par la théorie des copules.	94
Tableau N°22 : Comparaison de la moyenne des provisions techniques	94
Tableau N°23 : Comparaison de l'erreur quadratique des provisions techniques	95

Liste des figures

Figure 1 : Les différents types de l'assurance de dommages	10
Figure 2 : Les différents types de l'assurance de personnes	12
Figure 3 : Structure des provisions pour SAP	44
Figure 4 : Présentation du triangle de liquidation	73
Figure 5 : Règlements des sinistres automobiles matériels survenus en 2012 sur la	75
Figure 6 : Règlements des sinistres automobiles corporels survenus en 2012 sur la période 2012-2020	75
Figure 7 : Evolution des facteurs de développement	77
Figure 8 : Evolution des facteurs de développement	79
Figure 9 : Graphique des résidus pour la RC corporelle	81
Figure 10 : Graphique des résidus pour la RC matérielle	81
Figure 11 : représentation graphique des résultats obtenus pour la RC Corporelle	87
Figure 12 : représentation graphique des résultats obtenus pour la RC Matérielle	87
Figure 13 : La densité Joe Copula ($\rho = 3,06$, $\tau = 0,53$)	92
Figure 14 : Le contour de Joe Copula densité ($\rho = 3,06$, $\tau = 0,53$)	93
Figure 15 : Echantillon simulé des provisions pour sinistres à payer à partir de la copule de Joe	93

Liste des abréviations

AD	Assurance Dommages
AP	Assurance De Personnes
APN	Assemblée Populaire Nationale
CAAR	Compagnie Algérienne D'assurance Et De Réassurance
CAAT	Compagnie Algérienne Des Assurances
CAGEX	Compagnie Algérienne D'assurance Et De Garantie Des Exportations
CASH	Compagnie D'assurance Des Hydrocarbures
CAT-NAT	Catastrophes Naturelles
CCR	Compagnie Centrale De Réassurance
CIAR	Compagnie Internationale D'assurance Et De Réassurance
CNA	Conseil National Des Assurances
CNMA	Caisse Nationale Des Mutualités Agricoles
CSA	Commission De Supervision Des Assurances
CV	Coefficient De Variation
GAM	Société Générale D'assurance Méditerranéenne
GIG	Golf Insurance Group
IARD	Incendies Et Risques Divers
Maatec	Mutuelle Algérienne D'assurance Des Travailleurs De L'éducation Et De La Culture
MSEP	Mean Squared Error Of Prediction
PPE	Provision Pour Egalisation
PPNA	Provision Pour Prime Non Acquise
PPRE	Provision Pour Risque En Cours
PSAP	Provision Pour Sinistre A Payer
RC	Responsabilité Civile
SAA	Société Algérienne D'assurance
Se	Standard Error
TALA	Taamine Life Algeria
UAR	Unité Algérienne Des Sociétés D'assurance Et De Réassurance

Liste des annexes

Annexe	Page
Annexe 01 : Triangle de règlements non cumulé de la RC matérielle de la SAA (2012-2020)	105
Annexe 02 : Triangle de règlements non cumulé de la RC corporelle de la SAA (2012-2020)	105
Annexe 03 : Triangle de règlements cumulé de la RC corporelle de la SAA (2012-2020)	105
Annexe 04 : Triangle de règlements cumulé de la RC corporelle de la SAA (2012-2020)	105
Annexe 05 : Programmation sous R du (calcul de la provision Mack pour la RC matérielle)	106
Annexe 06 : Programmation sous R du (calcul de la provision Mack pour la RC corporelle)	107
Annexe 07 : Calcul des intervalles de confiance relatifs au modèle de Mack	108
Annexe 08 : Programmation sous R du (calcul de la provision Bootstrap pour la RC matérielle)	109
Annexe 09 : Programmation sous R du (calcul de la provision Bootstrap pour la RC corporelle)	110
Annexe 10 : Programmation sous R de la (création de la matrice des pseudos observations pour la RC matérielle et corporelle)	111

Résumé

Ce travail de recherche a pour objectif d'identifier et étudier la gestion de risque de provisionnement en assurance automobile. Cette étude est basée sur un échantillon composé des règlements des sinistres à payer (PSAP) de la RC matérielle et la RC corporelle de la compagnie algérienne des assurances (SAA) sur une période de 9 ans allant de 2012 au 2020. Pour cela notre travail s'appuie sur l'évaluation des sinistres à payer en utilisant les différentes méthodes actuarielles déterministes (Chain ladder) et stochastique (Mack et Bootstrap) qui reposent sur l'hypothèse d'indépendance entre les différentes branches et garanties, ces approches se basent généralement sur l'étude des triangles de liquidation. Néanmoins, des événements d'envergure considérable ont émergé pour mettre en doute cette supposition. Les dépendances entre les risques en assurance non-vie peuvent être identifiées comme l'une des raisons sous-jacentes à la tarification inadéquate ou à l'insuffisance des réserves allouées pour couvrir les charges de sinistres survenant au cours d'une année spécifique d'où on va introduire la théorie des copules qui permettent de d'écrire ces dépendances.

Ces méthodes stochastiques ont permis de prendre en compte l'incertitude et de générer des estimations probabilistes plus précises des provisions pour sinistres à payer. Elles ont offert une approche rigoureuse dans l'évaluation des risques futurs et sont particulièrement utiles pour tenir compte de la variabilité des données. D'autre part, la théorie des copules a permis de modéliser les dépendances complexes entre les variables aléatoires, ce qui a permis de mieux comprendre les relations entre les risques et d'améliorer la précision des prévisions

Mots clés : Provisionnement, Assurance non-vie, méthodes déterministes, méthodes stochastiques, théorie des copules.

Abstract

This research aims to identify and study the risk management of provisioning in automobile insurance. The study is based on a sample consisting of incurred claims payments (IBNR) for property damage liability (PD) and bodily injury liability (BI) from the Algerian Insurance Company (SAA) over a period of 9 years from 2012 to 2020. The research relies on the evaluation of incurred claims using various deterministic actuarial methods (Chain Ladder) and stochastic methods (Mack and Bootstrap), which are based on the assumption of independence between different lines of business and coverages. These approaches typically rely on the analysis of loss triangles. However, significant events have emerged that challenge this assumption. Dependencies between non-life insurance risks can be identified as one of the underlying reasons for inadequate pricing or insufficient reserves allocated to cover claims costs occurring in a specific year. Hence, the copula theory will be introduced to model these dependencies.

These stochastic methods have allowed for the incorporation of uncertainty and generated more accurate probabilistic estimates of the provisions for incurred claims. They have provided a rigorous approach in assessing future risks and are particularly useful in accounting for data variability. On the other hand, copula theory has allowed for modeling complex dependencies between random variables, thereby improving the understanding of risk relationships and enhancing forecast accuracy.

Key words: Provising, no-life insurance, deterministic methods, stochastic methods, copula theory.

Introduction générale

Dans la vie quotidienne, l'individu est exposé à une multitude de risques et d'incertitudes. Que ce soit un accident de la route, un incendie domestique, une maladie grave ou encore des dommages causés à autrui, ces événements peuvent avoir des conséquences financières importantes. C'est là qu'intervient le concept d'assurance, une solution qui permet de faire face à ces aléas tout en offrant une protection financière.

Au fil des années, l'industrie de l'assurance s'est adaptée pour répondre aux besoins en constante évolution de la société. Aujourd'hui, nous disposons d'une vaste gamme de types d'assurances qui englobent des domaines tels que l'automobile, l'habitation, la santé, les entreprises, et bien d'autres encore.

Quant à l'assurance automobile qui occupe une place particulière en raison de l'importance des véhicules dans la vie quotidienne et de la responsabilité que cela implique, elle vise à protéger les conducteurs, les passagers et les tiers en cas d'accident ou de dommages liés à un véhicule. Elle permet de couvrir les frais médicaux, les réparations des véhicules endommagés, les dommages causés à des biens ou à des personnes, et même les pertes financières résultant d'un vol ou d'un incendie.

La souscription d'une assurance automobile est souvent obligatoire dans de nombreux pays, car elle garantit une indemnisation adéquate en cas d'accident, tout en offrant une protection aux autres usagers de la route. En échange du paiement d'une prime, l'assureur assume le risque financier associé à la conduite d'un véhicule et s'engage à indemniser les dommages subis.

L'une des composantes essentielles de l'assurance automobile est la prime et qui représente le montant versé par l'assuré à l'assureur en contrepartie de la protection offerte par l'assurance automobile, cette notion de prime met en évidence une particularité significative : l'inversion du cycle de production, dont l'assurance peut jouer un rôle crucial en offrant une couverture spécifique pour les risques associés à cette pratique.

Cependant, l'assureur doit fixer une prime, qui correspond au prix de vente, sans avoir une connaissance préalable des coûts réels, c'est-à-dire des indemnités qui seront versées à l'assuré en cas de sinistre. En effet, l'assureur ne peut pas évaluer de manière précise la fréquence ni le montant des sinistres. Étant donné l'incertitude liée au processus de survenance des sinistres, le montant final des réserves à constituer reste inconnu, ce qui nécessite une estimation rigoureuse de la part de la compagnie d'assurance.

Afin de rester solvable, Il est crucial pour les compagnies d'assurance d'évaluer avec précision les coûts des indemnités, appelés provisions, et de développer des modèles de prévision fiables pour anticiper les divers types de réclamations possibles. Les compagnies d'assurance disposent de données détaillées pour évaluer les réclamations de dommages matériels, grâce aux informations sur l'assuré et son véhicule. Les indemnités sont plafonnées par la valeur actuelle du véhicule assuré. En revanche, pour les dommages corporels, les réclamations sont plus complexes à prédire en raison de nombreux facteurs, notamment en cas de blessures graves. Par exemple, une indemnité de remplacement de salaire dépendra de la durée d'absence, du salaire de l'assuré, etc.

L'évaluation de ces provisions revêt une importance capitale, car ce montant constitue la part la plus significative du passif du bilan des réserves à constituer de la compagnie d'assurance.

Les indemnités liées à un contrat d'assurance sont souvent constatées et réglées avec un délai variable après leur occurrence. Dans le cas des sinistres de responsabilité civile résultant d'un accident de la route, le montant peut être déterminé par une décision judiciaire qui peut être rendue plus de dix ans après l'accident. Ainsi, les paiements à effectuer par une compagnie d'assurance pour une année donnée sont répartis sur plusieurs années en raison du délai de traitement des sinistres, ce qui nécessite la constitution de provisions pour les sinistres à payer correspondant à une estimation des dépenses requises pour régler l'ensemble des sinistres survenus mais non encore réglés.

De nombreuses études traitant le sujet ont été établies, dont celle de Jonathan Prasetyo Johan (2023) sur les demandes d'indemnisation de l'assurance automobile domestique australienne de 2012 à 2017. Celle de Abonongo John (2021) où elle examine l'applicabilité de la méthode du Mack Chain Ladder et de ses prévisions Bootstrap associées aux réclamations réelles d'assurance non-vie dans le cas des réclamations d'assurance automobile de la succursale de la Bolgatanga State Insurance Company de 2012 à 2016.

L'étude faite par Frédéric Tulan (2018) qui s'intéresse sur le provisionnement et mesure de risque en assurance dommage dans le cadre de Solvabilité II, sur un portefeuille automobile français pour une période allant de 2006 au 2014 Toutes ces études ont montré que l'évaluation des provisions pour sinistres à payer par des méthodes actuarielles elle est plus fiable que les méthodes classiques.

En Algérie, la législation exige que les compagnies d'assurance se conforment aux méthodes réglementaires d'estimation des provisions pour sinistres à payer, telles que définies dans le

décret exécutif N°95-342 relatif aux engagements réglementés. Chaque méthode fournit un résultat potentiel, et ces méthodes ont été développées pour remédier à des problèmes spécifiques, et sont aussi basées sur le coût historique. Ils prennent en compte les données historiques de l'entreprise d'assurance pour évaluer les coûts futurs des sinistres. Elles utilisent des informations sur les sinistres passés, tels que leur fréquence et leur gravité, pour prédire les coûts potentiels des sinistres à venir.

Cependant, au-delà des méthodes réglementaires, les compagnies d'assurance peuvent également recourir à des approches déterministes et stochastiques pour affiner leurs estimations. Les méthodes déterministes utilisent des facteurs précis et mesurables, tandis que les méthodes stochastiques intègrent des éléments aléatoires pour prendre en compte l'incertitude. L'utilisation de ces différentes méthodes offre aux assureurs une perspective plus complète et une meilleure compréhension des risques associés aux sinistres à payer, contribuant ainsi à une gestion plus précise et efficace des provisions.

Jusqu'à présent, les risques liés au provisionnement ont généralement été considérés comme indépendants dans le but de faciliter leur modélisation stochastique. Cependant, en réalité, ce n'est pas toujours le cas et ces risques peuvent être interdépendants.

Ces dernières années, des événements catastrophiques tels que les tempêtes Lothar et Martin en décembre 1999, l'incident industriel d'AZF à Toulouse en septembre 2001, ainsi que les scandales financiers d'Enron et de Worldcom en 2001, ont engendré des pertes considérables. Ces événements ont révélé que de nombreux types de garanties et de branches d'assurance peuvent être affectés simultanément par un même événement, remettant ainsi en question les fondements techniques et financiers de l'assurance. Cette constatation suggère que les risques ne sont pas indépendants, mais plutôt interdépendants d'un point de vue stochastique. Face à cette réalité, il est essentiel de développer des modèles qui prennent en compte cette dépendance entre les risques.

Parmi ces modèles, la théorie des copules qui offre une approche statistique avancée pour capturer et modéliser la dépendance entre les variables aléatoires. En assurance, l'utilisation des copules permet de mieux comprendre et quantifier les relations de dépendance entre les différents types de risques, offrant ainsi une meilleure gestion des portefeuilles d'assurance et une évaluation plus précise des provisions.

Notre réflexion se concentre sur une étude pratique qui explore les différentes méthodes de provisionnement, en tenant compte à la fois des cas de dépendance et d'indépendance entre les risques. Ainsi, la problématique que nous formulons est la suivante :

« Comment estimer de manière adéquate les provisions pour sinistres en tenant compte la dépendance et l'indépendance entre les différents types de risques »

À partir de cette problématique, émergent les questions subsidiaires suivantes :

- Quels sont les principes et les éléments fondamentaux qui constituent la base de l'activité d'assurance en général, ainsi que du contrat d'assurance automobile en particulier ?
- Quelles méthodes sont employées pour évaluer les provisions requises dans le contexte de l'assurance automobile ?
- Comment la théorie des copules peut-elle être utilisée pour modéliser la dépendance entre les sous-branches dans le domaine de l'assurance automobile ?

Pour répondre aux questions précédemment posées, nous avons établi les hypothèses suivantes :

- Les méthodes déterministes et stochastiques permettent de fournir une estimation plus précise tout en séparant la RC matérielle de la RC corporelle.
- La théorie des copules offre une approche efficace pour modéliser la dépendance entre les sous-branches de l'assurance automobile en appliquant des copules appropriées aux variables aléatoires représentant les différents risques des sous-branches, il est possible de capturer les relations de dépendance complexes et non linéaires entre ces risques.
- Le montant des provisions estimé dans le cas dépendant des sous branches de la RC automobile est supérieur à celui estimé dans le cas indépendant

Afin de confirmer ou de réfuter les hypothèses formulées, nous allons adopter deux méthodes de recherche. La première méthode est de nature descriptive, elle implique une recherche documentaire où nous consulterons des ouvrages et des travaux universitaires pour exposer les différents concepts théoriques liés à notre sujet.

La deuxième méthode est analytique et implique une analyse comparative des résultats obtenus en appliquant différentes méthodes de calcul des provisions pour les sinistres à payer, notamment Chain Ladder, Mack, Bootstrap et la théorie des copules, sur un portefeuille

d'assurance automobile d'une compagnie. Pour mener à bien notre étude de cas, nous utiliserons divers programmes et logiciels tels que R et XLSTAT.

Le mémoire est structuré en trois chapitres, dont le premier chapitre se concentre sur la présentation de l'assurance automobile et de la branche automobile en Algérie.

Dans le deuxième chapitre, nous nous appuyons sur un élément essentiel du passif du bilan d'une compagnie d'assurance, à savoir les provisions techniques. Nous examinons également les différentes méthodes d'estimation de ces provisions, tant dans le cas dépendant que dans le cas indépendant.

Effectivement, après avoir présenté les différentes méthodes, nous procéderons à une analyse et à une description des données, ainsi qu'une étude approfondie de la branche étudiée. Ensuite, nous mettrons en pratique les méthodes précédemment mentionnées.

Les raisons justifiant le choix du thème sont les suivantes :

- Le provisionnement en assurance automobile revêt une grande importance économique pour les compagnies d'assurance. Il s'agit d'estimer les montants nécessaires pour couvrir les sinistres futurs et les obligations financières de l'entreprise. Une évaluation précise des provisions est essentielle pour assurer la solvabilité de la compagnie et maintenir sa rentabilité.
- Le domaine du provisionnement en assurance évolue constamment. De nouvelles méthodes, telles que la théorie des copules, sont utilisées pour améliorer l'estimation des provisions et réduire les incertitudes. Étudier ces nouvelles approches et les comparer aux méthodes traditionnelles, telles que Chain Ladder et Mack, permet de mieux comprendre les avantages et les limites de chaque méthode.

C'est dans cette perspective que notre thèse a été consacrée à l'évaluation du risque en présence d'une interdépendance entre les garanties de responsabilité civile matérielle et de responsabilité civile corporelle dans le secteur automobile.

Chapitre 1 : Généralités sur l'activité des assurances

Introduction

Les bases techniques de l'assurance constituent un ensemble de principes et de concepts fondamentaux qui régissent le fonctionnement de l'industrie de l'assurance. Ces bases techniques sont applicables à différents types d'assurances, y compris l'assurance automobile.

L'assurance automobile est une branche importante de l'assurance qui vise à protéger les propriétaires de véhicules contre les risques associés à leur utilisation. En Algérie, comme dans de nombreux autres pays, l'assurance automobile est souvent obligatoire pour tous les véhicules circulant sur les routes publiques.

Le contrat d'assurance automobile est un accord juridique entre l'assureur et l'assuré, qui établit les modalités de la couverture. Ce contrat précise les droits et les obligations des deux parties, y compris les conditions de couverture, les primes à payer, les franchises applicables, les exclusions de garantie et les procédures de règlement des sinistres.

En Algérie, le secteur de l'assurance automobile est régi par la réglementation en vigueur et les normes établies par les autorités compétentes. Les compagnies d'assurance opérant en Algérie proposent diverses options de couverture automobile, adaptées aux besoins et aux exigences des propriétaires de véhicules.

Dans le premier chapitre, notre objectif est de clarifier le domaine d'étude en présentant les principes fondamentaux sur lesquels repose l'assurance.

Composé de trois sections, ce chapitre présente les généralités et concepts de bases en assurance. La première section présente les bases techniques de l'assurance de façon générale. La deuxième section présente l'assurance automobile, le contrat d'assurance automobile et ses aspects fondamentaux ainsi que les différentes garanties proposées. La troisième section sera dédiée à la présentation du marché Algérien des assurances.

Section 1 : Les bases techniques de l'assurance

Aujourd'hui l'assurance fait partie de notre vie quotidienne, souscrire un contrat d'assurance contre un risque est devenue une nécessité et un acte naturel chez la plupart des personnes. Cependant, bien que l'assurance soit désormais au concept familier pour très grand nombre d'individus, bien souvent, peu en ont une idée « claire et distincte », dans la mesure où ils ignorent la plupart des mécanismes qui entrent en jeu dans la réalisation d'une opération d'assurance.

Cette section fait paraître les principales notions rattachées au concept d'assurance et vise à montrer le mécanisme d'une opération d'assurance.

1 Définition de l'assurance

L'assurance peut envisager plusieurs définitions sur des facettes différentes :

- Vue par les économistes, l'assurance est un mécanisme qui permet aux acteurs ayant une aversion pour les pertes de transférer la composante financière d'un risque vers un ensemble d'acteurs, plus importants en taille, pouvant jouer au « jeu des grands nombres », et donc pouvant adopter une attitude plus neutre face au risque. En désignant ex ante la partie qui fournira une compensation si un accident devait se produire, l'assurance permet d'accélérer le processus de dédommagement et réduire les coûts de transaction.
- Vue par les chercheurs en science politique, l'assurance est décrite comme une technologie sociale de justice, un instrument utilisé pour permettre la sécurité sociale. Il permet de s'éloigner d'une approche des risques basée sur l'imputation des responsabilités pour les accidents pour aller vers une approche de mutualisation, basée sur la solidarité et la réparation des dommages.¹
- Vue par la facette juridique L'article numéro deux de l'ordonnance N° 95-07 du Janvier 1995 relative aux assurances et ses textes d'application, définit l'assurance en référence à l'article 619 du code civil en Algérie comme suit : « L'assurance est un contrat par lequel l'assureur s'oblige, moyennant des primes ou autres versements pécuniaires, à fournir à l'assuré ou au tiers bénéficiaire au profit duquel l'assurance est souscrite, une

¹ Pozzana T, « Gestion du risque & Assurance d'entreprise », Numéro 2015-01 de la collection Regards sur la sécurité industrielle, Fondation pour une culture de sécurité industrielle, Toulouse, France 2015.

somme d'argent, une rente ou une autre prestation pécuniaire, en cas de réalisation du risque prévu au contrat. ».¹

Par ailleurs, plusieurs auteurs ont donné des définitions plus précises au concept d'assurances :

- **La définition d'Albert Chaufeton** : « l'assurance est la compensation des effets du hasard par la mutualité organisée les lois de la statistique »²
- **Selon l'économie Fourastie** : « l'assurance est l'opération par laquelle un individu, moyennant une cotisation, la prime, acquiert pour un tiers, un droit à prestation en cas de réalisation d'un risque, cette indemnité étant versée par une entreprise ou un organisme qui, prenant en charge un ensemble de risque, les compense conformément aux lois de la statistique ».³
- **M. Joseph Hémard, illustrateur français**, a donné de l'assurance la définition suivante : « L'assurance est une opération par laquelle une personne, l'assuré, se fait promettre, moyennant une rémunération (la prime), pour lui ou pour un tiers, en cas de réalisation d'un risque, une prestation par une autre partie, l'assureur, qui prenant en charge un ensemble de risques, les compense conformément aux lois de la statistique »⁴

Selon ces dernières définitions on peut constater qu'il y a une relation contractuelle entre deux parties, assureur et assuré, physique ou morale. Ils ont aussi l'avantage de faire ressortir les éléments qui caractérisent l'opération d'assurance ; telle que : contrat, assureur, primes, assuré, risque...

2 Les parties engagées au sein d'une opération d'assurance

De définitions précédentes il ressort que cinq parties entrent en jeu au sein d'une opération d'assurance :

2.1 L'assuré

Personne physique ou morale désignée ainsi dans les conditions particulières du contrat d'assurance.

¹ Ordonnance n° 95-07 du 23 Chaâbane 1414 correspondant au 25 janvier 1995 relative aux assurances, Article N°2.

² Chaufeton A, (1884), Les assurances : études théoriques et pratiques, Inspiré dans « les assurances dans un système islamique », Mohammed Boudjelal, professeur d'économie à l'université de M'silla- Algérie professeur visiteur à l'EM Strasbourg- France, P5.

³ Sainrapt C, (1996), « Dictionnaire général des assurances », Edition Arcature, paris, P26.

⁴ Cuilbault F et autres, (2003), « les grands principes de l'assurance », 6^{ème} édition, Edition L'ARGUS et l'assurance, paris, P49.

En assurance, l'assuré peut ne pas être le souscripteur ou le bénéficiaire de l'assurance. Dans le domaine de l'assurance automobile, l'assuré est le propriétaire du véhicule.

En assurance habitation, l'assuré est le propriétaire ou le locataire du bien immobilier.

En assurance de personne, l'assuré est la personne sur laquelle repose le risque (décès, maladie, invalidité).¹

2.2 Le souscripteur

Le souscripteur est la personne (physique ou morale) qui prend l'initiative du contrat d'assurance, le signe et en règle les primes ou cotisations.

Ce terme peut être remplacé par l'expression « preneur d'assurance » afin d'éviter toute confusion avec : Souscripteur de société d'assurance, personne employée par une société d'assurance et qui est chargée d'étudier les conditions de tarification et accepter ou refuser les contrats proposés par les intermédiaires d'assurance.²

2.3 Le bénéficiaire

Toute personne physique ou morale au profit de laquelle l'assurance a été contractée.

Elle peut être désignée aux conditions particulières du contrat ou bien apparaître dans les conditions générales sous les appellations de : conjoint survivant, d'ayants droit ou encore d'héritier né ou à naître. Le bénéficiaire recevra l'indemnité due par l'assureur en cas de réalisation du risque assuré.³

2.4 Le tiers

Nous appelons tiers, toute personne qui, pourtant étrangère au contrat, peut en revendiquer le bénéfice. C'est l'exemple des bénéficiaires d'une assurance décès, des victimes en assurance de responsabilité.⁴

2.5 L'assureur

L'assureur est responsable du paiement de l'indemnité prévue en cas de réalisation du risque assuré, et il s'agit généralement d'une entreprise commerciale ou d'une mutuelle qui doit être présente avant, pendant et après la souscription du contrat :

¹ UAR, (2022), Glossaire des termes d'assurances, P12.

² Ibid, P70.

³ UAR, Op.cit, P16.

⁴ Revue Centre de Recherche pour le Budgets Familiaux, (1990), « Bien utiliser les assurances », les éditions de l'épargne, P22.

-Avant de conclure le contrat, l'assureur doit concevoir des produits qui répondent aux besoins des clients potentiels, et leur fournir des informations et des conseils utiles.

- Une fois le contrat souscrit, l'assureur doit s'assurer que la police d'assurance est émise rapidement et conformément aux normes convenues.

- Une fois que la garantie est accordée, l'assureur doit non seulement régler les sinistres, mais également répondre aux questions des assurés, fournir des attestations, surveiller l'évolution des garanties et proposer des modifications si nécessaires.¹

3 Les éléments d'une opération d'assurance

La souscription d'un contrat d'assurance est aujourd'hui devenue un acte naturel pour la plupart des gens qui cherchent à se protéger contre les pertes financières causées par un événement imprévu ayant des conséquences fâcheuses, tels qu'un incendie, un vol, un accident ou une maladie. Ainsi, l'assurance fait désormais partie intégrante de notre vie quotidienne. Pour mieux comprendre ce secteur, nous allons examiner les différents éléments d'une opération d'assurance.

3.1 Le risque

Possibilité, probabilité d'un fait, d'un événement considéré comme un mal ou un dommage. Selon COURTIEU, le risque est : « L'événement dommageable dont la survenance est incertaine (aléatoire), quant à sa réalisation ou à la date de cette réalisation, il se dit bien de l'éventualité d'un tel événement en général, que de l'événement spécifié dont la survenance est envisagée ».²

En assurance, le terme "risque" fait référence à l'événement dommageable que l'on cherche à se protéger, et donc à l'événement assuré. Le risque doit être futur, incertain et indépendant de la volonté de l'assuré

3.2 La prime ou cotisation

La prime s'agit de la contrepartie de la sécurité offerte par l'opération d'assurance, elle correspond principalement au coût du risque auquel il convient d'ajouter les frais de fonctionnement de l'assureur (distribution et gestion) et les taxes éventuelles. On distingue dans la prime deux parties qui sont :

¹ Couilbault, F et autres, Op. cit, P59.

² Tshielekeja, MK, (2011), « Assurance : catalyseur du développement modèle de référence et applications au cas de république démocratique de Congo », thèse de doctorat, Lovain school of management : université Catholique de Louvain, P35.

- La partie qui correspond à La prime brute et qui représente le coût statistique du risque garanti et se calcule en fonction de l'intensité et de la fréquence du risque que l'assureur a pu évaluer tout au long de son expérience ;
- La partie qui correspond à la prime pure (nette) qui comprend la prime brute, les frais de l'assureur et les taxes.

PRIME= Coût du risque+ Frais de fonctionnement de l'assureur + Taxes

Cette prime est en général fixe et ne peut être modifiée en cours de contrat sans le consentement du souscripteur quels que soient les résultats dégagés par l'assureur société commerciale.

Le prime est bien distinct de la cotisation, Dans le cas des sociétés mutuelles ou certaines sociétés à forme mutuelle on parle de cotisations. Celles-ci peuvent être variables. Dans ce cas, les sociétés mutuelles peuvent faire appel à des cotisations complémentaires, si le volume des sinistres est plus important que prévu où opérer des ristournes dans le cas contraire. Reste que quel que soit la forme juridique de l'organisme d'assurance (société par action ou mutuelle) donc à but lucratif ou non, les primes ou cotisations doivent être suffisantes pour faire face aux sinistres et charges générales de gestion de l'année.

Techniquement, l'opération d'assurance ne doit pas faire appel à d'autres ressources que celles provenant des primes ou cotisations. ¹

3.3 La prestation de l'assureur

Il s'agit de l'exécution, par l'assureur, de sa garantie. Celle-ci peut se réaliser en argent, tel est le cas des prestations d'assistance, en cas de panne de véhicule, rapatriement de l'assuré etc...²

3.4 La compensation au sein de la mutualité

La mutualité est constituée d'un groupe de personnes assurées contre un risque commun et qui cotisent ensemble pour faire face aux conséquences de ce risque. Cette mutualité permet la création d'un fonds qui sera utilisé pour aider les personnes touchées par le sinistre.

3.5 Le sinistre

Un sinistre signifie la survenance ou la réalisation d'un événement aléatoire susceptible d'entraîner l'exécution d'une garantie prévue dans un contrat d'assurance.

Il suppose, l'existence d'un fait dommageable (un incendie, un vol, un dégât des eaux, un décès, une atteinte corporelle, etc.) ³

¹ Hassid A, (1984), « Introduction aux assurances économiques », Alger, P95.

² UAR, Op.cit, P57.

³ Ibid, P69.

4 Le principe d'inversion du cycle de production

Au début de la période d'assurance, la charge financière résultant d'une police d'assurance est inconnue, même si la prime a déjà été payée. La prime est calculée en se basant sur des statistiques historiques, sans garantie qu'elle soit adaptée aux spécificités de chaque cas couvert par la police. Par conséquent, il existe une incertitude significative quant à l'adéquation entre la prime et le risque représenté par la police d'assurance.

Cette observation simple suscite quelques réflexions. Dans l'industrie, lorsqu'un nouveau produit est lancé sur le marché, le montant investi dans son développement est connu avec précision, ce qui permet de déterminer son coût de revient. En revanche, le chiffre d'affaires de l'entreprise est initialement inconnu, car il dépend de la capacité de l'entreprise à vendre ses produits. Contrairement aux autres industries, lorsque l'assureur fixe la prime, il n'a pas connaissance du montant des sinistres ni des frais de gestion qui en découlent. Sa situation diffère donc considérablement, car l'assureur connaît a priori son chiffre d'affaires (le montant des primes collectées), mais il ne connaît pas le coût réel des produits qu'il vend (c'est-à-dire ses charges futures).

Cela illustre le principe de l'inversion du cycle de production. Dans certaines branches de l'assurance, il peut s'écouler de nombreuses années avant que la compagnie puisse évaluer avec précision le profit généré par un produit d'assurance, en raison des délais de règlement des sinistres qui peuvent être très longs. Ce principe fondamental est à la base de la plupart des techniques actuarielles.

Le principe de l'inversion du cycle de production a un impact significatif sur le bilan d'une société d'assurances. Le bilan révèle que les primes sont perçues avant que les prestations correspondantes ne soient versées. Ce principe explique comment les engagements envers les assurés, représentés par les provisions techniques, sont couverts par les placements réalisés par l'assureur.¹

5 Le rôle de l'assurance :

L'assurance n'a pas seulement pour fonction d'intervenir en cas d'événements malheureux auxquels les individus sont exposés, mais elle a également d'autres avantages sur le plan économique et social

¹ Denuit M et Charpentier A, (2004), « Mathématique de l'assurance non vie : tome 01, principes fondamentaux de la théorie de risque », Edition Economica, Paris, P18.

5.1 Le rôle économique

En plus de protéger les personnes, l'assurance joue un rôle crucial dans l'économie en fiabilisant les relations commerciales. En garantissant la solvabilité des parties contractantes, elle inspire confiance et crédibilité dans leurs relations commerciales. Par ailleurs, l'assurance est un investisseur important dans l'économie nationale, car elle collecte une part considérable de l'épargne publique sous forme de cotisations. Ces fonds doivent être investis pour répondre aux futurs engagements, ce qui permet aux assureurs de canaliser et d'orienter des flux financiers importants vers les circuits de l'économie nationale et internationale, notamment dans l'immobilier, les actions et les obligations.

5.2 Le rôle social

L'objectif principal de l'assurance en termes de rôle social est de fournir une sécurité aux individus. Ainsi, elle est présente pour aider les personnes à faire face aux dommages et pour leur permettre de mieux vivre dans un monde où les risques sont inévitables. Elle offre plusieurs avantages, notamment la garantie de revenus pour les veuves et les orphelins en cas de décès prématuré du chef de famille.

L'assurance permet également de reconstruire une maison détruite par un incendie ou d'acheter une nouvelle résidence. Elle offre des sommes compensatoires pour les pertes de revenus professionnels et aide les personnes incapables de travailler à se soigner financièrement. Elle contribue également à améliorer le niveau de vie des retraités.

6 Les Types d'assurance

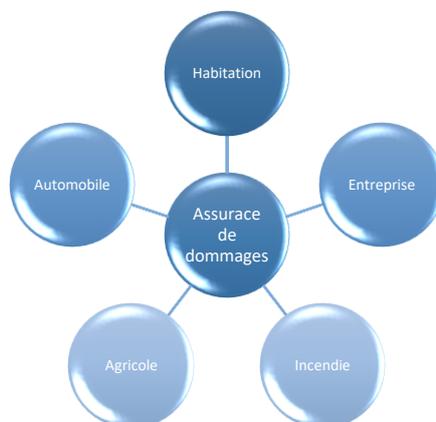
Il y a deux principales catégories d'assurances qui se distinguent :

6.1 Assurance de dommages

Elle a pour but de réparer les conséquences d'un événement dommageable affectant le patrimoine de l'assuré. L'assureur de dommage garantit, sous les conditions du contrat, qu'après survenance d'un sinistre, le patrimoine de l'assuré qui sera reconstitué en valeur comme si ce sinistre n'avait pas eu lieu.¹

¹ Yeatman J, (2005), « Manuel international de l'assurance », Edition Economica, Paris, P123.

Figure 1: Les différents types de l'assurance de dommages



Source : Elaboré par nos soins

6.1.1 Assurance automobile

Souscrire à un contrat assurance automobile est une obligation, car c'est le moyen le plus répandu mais aussi le plus dangereux. Ce contrat a pour objectif principal de garantir le conducteur d'un véhicule automobile contre les conséquences des dommages matériels tels que le bris de glace, le vol, l'incendie . . . etc ou corporels causés par son véhicule à des tiers (responsabilité civile).¹

6.1.2 Assurance incendie

L'assurance incendie prend en charge différents types de dommages causés par le feu, qu'ils soient matériels (biens immobiliers, mobiliers, matériel industriel, marchandises, etc.) ou immatériels, tels que la privation de jouissance dans le cas d'une location ou d'une propriété. Cette garantie couvre les pertes matérielles ainsi que les dommages indirects résultant d'un incendie.

6.1.3 Assurance habitation

La formule d'assurance habitation (multirisque) rassemble dans un seul contrat tous les risques majeurs auxquels le particulier et les membres de sa famille proche peuvent être exposés dans le cadre de leur résidence principale. ²

¹ Bouzid A et Bouzouag S, (2015), « Analyse du marché des assurances privées en Algérie et les perspectives de son développement », mémoire du master en sciences économiques, option MFB, université M.Maamri Tizi Ouzou, P49.

² UAR, Op.cit, P41.

6.1.4 Assurance entreprise

Etant données les activités de chaque entreprise, cette dernière est exposée à plusieurs catégories de risques chose qui incite les compagnies d'assurances à proposer à leurs clients-entrepreneurs des assurances d'entreprises adaptées à des garanties convenant à différentes situations afin de pouvoir protéger leurs biens (locaux, stocks, véhicules de services et engins, données informatiques...).

Elle couvre dans certaines entreprises même les produits livrés aux consommateurs, on prend exemple les entreprises de construction immobilière,

Ces assurances couvrent les dommages constatés dans les quelques années suivant la livraison des travaux qui ont une relation avec la solidité de l'ouvrage (infiltration d'eau dans les toitures par exemple)

Comme il est indiqué dans l'article 168 de l'ordonnance 95-07 du code civil algérien : « Toute personne physique ou morale qui procède à la conception, fabrication, transformation, modification ou au conditionnement de produits destinés à la consommation ou à l'usage, est tenue de s'assurer pour sa responsabilité civile professionnelle vis-à-vis des consommateurs, des usagers et des tiers »¹

6.1.5 Assurance agricole

La production agricole fait face à une myriade de risques. Néanmoins, deux risques importants préoccupent le secteur agricole : le risque des prix provoqué par la volatilité potentielle des prix et le risque de production incertaine qui peut être atteinte ; d'où des compagnies d'assurance interviennent pour garantir ces risques.

Remarque l'assurance agricole n'est pas limitée à l'assurance des récoltes, elle inclut également le bétail, les animaux de race, l'aquaculture, et les serres ²

6.2 Assurance de personnes

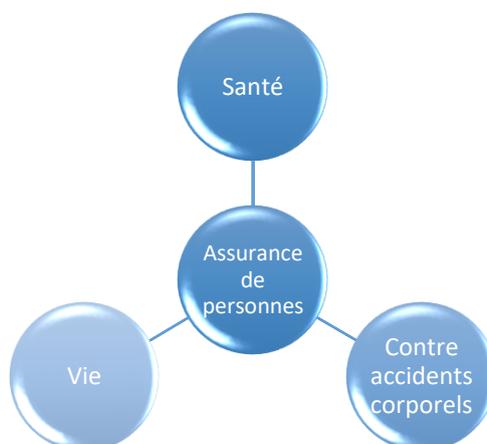
Les assurances de personnes visent à protéger la personne elle-même, plutôt que son patrimoine comme c'est le cas pour les assurances dommages. Elles sont soumises au principe forfaitaire ou indemnitaire d'indemnisation des sinistres. Les assurances santé (accidents, maladie, invalidité, frais médicaux...) sont régies par le principe indemnitaire, tandis que les assurances vie (vie, décès, épargne, retraite...) sont régies par le principe forfaitaire. Ces assurances

¹ Ordonnance n° 95-07 du 23 Chaâbane 1414 correspondant au 25 janvier 1995 relative aux assurances, Article N°168.

² Iturrios R, (2009), « Assurance agricole », Edition Rodolfo Wehrhahn, Washington, P6.

couvrent des risques spécifiques et garantissent le versement d'une somme en cas de réalisation de ces risques.

Figure 2: Les différents types de l'assurance de personnes



Source : Elaboré par nos soins

6.2.1 Assurance vie

C'est la catégorie maîtresse des assurances de personnes y sont incluses les assurances en cas de décès, les assurances en cas de vie, les assurances mixtes et toute forme d'assurance comportant des garanties liées à la durée de vie humaine.¹

6.2.2 Assurance contre les accidents corporels

La définition d'un accident corporel garanti par l'assurance est comme « toute atteinte corporelle non intentionnelle de la part de l'assuré et provenant de l'action soudaine d'une cause extérieure »²

Cette assurance offre des prestations en cas d'accidents corporels qui résultent en un décès, une incapacité ou une invalidité.

6.2.3 Assurance santé

En tant qu'assurance de personnes, l'assurance santé vise essentiellement à protéger l'assuré contre les risques liés à la maladie ou à tout événement nécessitant une intervention médicale. Cette intervention peut être justifiée non seulement par une pathologie ou le développement d'une maladie, mais également par des blessures corporelles causées par un accident, par exemple. L'assurance santé est conçue pour couvrir les coûts des soins médicaux et pharmaceutiques associés à ces situations.

¹ Douakh M, (2018), « Mécanisme de la réassurance vie », EHEA, Alger, P150.

² Yeatman J, (2005), Op.cit, P148.

Section 02 : L'assurance automobile

L'assurance automobile a pour but de protéger les propriétaires de véhicules contre les risques liés à leur utilisation. Le contrat d'assurance automobile, qui constitue un accord légal entre l'assureur et l'assuré, définit les modalités de couverture, les primes, les franchises, les exclusions de garantie et les procédures de règlement des sinistres. Il est primordial de bien comprendre ce contrat afin de choisir une couverture adaptée et d'avoir une connaissance approfondie des droits et des obligations de chaque partie.

Cette section a pour objectif d'assister les lecteurs dans leur compréhension de l'assurance automobile en expliquant en détail les différents aspects, éléments essentiels et garanties proposées dans le contrat d'assurance.

1 Définition de l'assurance automobile

L'assurance peut être appréhendée sous diverses facettes, ce qui lui confère plusieurs définitions possibles.

1.1 Définition générale

- L'assurance automobile est largement connue du grand public, principalement en raison de l'obligation légale de souscrire une assurance responsabilité civile pour tout véhicule en circulation. Grâce à cette assurance, les victimes d'accidents de la route sont indemnisées par la compagnie d'assurance du responsable de l'accident. En pratique, en vertu d'accords entre compagnies d'assurance, c'est souvent la compagnie d'assurance de la victime qui effectue l'indemnisation.¹
- Le but principal de l'assurance automobile est de protéger le conducteur d'un véhicule des conséquences des dommages matériels ou corporels qu'il pourrait causer à des tiers (responsabilité civile). Cette assurance est obligatoire. En fonction des modalités du contrat d'assurance souscrit, l'assurance automobile peut également inclure des garanties complémentaires facultatives telles que la couverture des dommages matériels tels que le vol, le bris de glace, l'incendie, ainsi que la couverture des dommages corporels du conducteur.²

¹ Henriot D, Rochet J, (1991), « Microéconomie de l'assurance », Edition Economica, Paris, P165.

² Debiane K, Lamine O, (2020), « Gestion des risques comptables et financiers au sein des compagnies d'assurances », Mémoire de master, Ecole supérieure de commerce, P29.

1.2 Définition juridique

Selon l'article 01 l'ordonnance n° 74-15 du 30 janvier 1974 relative à l'obligation d'assurance des véhicules automobiles et au régime d'indemnisation des dommages, assurance automobile est définie comme suit :

« Tout propriétaire d'un véhicule doit, avant de le mettre en circulation, souscrire une assurance couvrant les dommages causés aux tiers par ce véhicule ».

Le mot véhicule désigné dans le présent texte, tout véhicule terrestre à moteur ainsi que ses remorques et semi-remorques et leur chargement.

Par remorques et semi-remorques, il faut entendre :

- Les véhicules terrestres construits en vue d'être attelés à un véhicule terrestre à moteur et destinés au transport de personnes ou de choses ;
- Tout appareil terrestre attelé à un véhicule terrestre à moteur ;
- Tout autre engin pouvant être assimilé, par voie de décret, aux remorques ou semi-remorques.¹

2 Le contrat d'assurance automobile

Avant de développer une compréhension approfondie du contrat d'assurance automobile, il est essentiel de le définir et de comprendre ses diverses caractéristiques ainsi que ses composantes.

2.1 Définition

Un contrat d'assurance est un accord entre deux parties, l'assureur et l'assuré, dans lequel l'assureur s'engage à verser une somme d'argent en cas de réalisation d'un risque précisé, moyennant le paiement d'une prime ou d'une cotisation par l'assuré.²

Le contrat d'assurance auto comprend généralement les éléments suivants :

- Les informations sur l'assuré : nom, adresse, numéro de permis de conduire, etc.
- Les caractéristiques du véhicule assuré : marque, modèle, année de fabrication, numéro d'immatriculation

¹ Ordonnance n° 74-15 du 30 janvier 1974 relative à l'obligation d'assurance des véhicules automobiles et aux régimes d'indemnisation des dommages, article 1, P182.

² André M, (2016), « Techniques d'assurances », Édition DUNOD, P34.

2.2 Les caractéristiques du contrat d'assurance

Le contrat d'assurance présente les caractéristiques suivantes :

- Consensuel, On considère qu'un contrat est conclu de manière consensuelle dès lors que les parties ont donné leur accord.
- L'aléa : Le contrat d'assurance ne peut prendre en charge que les événements aléatoires et imprévisibles.
- La succession des obligations qui s'échelonnent dans le temps
- L'adhésion : un contrat d'adhésion est un type de contrat où les clauses sont imposées par la partie économiquement dominante. Le contrat d'assurance est un exemple de ce type de contrat, car il contient des dispositions générales établies par l'assureur et le souscripteur adhère à un contrat préétabli sans pouvoir remettre en question les clauses.
- La bonne foi, La bonne foi implique que l'assureur doit accorder sa confiance à l'assuré, car il ne peut pas vérifier toutes les déclarations de celui-ci. ¹

2.3 Les composants du contrat d'assurance

Le contrat d'assurance représente la rencontre des trois éléments clefs : Prime, sinistre et prestation

2.3.1 La prime

(Ou cotisation, si le contrat d'assurance est fourni par un acteur mutualiste) Contrepartie que l'assuré s'engage à payer à l'assureur en échange de sa garantie.

C'est en quelque sorte la rémunération de l'assureur.

La participation financière du souscripteur est souvent établie de manière forfaitaire, sous forme d'une prime ou d'une cotisation fixe qui ne peut être modifiée pendant la durée du contrat sans l'accord préalable du souscripteur. Ces primes ou cotisations doivent être adéquates pour couvrir les sinistres survenus au cours de l'année ainsi que les coûts associés à l'assurance tels que les frais d'acquisition, de gestion et d'encaissement encourus par l'assureur.²

Avant d'accepter de couvrir un risque, un assureur doit être capable d'évaluer ce risque et de calculer une prime d'assurance correspondante. Les compagnies d'assurance utilisent différentes méthodologies pour déterminer la prime que l'assuré doit payer pour être couvert

¹ <https://www.assureur-conseil-en-ligne.fr/dictionnaire-assurance/caracteres-du-contrat-dassurance.html>, Consulté le 19/03/2023 à 13h.

² Yanat B, « Cours bases techniques de l'assurance », P10.

contre un risque donné. Ces méthodes prennent en compte des paramètres techniques, commerciaux, ainsi que les taxes applicables.

On distingue trois types de cotisation :

- A. **La prime pure** : La prime pure correspond à la moyenne des pertes que l'assureur devra couvrir pour le risque en question. Mathématiquement, la prime pure est égale à la perte anticipée. Elle est appelée également prime de risque ou encore prime d'équilibre

Elle est calculée de la manière suivante : ¹

La prime pure = Fréquence x coût moyen
--

- La fréquence : C'est la probabilité de survenance du risque
- Le coût moyen : c'est le montant du sinistre pendant une période donnée

- B. **La prime nette** : La prime nette est la prime commerciale qui inclut la prime pure ainsi que les frais et marges de l'assureur. Cette dernière dépend donc de la prime pure, mais peut varier en fonction des charges de l'assureur et des taxes éventuelles.

Prime nette = prime pure + changements
--

Il est important de souligner que la prime effectivement payée par l'assuré peut considérablement différer de la prime pure. Bien que cette dernière serve de base théorique à la prime commerciale, certains facteurs ont tendance à les dissocier.

La réglementation impose à l'assureur d'utiliser des critères tarifaires spécifiques, ce qui constitue un excellent exemple.

Ainsi, l'assureur doit segmenter son portefeuille en classes de personnes présentant des risques similaires en fonction des critères de segmentation précisés par l'assuré lors de la souscription du contrat, afin de calculer la prime pure de chaque assuré.

Cependant, certains critères de segmentation ne sont autorisés que pour les tarifs techniques et non pour les tarifs commerciaux.

¹ Yanat B, Op.cit, P12.

C. **La prime totale** : c'est le paiement total du souscripteur ¹

Prime totale = prime nette + frais accessoires + taxes
--

2.3.2 Le sinistre

C'est la survenance d'un événement prévu au contrat qui est susceptible d'entraîner la prise en charge par l'assureur du risque financier du dommage.

Le sinistre doit être déclaré à l'assureur dans un délai de :

- 07 jours, sauf cas fortuit ou de force majeure.
- 03 jours ouvrables en cas de vol
- 04 jours en cas de grêle
- 48 heures en cas de mortalité des animaux.²

2.3.3 La prestation

La prestation dans le cadre de l'assurance désigne la manière dont l'assureur remplit son engagement envers l'assuré. Elle peut se matérialiser de différentes façons, comme le versement d'une somme d'argent correspondant à la valeur d'un bien endommagé ou la fourniture de biens de remplacement.

- **La franchise** : Il existe deux types de franchises : la franchise simple et la franchise absolue. Dans le premier cas, l'assureur ne prend pas en charge les sinistres dont le montant est inférieur à un seuil fixé. Dans le deuxième cas, la franchise s'applique systématiquement à tous les sinistres, quelle que soit leur valeur, sous forme d'une somme ou d'un pourcentage déduit de l'indemnité.³
- **Le découvert obligatoire** : En vertu de cette clause, l'assuré est tenu de supporter une partie des pertes, soit sous la forme d'un montant fixe, soit sous la forme d'un pourcentage des dommages totaux.

¹ Ibid, P13.

² Yanat B, Op.cit, P13.

³ Idem.

2.4 Les types d'un contrat d'assurance automobile

- Les contrats mono véhicule
- Les contrats flottes

2.4.1 Les contrats mono véhicule

Un véhicule utilisé à des fins professionnelles, comme un taxi, peut être assuré au moyen d'un contrat d'assurance automobile individuel, tout comme un particulier. Toutefois, lorsque plusieurs véhicules sont utilisés à des fins professionnelles, les assureurs ont tendance à traiter cela différemment et proposent des contrats d'assurance flotte automobile spécifiques pour les entreprises.

2.4.2 Les contrats flottes

Le contrat d'assurance flotte automobile permet de couvrir plusieurs véhicules sous une même police, et est souvent destiné aux entreprises possédant au moins cinq véhicules. Ce type de contrat peut inclure une variété de véhicules tels que des voitures, des scooters, des motos lourdes, des véhicules utilitaires, etc., utilisés à des fins professionnelles. Contrairement à une société de location de véhicules, les conducteurs ne sont pas toujours divulgués dans le cadre d'un contrat de flotte. Il existe plusieurs options d'assurance flotte, notamment les contrats fermés qui spécifient le nombre et les détails des véhicules couverts, et les contrats ouverts qui ne précisent pas le nombre et le type de véhicules couverts, mais qui sont généralement destinés à de grandes flottes (plus de 50 véhicules, par exemple)¹

2.5 La durée du contrat d'assurance automobile

Le contrat est formé suite à l'accord des parties et prend effet à midi le jour suivant le premier versement de la cotisation, ou à la date et à l'heure spécifiées dans les conditions particulières. Toute modification apportée au contrat doit respecter les mêmes conditions. La durée du contrat est précisée dans les conditions particulières et généralement, elle est de six (06) mois ou d'un 1 an.

En effet, il est possible que la garantie soit effective avant ou après la date de conclusion du contrat. Bien que cela puisse sembler important théoriquement, en pratique, la plupart des

¹ Sylvie C, et Jean P, (2016), « Manuel de l'assurance automobile », 5ème édition L'argus, Paris, P4.

contrats d'assurance automobile, professionnels ou non, ont une durée d'un an avec une clause tacite de renouvellement. Cette clause signifie que l'assurance est automatiquement prolongée d'une année supplémentaire en l'absence de notification des parties.

Cependant, chaque partie a le droit de mettre fin à la reconduction tacite en notifiant à l'autre partie sa décision de ne pas renouveler le contrat dans un délai spécifié par la police, généralement un mois avant la date anniversaire de l'assurance.

2.6 La formation du contrat d'assurance

Bien que le contrat d'assurance doive respecter les principes fondamentaux du droit des contrats, il présente des particularités qu'il convient de souligner. En effet, l'accord des parties impliquées, à savoir l'assureur et l'assuré, est un processus unique dans la mesure où il nécessite un accord sur le risque à couvrir. À ce stade, il est important de noter l'existence d'une proposition de risque soumise à l'assureur, qui en retour émet une offre de garanties assortie d'un prix.¹

- **Première étape : La présentation du risque par l'assuré à l'assureur**²

- a) **L'information préalable de l'assureur par l'assuré**

Pour souscrire une assurance, l'assuré a l'obligation de communiquer à l'assureur tous les détails relatifs au risque à couvrir

Cette communication prend la forme d'une proposition d'assurance, qui est le document par lequel le demandeur de l'assurance demande à être couvert pour les risques qu'il décrit. Cette proposition peut se présenter sous différentes formes, telles que le

- Bulletin de souscription : fourni par certaines compagnies d'assurance, qui permet au prospect de décrire un bien ou une situation familiale.
- Le questionnaire : très détaillé qui permet d'inventorier une situation à risque d'automobile qui permettra de décrire de manière détaillée le véhicule et l'usage qui en est fait
- L'entretien en face à face : entre l'assuré et l'agent d'assurance. Bien que cette étape ne crée aucun effet juridique immédiat, les informations fournies par l'assuré au cours de cet entretien constitueront la déclaration initiale du risque garanti si le contrat est conclu ultérieurement. Ces informations seront utilisées en cas de mise en œuvre des garanties, c'est-à-dire en cas de sinistre.

¹ André, M, (2016), Op cit. P49.

² Idem.

b) La sanction du défaut d'information préalable de l'assureur par l'assuré

Si l'assuré ne respecte pas cette obligation, il risque des sanctions en cas d'inexactitude ou d'omission dans sa proposition de risque. Il y a deux cas possibles :

- Si l'assuré a délibérément fourni des informations inexactes ou incomplètes pour faciliter la conclusion du contrat, cela constitue un dol.
- Si l'inexactitude ou l'omission n'était pas intentionnelle, mais qu'elle est suffisamment importante pour avoir influencé l'appréciation du risque par l'assureur, cela peut entraîner une augmentation de la prime d'assurance ou une réduction de l'indemnisation en cas de sinistre. En effet, la proposition de risque de l'assuré constitue la déclaration initiale du risque garanti, sur laquelle l'assureur se base pour évaluer le risque et fixer la prime d'assurance.

• Deuxième étape : La présentation des garanties par l'assureur à l'assuré

Si l'assureur accepte la proposition de risque de l'assuré, il doit alors formuler une offre de garanties. Celle-ci, si elle est acceptée par l'assuré, permettra de conclure le contrat d'assurance, conformément au principe de consensualisme. Cependant, il est important de noter que la simple rencontre des volontés des parties ne suffira pas. En effet, ces dernières années ont vu l'émergence d'un formalisme accru visant à protéger l'assuré. De plus, l'offre de garanties formulée par l'assureur permettra également de définir les limites de son engagement.¹

a) L'information préalable de l'assuré par l'assureur

L'assureur, tout comme l'assuré, a une obligation d'information et de conseil envers son prospect. Il doit lui fournir une fiche d'information sur les prix et les garanties proposées, ainsi qu'un projet de contrat avec les annexes ou une notice d'information explicitant les garanties et les exclusions.

En pratique, l'assureur répondra à la proposition de l'assuré en lui fournissant les conditions générales d'assurance qui contiennent souvent un tableau synthétique des garanties et exclusions et qui détaillent le fonctionnement du contrat et des garanties ainsi que les conditions particulières d'assurance qui précisent les éventuelles limites des garanties, les montants de la prime, les plafonds et/ou franchises.

Pour éviter toute contestation future, l'assureur doit prendre des précautions en matière d'information et de conseil envers son prospect. Il doit ainsi faire signer un document par lequel l'assuré reconnaît avoir reçu les documents relatifs aux conditions générales et particulières de l'assurance ainsi que la date de leur remise.

¹ André M, (2016), Op.cit, P53.

En cas de contestation, deux situations peuvent se présenter selon que le contrat d'assurance a été conclu ou non :

- Si le contrat a été conclu, le défaut d'information peut engager la responsabilité civile contractuelle de l'assureur (article 1.147 du Code civil). L'assuré ne pourra se voir opposer les éléments du contrat qui ne lui ont pas été communiqués, tels que les exclusions ou limites de garantie.
- Si le contrat n'a pas été conclu, le défaut d'information peut être condamné sur le fondement de la responsabilité civile délictuelle. Dans ce cas, l'assuré doit démontrer que ce défaut lui a fait perdre une chance de bénéficier de garanties optimales.

Ainsi, l'assureur doit éditer les conditions particulières d'assurance en deux exemplaires, les faire dater et signer par l'assuré avec une mention "lu et approuvé". Un exemplaire sera remis à l'assuré, tandis que l'autre sera conservé par l'assureur comme preuve de l'exécution de son obligation.

b) L'échange des consentements et ses effets

La proposition d'assurance faite par l'assuré à un représentant de l'assureur ne constitue qu'une offre de contracter. L'assureur peut y répondre en proposant des modifications, des exclusions de garanties ou des limites d'intervention en cas de sinistre. Cette contreproposition doit être acceptée par l'assuré, qui peut manifester son accord en signant les conditions particulières. L'assureur pourra alors établir la police d'assurance.

Dans d'autres cas, l'assureur peut accepter intégralement la proposition de l'assuré et lui adresser les conditions particulières en conformité avec cette dernière. En vertu du principe du consensualisme, la conclusion du contrat sera considérée comme valable. Cependant, pour des raisons de preuve écrite nécessaire, il est préférable que la police d'assurance soit signée par les deux parties.¹

2.7 La modification du contrat

Il est impératif qu'un avenant signé par les parties concernées soit émis pour toute modification apportée au contrat d'assurance

- Par l'assuré : Si l'assureur ne refuse pas la proposition de prolongation, de modification ou de réactivation d'un contrat dans les dix jours suivant sa réception, cette proposition, envoyée par lettre recommandée, est considérée comme acceptée.

¹ Ibid, P53.

- Par l'assureur : L'assuré a le droit de refuser toute modification apportée par son assureur aux conditions de ses garanties, telles que les franchises, ou d'être informé de toute suppression ou ajout d'une nouvelle garantie. En effet, l'assureur ne peut modifier la convention sans le consentement exprès de l'assuré. Contrairement aux modifications suggérées par l'assuré, où le silence de l'assuré est considéré comme une approbation, dans ce cas, le silence de l'assuré n'a pas la même valeur qu'une approbation.

2.8 Résiliation du contrat

Cela signifie que même si le contrat est toujours en cours, les garanties ne sont plus valables dans le cas où le contrat est renouvelable par tacite reconduction et si l'assuré ne paie pas la prime malgré la mise en demeure de l'assureur. Dans ce cas, l'assureur peut suspendre automatiquement les garanties sans autre préavis. La remise en vigueur des garanties ne peut se faire qu'après que l'assuré ait payé la prime due.¹

Chaque type d'assurance est régi par des règles spécifiques pour sa résiliation. Toutefois, pour les contrats d'une durée supérieure à trois (3) ans, à l'exception des assurances de personnes, l'assuré et l'assureur ont la possibilité de demander la résiliation du contrat tous les trois (3) ans en respectant un préavis de trois (3) mois.²

2.9 Les garanties d'assurance automobile

Les promesses d'un contrat d'assurance automobile ont un impact direct sur le montant de la couverture fournie³

L'assureur automobile propose des garanties facultatives supplémentaires pour les dommages au véhicule et pour les personnes transportées à l'intérieur en plus de l'assurance responsabilité civile légalement requise.

Il existe deux types de garantie :

- Garanties obligatoires
- Garanties facultatives

¹ Ordonnance n° 95-07 du 23 Chaâbane 1414 correspondant au 25 janvier 1995 relative aux assurances, Article 16, P10.

² Ibid, Article 10, P09.

³ <https://www.uar.dz/assurances-automobiles/>; consulté le 24/03/2023 à 8h.

2.10 Garanties obligatoires (les garanties responsabilité civile)

Cette garantie est une obligation légale. Le strict minimum pour l'assurance automobile est la suivante. Lorsque des dommages matériels et/ou corporels sont subis par un tiers lors d'un accident dans lequel le véhicule assuré est impliqué, nous couvrons votre responsabilité civile ainsi que celle des personnes assurées.¹

2.10.1 Responsabilité civile en circulation

Dans les situations suivantes, le cabinet défendra financièrement l'assuré contre toute responsabilité résultant de dommages corporels ou matériels causés à autrui alors que le véhicule est en mouvement :

- Accident, incendie ou explosion causés par ce véhicule ou par un appareil terrestre qui lui est attelé, lorsque l'emploi d'un tel véhicule est stipulé aux cinq (5) conditions particulières, par les accessoires et produits servant à leur utilisation, ou par les objets et substances qu'ils transportent ;
- La chute de ces accessoires, produits, objets et substances.²

2.10.2 La responsabilité civile hors circulation

Lorsque l'un des événements énumérés aux conditions précitées n'a pas lieu lors de l'utilisation du véhicule assuré, la compagnie assure l'assuré contre toutes les conséquences pécuniaires de la responsabilité qui pourrait lui incomber du fait de dommages corporels ou matériels causés aux autres.

Toutefois, le moteur du véhicule assuré n'est pas couvert par cette garantie s'il est utilisé pour générer une forme quelconque d'énergie de travail.³

2.11 Les garanties facultatives

On distingue six types de garantie

2.11.1 Les garanties tout risque

Au titre de cette garantie les dommages causés aux véhicules assurés, sont couverts en cas de

- Collision avec un autre véhicule.

¹<https://www.uar.dz/assurances-automobiles/>; consulté le 24/03/2023 à 8h10.

² Ibid

³ Ibid

- Choc contre un corps fixe ou mobile.
- Renversement sans collision préalable.

Assure la prise en charge des frais de réparation de tout dommage que cet événement aurait pu occasionner au véhicule assuré, ou à tout accessoire ou pièce de rechange répertorié dans le catalogue du constructeur.

Outre les autres cataclysmes, les dommages causés par les inondations, les crues, les glissements de terrain, les chutes de pierres, les glissements de terrain et la grêle sont également couverts par cette garantie.

L'assureur s'engage à une indemnisation déterminée « d'après avis d'expert » à concurrence des valeurs garanties en cas de survenance de l'un des événements précités.¹

2.11.2 Les garanties dommages-collisions

La Compagnie garantit à l'Assuré le paiement à concurrence de la somme prévue aux Conditions Particulières, de l'indemnisation des dommages causés par cette collision au véhicule assuré, dans le cas où celle-ci surviendrait en dehors des garages, remises ou propriétés occupées par l'Assuré entre le véhicule assuré et soit un piéton identifié, soit un véhicule ou un animal domestique appartenant à un tiers identifié.²

2.11.3 Les garanties vols- incendies

Cette garantie couvre les dommages aux véhicules assurés, à leurs accessoires et aux pièces de rechange dont le catalogue du constructeur indique qu'elles sont disponibles à la livraison concurremment avec le véhicule, dans le cas où :

- De vol ou de tentative de vol du véhicule assuré
- D'incendie, combustion spontanée, chute de la foudre et explosion.

¹ <https://www.uar.dz/assurances-automobiles/>; consulté le 25/03/2023 à 10h.

² Ibid.

2.11.4 Garanties bris de glace

Protège l'assuré contre les dommages causés par la projection de pierres, de gravier ou d'autres corps sur le pare-brise, la lunette arrière et les vitres latérales du véhicule assuré.

2.11.5 Garanties personnes transportées

Garantit le paiement d'une indemnité en cas de dommage corporel subi par les personnes transportées dans le véhicule assuré, dans la limite des montants prévus aux Conditions Particulières.

2.11.6 Garanties défense et recours DR

- Garantit la défense de l'assuré chaque fois qu'il est traduit devant les juridictions pénales pour lésions corporelles, homicide involontaire, ou pour blessures causées par négligence par le véhicule garanti, dans la limite des sommes déjà prévues.
- L'assureur utilise toutes les possibilités légales et extralégales disponibles pour le compte de l'assuré afin de réparer les dommages matériels au véhicule garanti, y compris les dommages aux objets transportés, auprès du tiers ou de l'assurance du tiers. Le paiement des indemnités pour dommages corporels subis par l'assuré, les passagers, quel que soit leur statut, même s'ils sont membres de la famille de l'assuré, peuvent également faire l'objet d'un recours.¹

¹ <https://www.uar.dz/assurances-automobiles/>; consulté le 25/03/2023 à 10h.

Section 03 : Le marché algérien des assurances

L'activité des assurances en Algérie fut introduite par l'administration coloniale. Avant 1830, les algériens vivaient en communauté et c'était le principe de solidarité et d'entraide qui prédominait. Depuis 1962, de nombreuses réformes ont concerné le secteur des assurances en Algérie. Malgré cela, ce secteur qui peut contribuer au financement de développement accuse un retard considérable par rapport au reste du monde.

L'objectif principal de cette section est de présenter : l'histoire économique du secteur des assurances en Algérie, depuis l'indépendance jusqu'à nos jours, les acteurs et institutions responsables de la réglementation du marché algérien des assurances et donner un aperçu du marché algérien des assurances en chiffres.

1 Historique des assurances en Algérie

L'assurance en Algérie était étroitement liée à l'évolution de l'assurance en France pendant la période coloniale. Après l'indépendance de l'Algérie, les lois et règlements en matière d'assurance hérités de la période coloniale sont restés en vigueur jusqu'en 1975, avant d'être abrogés. Depuis lors, de nouvelles lois ont été instaurées, offrant ainsi de nouvelles opportunités de développement pour le secteur de l'assurance en Algérie.

Le secteur des assurances en Algérie a connu plusieurs étapes importantes au fil du temps. Afin de mieux comprendre son évolution, il est possible de le diviser en deux périodes distinctes

1.1 La période coloniale

Cette période était caractérisée par le monopole des compagnies françaises sur le secteur d'assurance en Algérie. La première compagnie d'assurance française introduite en Algérie est la mutuelle des incendies en 1861 spécialisé pour l'assurance en Algérie et dans les colonies.

Pour satisfaire les besoins des colons-agriculteurs, des mutuelles ont été créées, telles que la Mutuelle Centrale Agricole en 1933, qui a été intégrée à la Caisse Centrale de Réassurance.

Le législateur a adopté des textes métropolitains pour réguler le secteur de l'assurance en Algérie, parmi lesquels figurent principalement :

- La loi du 31 juillet 1930 qui régleme l'ensemble des contrats d'assurance ;
- Le décret du 14 juin 1938, unifiant le contrôle de l'État sur toutes les sociétés d'assurance.

- La loi du 25 avril 1946, relative à la nationalisation de 32 sociétés d'assurance et à la création d'une Caisse Centrale de Réassurance, d'une École Nationale d'Assurances et d'un Conseil National des Assurances.¹

1.2 La période après l'indépendance

Après l'indépendance, 270 entreprises françaises, dont 30% avaient leur siège à l'étranger, pratiquaient les opérations d'assurance en Algérie. Le secteur était tellement contrôlé par la réglementation française que l'État algérien n'avait pas un pouvoir effectif sur ce secteur.

L'assurance a connu une évolution graduelle qui s'est déroulée en plusieurs étapes, notamment :

- **1 ère étape 1962-1966**

Cette période allant de 1962 jusqu'à 1966 se caractérise par la récupération du marché des assurances par l'Etat Algérien. Le législateur Algérien a reconduit par la loi 62-157 du 21 décembre 1962 tous les textes afin de sauvegarder les intérêts de la nation à cette époque 236 société d'assurance étaient titulaires d'un agrément pour exercer leur activité en Algérie.

La récupération du secteur des assurances s'est caractérisée par :

-la création de la Caisse Algérienne d'Assurance et de Réassurance (CAAR) par la loi n° 63-197 du 8 juin 1963. Cette loi a imposé à toutes les sociétés d'assurance de céder une part de 10% des primes encaissées au profit de la CAAR.

- Les entreprises d'assurance, sans distinction de nationalité, étaient tenues de se conformer aux exigences de la loi n°63-201 du 8 juin 1963, qui imposait certaines garanties, notamment :

Le ministre des finances avait pour mission de contrôler et surveiller l'ensemble des compagnies d'assurance.

Toute compagnie d'assurance étrangère souhaitant poursuivre ou entamer ses activités en Algérie devait demander l'agrément du ministre des finances.

- En décembre 1963, la Société Algérienne d'Assurance (SAA) a été créée par un arrêté, avec une participation majoritaire de 51% pour l'Etat algérien et une participation de 39% pour l'Etat égyptien.

¹ Bouaziz C, (2013), « L'histoire de l'assurance en Algérie », P286.

- La Mutuelle Algérienne d'Assurance des Travailleurs de l'Education et de la Culture (MAATEC) a été créée par un arrêté daté du 29 décembre 1964.¹

- **2 -ème étape 1966-1975**

Pendant cette période, l'Etat a établi un monopole sur toutes les opérations d'assurance, qui sont maintenant réservées aux entreprises nationales. Par conséquent, l'article 2 de la loi 63-201 a été rendu obsolète.

En 1966, le monopole de l'État sur l'activité de l'assurance a été instauré, entraînant la nationalisation de toutes les compagnies d'assurances étrangères. La SAA avait déjà été nationalisée en 1963 par l'ordonnance n°66-129 du 27 mai 1966. Toutes les autres entreprises ont été liquidées, à l'exception de celles qui ont la forme mutuelle, comme la CAAR, la CNMA (Caisse Nationale des Mutualités Agricoles) créée en 1972, spécialisée dans l'assurance agricole, et finalement la MAATEC.²

- **3 -ème étape 1975-1995**

Cette étape est caractérisée par la spécialisation des entreprises d'assurance, en indiquant pour chacune d'elles les risques à couvrir d'où la CAAR est spécialisé dans les assurances des gros risques et de transport, cela permettant la création de la caisse d'assurance totale spécialisé dans l'assurance du transport terrestre ; maritime et la SAA spécialisé dans les petits risques, qui sont cependant générateurs d'une épargne importante. Afin que la loi 80-07 du 9 août 1980 qui propose essentiellement l'amélioration de la protection de l'assuré et autres bénéficiaires de l'assurance et l'assouplissement de la procédure d'indemnisation.

Cette étape se caractérise aussi par la naissance de la Compagnie Algérienne de l'Assurance de Transport (CAAT) par le décret n 85-82 d'avril 1985. En 1988 un ensemble de réformes et de transformation ont été apportées au secteur des assurances qui entraînent la concurrence entre les compagnies existantes : SAA, CAAR, CAAT, MAATEC et la CNMA. Chaque institution d'assurance ne doit pas se comporter de la même façon vis-à-vis du public auquel elle s'intéresse au niveau de chaque variable du marketing mixte. Et chaque intervenant ou compagnie d'assurance elle assure tous les risques c'est-à-dire les risques industriels, risques relatifs au transport, les risques agricoles, les risques simples La promulgation de la loi 90-10

¹ <https://www.ccr.dz/images/bulletin/bulletin-1-2012.pdf>, consulté le 01/04/2023 à 11h.

² Bouaziz C, (2013), Op.cit, P286.

relative à la monnaie et au crédit constitue un dispositif législatif pour la transition vers l'économie de marché et a permis au secteur des assurances de connaître un nouvel essor.¹

- **4 -ème étape 1995 à nos jours**

Le dernier changement survenu dans le domaine des assurances est celui de la libéralisation du secteur par le biais de l'ordonnance 95-07 du 25 janvier 1995 et la suppression du monopole de l'Etat sur le marché d'assurance, permettant la naissance des compagnies privées. Cette ordonnance a aussi entraîné la réduction de nombre de garanties dont la souscription est obligatoire.

Une assurance obligatoire (Cat-Nat) contre les catastrophes naturelles a été mise en application au début de septembre 2004, conformément à l'ordonnance présidentielle n° 03-12 du 26 octobre 2003 adoptée le 7 octobre 2003 par l'assemblée populaire nationale (APN) et le 14 du même mois par le sénat, ainsi que par le conseil des ministres. Le système de contrôle des assurances reste à parfaire du fait de faiblesses qui sont à l'origine de la loi adoptée le 17 janvier 2006 par l'assemblée populaire nationale.

Son objectif est de soutenir le développement de l'assurance en général et l'assurance de personnes en particulier pour en faire un instrument du développement économique et social du pays. Pour accélérer la libéralisation du marché, la loi autorise désormais les opérateurs étrangers à installer des succursales en Algérie. Les produits d'assurance pourront être vendus par des guichets bancaires et d'autres canaux de distribution qui devaient être précisés ultérieurement. Avec cette loi, le secteur ouvre ses portes toutes grandes².

2 Les institutions du marché algérien des assurances

La réglementation du marché des assurances en Algérie est encadrée par trois institutions autonomes : le Conseil National des Assurances (CNA), la Centrale des Risques pour la centralisation des risques, et la Commission de Supervision des Assurances (CSA), placées sous l'égide du ministère des Finances. Cette organisation est le fruit de la volonté des pouvoirs publics de garantir la protection des intérêts des assurés et de promouvoir le développement d'un secteur des assurances à la fois social et économique. Avant de présenter les différents

¹ <https://www.ccr.dz/images/bulletin/bulletin-1-2012.pdf>, consulté le 01/04/2023 à 11h.

² Bouaziz, (2013), Op.Cit ,P287.

acteurs intervenant sur le marché des assurances en Algérie, il est important de présenter le rôle du ministère des Finances, qui occupe une place centrale dans cette architecture institutionnelle.

2.1 Le ministère chargé des finances

Le ministère chargé des finances est responsable de délivrer l'autorisation pour l'ouverture de succursales d'assurances étrangères et de bureaux de représentation de sociétés d'assurances et de réassurance en Algérie. Il a également le pouvoir d'agréer une association professionnelle d'assureurs de droit algérien, à laquelle les sociétés d'assurance et de réassurance étrangères sont tenues d'adhérer, ainsi qu'une association professionnelle des agents généraux et des courtiers. Les sociétés d'assurance et de réassurance ne peuvent exercer leur activité qu'après avoir obtenu l'agrément du ministre des finances. Enfin, le ministère établit la liste des documents que les sociétés d'assurance et de réassurance doivent fournir à la CSA.

2.2 Le Conseil National des Assurances (CNA)

Le CNA se définit comme le cadre de concertation entre les diverses parties impliquées l'activité d'assurance : les assureurs et intermédiaires d'assurance, les assurés, les pouvoirs publics et enfin le personnel exerçant dans le secteur. Il représente aussi une force de réflexion et de proposition, un organe consultatif des pouvoirs publics et centre de conception et de réalisation des études techniques. Les attributions, l'organisation, la composition et le fonctionnement du CNA sont définis par les dispositions du décret exécutif n°95-339, modifié et complété par le décret exécutif n°07-137 du 19 mai 2007. Le CNA est présidé par le ministre chargé des Finances. Il est constitué d'une assemblée délibérante, de quatre commissions techniques et d'un secrétariat permanent.¹

2.3 La Centrale des Risques

La Centrale des risques est créée auprès du ministère des Finances. Elle est rattachée à la structure chargée des assurances. Les sociétés d'assurance et succursales de sociétés d'assurance étrangères, doivent fournir à la Centrale des risques les informations nécessaires à l'accomplissement de ses missions. Le décret exécutif n°07-138 précise les contours de sa mission : la centrale collecte et centralise les informations relatives aux contrats d'assurances souscrits auprès des sociétés d'assurance et de réassurance, et les succursales d'assurances étrangères. En effet, les sociétés doivent lui déclarer les contrats qu'elles émettent. La forme et

¹ Tafiani B, (1987), « Les assurances en Algérie », Editions OPU et ENAP, Alger, P26.

la périodicité de ces déclarations sont fixées par arrêté du ministre des Finances. La Centrale les informe de tout cas de pluralité d'assurances de même nature pour un même risque.¹

2.4 La Commission de Supervision des Assurances (CSA)

La Commission de supervision des assurances (CSA) a pour mission de contrôler l'activité d'assurance et de réassurance en Algérie en tant qu'administration de contrôle, en collaboration avec la structure chargée des assurances au ministère des Finances. Elle a été créée par l'article 209 de l'ordonnance 95-07 et a un objectif principal :

-promouvoir et favoriser le développement du marché national des assurances afin de l'intégrer dans l'activité économique et sociale, tout en protégeant les intérêts des assurés et en garantissant la régularité et la solvabilité des sociétés d'assurance.

La Commission de supervision des assurances à plusieurs missions fondamentales qui incluent :

- Assurer le respect par les sociétés et intermédiaires d'assurance agréés des dispositions législatives et réglementaires relatives à l'assurance et à la réassurance ;
- S'assurer que ces sociétés respectent et continuent d'être capables de respecter les engagements qu'elles ont pris envers les assurés ;
- Examiner les informations sur l'origine des fonds utilisés pour la constitution ou l'augmentation du capital social des sociétés d'assurance et/ou de réassurance.

Le décret exécutif n° 08-113 du 9 avril 2008 définit les missions de la CSA. Cette commission est dirigée par un président nommé par décret présidentiel. De plus, la liste des membres de la commission est également établie par décret présidentiel.²

3 Les acteurs du marché des assurances en Algérie

On distingue cinq acteurs du marché des assurances en Algérie

3.1 Les assureurs

Les assureurs sont des entités qui acceptent de prendre en charge des risques moyennant une prime ou une cotisation. Le marché des assurances en Algérie est en pleine évolution suite à l'obligation imposée aux assureurs de séparer l'assurance-vie de l'assurance non-vie. Il est composé de sociétés publiques, privées et mixtes d'assurance de dommages, de mutuelles

¹ Benilles B, (2011), « l'évolution du secteur algérien des assurances », Edition Colloque international, Université FERHAT Abbas, P20.

² https://www.uar.dz/wp-content/uploads/2017/01/DE_08_113_CSA.pdf, consulté le 23/04/2023 à 14h.

d'assurance, de sociétés publiques, privées et mixtes d'assurance de personnes, d'une compagnie publique de réassurance ainsi que de sociétés spécialisées.

3.2 Compagnie d'assurance de dommages

Il existe actuellement treize (13) compagnies d'assurance de dommages opérant en Algérie. Elles se répartissent comme suit :

- **Quatre sociétés publiques** : compagnie algérienne d'assurance et de réassurance (CAAR), Compagnie Algérienne des assurances (CAAT), Compagnie d'assurance des hydrocarbures (CASH), Société nationale d'assurance (SAA)
- **Six sociétés privées** : Gulf insurance groupe GIG, Alliance assurances, Compagnie internationale d'assurance et de réassurance (CIAR), Société générale assurance méditerranéenne (GAM), Salama assurances Algérie, Trust Algeria d'assurance et de réassurance
- **Deux sociétés mutuelles** : Caisse nationale de mutualité agricole, Mutuelle d'assurance algérienne des travailleurs de l'éducation et de la culture
- **Une société mixte** : Assurance Algérie Dommage (AXA)

3.3 Compagnies d'assurance de personnes

Il y a actuellement 8 compagnies autorisées à pratiquer les assurances dites de "personnes", réparties comme suit :

- Deux sociétés publiques : CAARAMA Assurance, Taamine life Algerie SPA (TALA Assurances)
- Une société mutuelle : Le mutualiste
- Trois sociétés mixtes : Algerian Gulf life insurance Company-SPA, AXA Algérie assurances vie-SPA, Société d'assurance de prévoyance et de santé-SPA
- Deux sociétés privées : Macir Vie-SPA, Cardif EL-Djazair

3.4 Compagnies d'assurances spécialisées

Il existe 02 compagnies d'assurances habilitées à pratiquer les assurances dites « Spécialisées », qui assurent le « crédit », ces deux compagnies sont : Compagnie algérienne d'assurance et de garantie des exportations (CAGEX), Société de garantie du crédit Immobilier

3.5 Compagnie de réassurance

Il existe une seule est une unique compagnie de réassurance qui est la compagnie centrale de réassurance (CCR)

4 Marché algérien en chiffres

Afin de présenter le marché Algérien en chiffres, nous allons procéder à une analyse de la production en générale et particulièrement des assurances dommages, et de la sinistralité.

4.1 Evaluation de la production

Le chiffre d'affaires réalisé par le secteur des assurances au titre du quatrième trimestre du 2022, est estimé à 162.6 milliards de dinars contre 153.5 de dinars pour 2021, soit une augmentation de 5,9% par rapport à l'exercice 2021.

Le marché national des assurances est dominé par les Assurances de Dommages (AD), représentant une part de 85,9%, suivies par les Assurances de Personnes (AP), qui détiennent une part de 9,9%.

En 2022, la branche Takaful Général a généré une production de 48,5 millions de DA. Les acceptations internationales ont représenté 4,2% de la valeur totale des parts, soit 6,8 milliards de DA à la fin de l'année, enregistrant une croissance de 2,3% par rapport à l'année précédente où elles avaient atteint 6,7 milliards de DA.

Tableau 1: Production du secteur des assurances au 31/12/2022

	Chiffre d'affaires		Structure du marché		Évolution	
	31/12/2021	31/12/2022	2021	2022	En %	En valeur
Assurance conventionnelle						
Assurance de Dommage	133 373 187 386	139 611 163 850	86,9%	85,9%	4,7%	6 237 976 464
Assurance de Personne	13 477 663 227	16 136 739 501	8,8%	9,9%	19,7%	2 659 076 274
Total	146 850 850 613	155 747 903 351	95,7%	95,8%	6,1%	8 897 052 738
Assurance Takaful						
Takaful Général	0	48 470 431	0,0%	0,0%	0	48 470 431
Takaful Familial	0	0	0,0%	0,0%	0	0
Total	0	48 470 431	0,0%	0,0%	0,0%	48 470 431
Marché direct	146 850 850 613	155 796 373 782	95,7%	95,8%	6,1%	8 945 523 169
Réassurance						
Acceptations internationales	6 656 658 260	6 807 075 293	4,3%	4,2%	2,3	150 417 033
Total	153 507 508 873	162 603 449 075	100%	100%	5,9%	9 095 940 202

Source : Note de conjoncture CNA T4, 2022.

4.2 Evaluation de la sinistralité

Au cours de l'exercice 2022, le montant des sinistres déclarés aux compagnies d'assurance était de 80,2 milliards de DA et le nombre total de documents de déclaration était de 1 432 273, dont l'activité d'assurance de biens représentait jusqu'à 91,2%.

Le montant des indemnisations s'est élevé à 69,9 milliards de DA, et un total de 1 195 231 actes ont été réglés. Par rapport à l'exercice 2021, le montant et le volume ont augmenté respectivement de 1,2% et 5%.

Le montant des créances en instance est de 103,1 milliards de DA, et le nombre cumulé des créances en instance est de 1.395.766.

Tableau 2: Situation des sinistres du marché des assurances au 31/12/2022(en montant)

En DA	SINISTRES DÉCLARÉS					
	31/12/2021	31/12/2022	Structure		Évolution	
			2021	2022	En %	En valeur
Assurances de dommages	68 961 004 394	73 206 276 044	89,7%	91,2%	6,2%	4 245 271 650
Assurances de personnes	7 929 309 723	7 030 255 616	10,3%	8,8%	-11,3%	-899 054 107
Takaful	0	6 039 229	0,0%	0,0%	0,0%	6 039 229
Total	76 890 314 117	80 242 570 889	100%	100%	4,4%	3 352 256 772
En DA	SINISTRES RÉGLÉS					
	31/12/2021	31/12/2022	Structure		Évolution	
			2021	2022	En %	En valeur
Assurances de dommages	61 968 978 645	62 626 993 526	89,8%	89,6%	1,1%	658 014 881
Assurances de personnes	7 045 677 867	7 239 967 559	10,2%	10,4%	2,8%	194 289 693
Takaful	0	1 657 972	0,0%	0,0%	0,0%	1 657 972
Total	69 014 656 512	69 868 619 057	100%	100%	1,2%	853 962 545
En DA	SINISTRES À PAYER					
	31/12/2021	31/12/2022	Structure		Évolution	
			2021	2022	En %	En valeur
Assurances de dommages	82 651 871 254	98 402 079 665	94,9%	95,4%	19,1%	15 750 208 411
Assurances de personnes	4 439 289 877	4 719 597 430	5,1%	4,6%	6,3%	280 307 553
Takaful	0	3 654 285	0,0%	0,0%	0,0%	3 654 285
Total	87 091 161 131	103 125 331 380	100%	100%	18,4%	16 034 170 249

Source : Note de conjoncture CNA T4 2022

Après avoir présenté la situation des sinistres du marché des assurances en chiffre on ajoute la situation en nombre

Tableau 3: Situation des sinistres du marché des assurances au 31/12/2022(en nombre)

En nombre	SINISTRES DÉCLARÉS					
	31/12/2021	31/12/2022	Structure		Évolution	
			2021	2022	En %	En valeur
Assurances de dommages	1 069 313	1 144 706	84,1%	79,9%	7,1%	75 393
Assurances de personnes	202 376	287 431	15,9%	20,1%	42,0%	85 055
Takaful	0	136	0,0%	0,0%	0,0%	136
Total	1 271 689	1 432 273	100%	100%	12,6%	160 584
En nombre	SINISTRES RÉGLÉS					
	31/12/2021	31/12/2022	Structure		Évolution	
			2021	2022	En %	En valeur
Assurances de dommages	951 337	948 376	83,5%	79,3%	-0,3%	-2 961
Assurances de personnes	187 429	246 821	16,5%	20,7%	31,7%	59 392
Takaful	0	34	0,0%	0,0%	0,0%	34
Total	1 138 766	1 195 231	100%	100%	5,0%	56 465
En nombre	SINISTRES À PAYER					
	31/12/2021	31/12/2022	Structure		Évolution	
			2021	2022	En %	En valeur
Assurances de dommages	1 200 699	1 337 190	98,3%	95,8%	11,4%	136 491
Assurances de personnes	21 318	58 479	1,7%	4,2%	174,3%	37 161
Takaful	0	97	0,0%	0,0%	0,0%	97
Total	1 222 017	1 395 766	100%	100%	14,2%	173 749

Source : Note de conjoncture CNA T4 2022

Le taux de règlement du marché des assurances marqué, au terme de l'exercice 2022, une régression de 1,7%, passant, ainsi, de 45,8%, au 31/12/2021, à 45% à fin 2022.

Tableau 4: Taux de règlements des sinistres au 31/12/2022

En %	Taux de règlement		Évolution
	2021	2022	
Assurances de dommages	42,1%	40,4%	-4,0%
Assurances de personnes	83,0%	79,9%	-3,7%
Total	45,8%	45,0%	-1,7%

Source : Note de conjoncture CNA T4 2022

4.3 Evaluation de la production des assurances dommage

En 2022, la production de l'assurance dommages augmentera de 4,7%, atteignant ainsi un chiffre d'affaires de 139,6 milliards de DA, soit une augmentation de la production de 6,2 milliards de DA. Par rapport à 2021.

Cela s'explique principalement par les évolutions observées dans les branches « Auto » et « IRD », respectivement à 4,7 % et 3,7 %. Cette dernière accapare 91 % de la performance de l'activité d'assurance de biens.

Tableau 5: Production des assurances de dommages au 31/12/2022 par branche

En DA	Chiffre d'affaires		Structure du marché			Evolution
	31/12/2021	31/12/2022	2021	2022	En %	En valeur
Assurance Automobile	62 038 060 104	64 978 457 362	46,5%	46,5%	4,7%	2 940 397 258
IRD	59 950 029 666	62 166 888 782	45,0%	44,5%	3,7%	2 216 859 116
Assurances Agricoles	2 157 189 184	2 408 135 968	1,6%	1,7%	11,6%	250 946 784
Assurances Transport	6 668 654 022	7 212 831 019	5,0%	5,2%	8,2%	544 176 997
Assurances Crédit	2 559 254 409	2 844 850 718	1,9%	2,0%	11,2%	285 596 309
Total	133 373 187 386	139 611 163 850	100%	100%	4,7%	6 237 976 464

Source : Note de conjoncture CNA T4 2022

4.3.1 Evaluation par branche

- Branche Automobile :** Avec une part représentant 46,5% de la production totale des Assurances de Dommages, l'assurance "Automobile" a enregistré un chiffre d'affaires d'environ 65 milliards de DA au 31/12/2022, ce qui correspond à une augmentation de 4,7% par rapport à la même période de l'exercice 2021. Cette croissance est principalement due aux "Risques non obligatoires" qui représentent 80,7% du portefeuille de la branche et affichent une évolution de 7,7%. Cette progression est attribuée principalement au renouvellement des contrats existants et à la conclusion de nouveaux contrats, ainsi qu'à l'application d'une limite de réduction automobile fixée à 50%.
- Branche IRD :** Le chiffre d'affaires cumulé de l'assurance "Incendie et risques divers" s'élève à 62,2 milliards de DA à la fin de l'année 2022, comparé à 59,9 milliards de DA à la fin de l'année 2021, soit une augmentation de 3,7%. Cette croissance est principalement due à la sous-branche "Incendie, explosion et éléments naturels" qui représente 78,7% de la production totale de la branche et enregistre une progression de 4,8%.

La souscription de nouveaux contrats ainsi que l'augmentation des primes de certains contrats, en raison de la hausse de la valeur des capitaux assurés, ont contribué à stimuler les performances des sociétés dans la branche "Incendie et risques divers" (IRD).

- Branche AGRICOLE :** À la fin de l'exercice 2022, la branche "Agricole" enregistre une valeur ajoutée de 250,9 millions de DA, ce qui représente une croissance de 11,6%

par rapport à l'exercice 2021. Le chiffre d'affaires cumulé s'élève ainsi à 2,4 milliards de DA, contre 2,1 milliards de DA à la fin de l'année 2021.

Cette progression est principalement attribuée aux trois sous-branches suivantes : "Incendie et multirisques agricoles" (+28,4%), "Production végétale" (+12%) et "Production animale" (+21,3%), qui détiennent respectivement des parts de marché de 12,8%, 24,3% et 35,6%.

Les performances remarquables de la branche sont le résultat de plusieurs facteurs, tels que la souscription de nouveaux contrats grâce au programme d'importation de bovins lancé par l'État en 2022. De plus, les efforts commerciaux déployés en matière de prospection et les campagnes de sensibilisation auprès des agriculteurs ont également contribué à ces résultats positifs.

- **Branche Transport :** Avec une part de 5,2% du marché des Assurances de Dommages, la branche "Transport" enregistre une croissance de 8,2% et atteint un chiffre d'affaires de 7,2 milliards de DA à la fin de l'année 2022.

Cette performance est principalement due aux hausses observées dans les sous-branches "Transport aérien" (+18,4%) et "Transport maritime" (+4,7%). Ces évolutions sont le résultat de l'acquisition de nouvelles affaires, notamment dans les domaines des "Facultés aériennes" et des "Corps maritimes", suite à la reprise d'activité après la pandémie de la Covid-19.

Ces résultats positifs témoignent de la confiance retrouvée des acteurs du secteur dans le domaine du transport, ainsi que de leur capacité à saisir les opportunités de croissance sur le marché.

- **Branche Crédit :** Au cours de l'exercice 2022, la branche "Crédit" enregistre un montant total de primes émises de 2,8 milliards de DA, ce qui représente une augmentation de 11,2% par rapport à l'exercice précédent.

Cette croissance est principalement due aux performances des sous-branches suivantes : "Insolvabilité générale" (+16,2%), "Crédit immobilier" (+3,1%) et "Crédit à l'exportation" (+34,3%). Ces sous-branches représentent respectivement 43,7%, 44,8% et 10,7% du total des primes émises dans la branche "Crédit".

Cette évolution positive est expliquée en partie par l'augmentation des montants des crédits accordés et par la souscription de nouveaux contrats. Ces facteurs ont contribué à stimuler l'activité de la branche "Crédit" et à générer des résultats encourageants.

Conclusion :

En conclusion, les assurances jouent un rôle essentiel dans la protection des individus, des biens et des entreprises contre les risques auxquels ils sont confrontés. L'assurance automobile, en particulier, vise à protéger les propriétaires de véhicules contre les risques liés à leur utilisation. Le contrat d'assurance automobile établit les termes de la couverture, les primes, les franchises, les exclusions de garantie et les procédures de règlement des sinistres, offrant ainsi une sécurité financière et une tranquillité d'esprit aux assurés.

L'inversion du cycle de production impose aux assureurs de prendre des mesures appropriées pour anticiper et faire face à leurs engagements futurs, qui restent encore incertains.

En résumé, les assurances, y compris l'assurance automobile, jouent un rôle crucial dans la protection contre les risques. Les contrats d'assurance définissent les termes de la couverture et les procédures de règlement des sinistres. Dans un contexte de transformation du secteur, les compagnies d'assurance doivent rester flexibles et innovantes. En Algérie, une réflexion sur l'adoption de normes réglementaires plus avancées pourrait contribuer à renforcer le secteur assurantiel dans son ensemble.

Chapitre 02 : Provisionnement en assurance non vie

Introduction

Les provisions techniques jouent un rôle crucial dans le domaine de l'assurance en permettant aux compagnies de prévoir les engagements financiers liés aux sinistres et aux contrats d'assurance. Pour estimer ces provisions de manière plus précise, les méthodes de provisionnement stochastiques sont de plus en plus utilisées. Parmi ces méthodes, on retrouve notamment la méthode du Chain ladder, le Bootstrap et le modèle de Mack.

En outre, la théorie des copules est également employée pour modéliser les dépendances entre différentes variables aléatoires, permettant ainsi d'améliorer l'estimation des provisions techniques.

Les compagnies d'assurance doivent prendre en compte les corrélations potentielles entre les sinistres afin d'estimer de manière précise leurs provisions techniques et leurs niveaux de capitalisation. Les copules offrent une approche flexible pour capturer les dépendances complexes entre les sinistres, en prenant en compte des facteurs tels que la fréquence des sinistres, leur gravité et d'autres caractéristiques spécifiques.

L'objectif de ce chapitre est de fournir une introduction au provisionnement en assurance non-vie, en mettant l'accent sur les provisions techniques et les différentes méthodes d'évaluation de celles-ci. Nous commencerons par présenter le cadre réglementaire du provisionnement en assurance non-vie. Ensuite, nous procéderons à une présentation des différentes méthodes actuarielles utilisées pour l'évaluation des provisions, en nous concentrant sur le cas indépendant. Enfin, nous aborderons la théorie des copules dans le contexte du provisionnement en assurance non-vie.

Section 1 : Cadre réglementaire de provisionnement en assurance non vie

La réglementation entourant les provisions techniques en assurance vise à garantir la stabilité et la solidité financière des compagnies d'assurance. Elle établit des normes et des exigences claires quant aux méthodes de calcul et aux montants minimums de provisionnement nécessaires pour chaque type de couverture d'assurance non-vie.

Cette section examinera les principaux aspects du cadre réglementaire des provisions techniques en assurance non-vie. Nous explorerons les principaux organismes de réglementation et les directives qu'ils établissent pour assurer une gestion adéquate des provisions techniques.

1 Les provisions techniques

Conformément au Décret exécutif n° 13-114 Art 10 Les provisions techniques sont des fonds destinés au règlement intégral des engagements pris, selon le cas, envers les assurés, les bénéficiaires de contrats d'assurance et les sociétés d'assurance ayant cédé des parts en réassurance dites sociétés cédantes.¹

D'après le code des assurances, les assureurs sont tenus de constituer des provisions techniques adéquates pour honorer leurs engagements envers les assurés ou les bénéficiaires des contrats.

Les provisions techniques d'une compagnie d'assurance figurent dans la partie passif de son bilan, plus précisément dans le passif courant. Elles représentent les obligations réelles de l'assureur envers les assurés et les bénéficiaires des contrats d'assurance, et constituent le poste le plus important du passif de la compagnie. En effet, les provisions techniques représentent plus de la moitié du passif de la compagnie d'assurance.

¹ Décret exécutif n° 13-114 du 16 Joumada El Oula 1434 correspondant au 28 mars 2013 relatif aux engagements réglementés des sociétés d'assurance et/ou de réassurance, chapitre 3, article 10, P6.

Tableau 6: Bilan d'une compagnie d'assurance

Actif	Passif
Immobilisations (Placements) (70% à 80%)	Capitaux propres
	Provisions techniques (brutes de réassurance) (60% à 80%)
Créances et autres actifs (10% à 20%)	Dettes et autres passifs (10% à 20%)

Source : Boudaoud W, « Estimation des provisions techniques par les méthodes déterministes et les modèles stochastiques », Magister en Finance quantitative, Ecole nationale supérieure de statistique et d'économie appliquée Algérie, 2015, p20

1.1 La classe 3, comptes de provisions techniques d'assurance

- 30 Provisions techniques sur opérations directes (Assurances de dommages)
- 31 Provisions techniques sur acceptations (Assurances de Dommages)
- 32 Provisions techniques sur opérations directes (Assurances de Personnes)
- 33 Provisions techniques sur acceptations (Assurances de Personnes)
- 38 Part de la coassurance cédée dans les provisions techniques
- 39 Part de la réassurance cédée dans les provisions techniques¹

En assurance non-vie, les provisions techniques sont principalement constituées de quatre types de provisions : la provision pour sinistres à payer (PSAP), la provision pour primes non acquises (PPNA), la provision pour risques en cours (PPRE) et la provision pour égalisation (PPE).

a) La provision pour sinistre à payer PSAP :

Conformément au Décret exécutif n° 13-114 Art 12 (La provision pour sinistres à payer en assurance automobile représente la valeur estimative des dépenses en principal et en frais y afférents, nécessaires au règlement de tous les sinistres déclarés et non payés à la date d'inventaire, y compris les capitaux constitutifs des rentes non encore mises à la charge de la société d'assurance)²

La PSAP constitue la part la plus importante, cette dernière correspond à l'estimation en principal et en frais, incluant les coûts internes et externes, nécessaires pour régler tous les

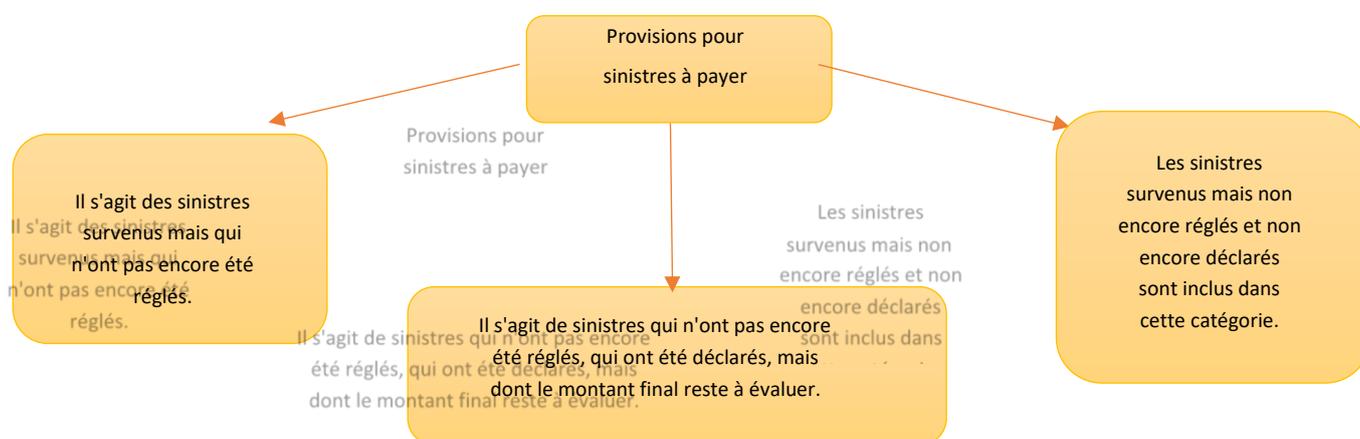
¹ Avis n° 89 du 10/03/2011, pp3-13.

² Décret exécutif n° 13-114 du 16 Joumada El Oula 1434 correspondant au 28 mars 2013 relatif aux engagements réglementés des sociétés d'assurance et/ou de réassurance, chapitre 3, article 12, P8.

sinistres qui se sont produits mais qui n'ont pas encore été payés, y compris les capitaux nécessaires pour les rentes qui n'ont pas encore été attribuées. Cette provision doit inclure :¹

- Une provision pour les sinistres inconnus ou déclarés tardivement (après la date d'inventaire).
- Une provision de gestion, qui couvre les frais futurs liés aux sinistres en cours, y compris les frais internes tels que les salaires des personnes travaillant dans le service des sinistres

Figure 3: Structure des provisions pour SAP



Source : Elaboré par nos soins

Le législateur Algérien l'a défini comme étant « la valeur estimative des dépenses en principal et en frais afférent nécessaires au règlement de sinistres déclarés et non payés à la date d'inventaire, y compris les capitaux constitutifs des Tentes ou encore mise à la charge de la société d'assurance »

Selon la réglementation de l'assurance automobile en vigueur en Algérie, la PSAP (Provision pour Sinistres à Payer) doit être calculée en incluant son montant brut, sans déduction des recours à exercer ni des sinistres pris en charge par la réassurance ou la rétrocession.

¹ Partrat C, (2013), Cours provisions techniques, dispensé à l'institut de Science Financière Et Assurances (ISFA), Université Claude Bernard – Lyon 1, P21.

- b) **La provision pour primes non acquises (PPNA) :** Conformément au **Décret exécutif n° 13-114 Art. 16** La provision pour primes non acquises représente, pour l'ensemble des contrats en cours, la part des primes émises et des primes restant à émettre se rapportant à la période comprise entre la date d'inventaire et la date de la prochaine échéance de prime, ou à défaut, du terme du contrat.¹

La provision pour primes non acquises (PPNA) ou "unearned premium reserve" en anglais, est constituée par la partie des primes émises qui correspond aux risques qui n'ont pas encore été courus. Les contrats d'assurance sont souscrits tout au long de l'année par les assurés, et leur durée peut ne pas correspondre à l'exercice social de l'entreprise.

Ainsi, une partie des primes émises au cours d'une année correspond à des risques qui seront courus l'année suivante. Cette portion des primes n'est donc pas acquise pendant l'exercice en cours, mais doit être transférée et provisionnée pour l'exercice suivant.

La prime acquise est ensuite calculée en soustrayant la PPNA du bilan de la prime émise, ce qui représente la partie de la prime émise correspondant aux risques déjà courus. Les méthodes de calcul de la PPNA sont généralement basées sur les dates d'échéance et la durée des polices d'assurance d'origine, et varient selon le type comptable et la branche de chaque contrat.²

- b) **La provision pour risques en cours (PPRE)³ :** La Provision pour Risque en Cours est destinée à couvrir les coûts potentiels des sinistres qui ne sont pas pris en compte par la Provision pour Primes Non Acquises. Elle est prévue pour prendre en charge les risques assurés supplémentaires qui pourraient survenir, au-delà des primes collectées jusqu'à présent. Cette provision est conçue pour faire face à toutes les demandes d'indemnisation et à tous les frais associés aux contrats d'assurance en cours qui dépassent le montant des primes non acquises correspondantes.

Elle se calcule sous la forme suivante :

(r-1)PPNA+FAR

Où :

- r représente le ratio ultime de sinistres à primes

¹ Décret exécutif n° 13-114 du 16 Jomada El Oula 1434 correspondant au 28 mars 2013 relatif aux engagements réglementés des sociétés d'assurance et/ou de réassurance, chapitre 3, article 16, P7.

² Partrat C et autres, Op.cit, Paris, P302.

³ Ibid, P305.

- PPNA correspond à la prime non acquise
- FAR représente les frais d'acquisition reportés (c'est-à-dire la part des frais associés aux primes futures).

c) La provision pour égalisation (PPE) : Conformément au Décret exécutif n° 13-114 Art 18 La provision d'égalisation est destinée à la société d'assurance pratiquant l'assurance pour égaliser les fluctuations des taux de sinistres pour les années à venir¹

Son but principal est d'amortir les fluctuations significatives des résultats causées par la survenance d'événements catastrophiques. La provision d'égalisation concerne spécifiquement les événements caractérisés par une fréquence sur plusieurs années et des charges sinistres considérables.

La provision d'égalisation est soumise à trois limites réglementaires :

- Les contributions à la provision d'égalisation sont plafonnées chaque année à 72 % du bénéfice technique de la catégorie de risque concernée.
- Les contributions doivent être reprises au bout d'une durée maximale déterminée par le risque, même si ce risque ne s'est pas concrétisé.
- Le montant de la provision d'égalisation est limité en pourcentage des primes émises pendant l'exercice, après déduction de la réassurance. Ce pourcentage est déterminé en fonction du risque.

2 Méthodes réglementaires de provisionnement

Conformément au Décret exécutif n° 95-342 de 30/101995 relatif aux engagements réglementés prévoient quatre méthodes pour l'évaluation des provisions pour sinistres à payer

¹ Décret exécutif n° 13-114 du 16 Joumada El Oula 1434 correspondant au 28 mars 2013 relatif aux engagements réglementés des sociétés d'assurance et/ou de réassurance, chapitre 3, article 18, P8.

2.1 La méthode dossier par dossier

En utilisant les données suivantes, cette méthode identifie et évalue tous les dossiers de sinistres non réglés afin de déterminer l'indemnité à verser pour chacun d'entre eux ¹

- Les renseignements déjà disponibles sur les sinistres
- Le coût des sinistres analogues payés dans un passé proche
- La conjoncture économique ;
- Le montant de l'arrêt de la justice.

2.2 Méthode de la cadence de règlement

La cadence de règlement des sinistres correspond à la fréquence à laquelle les sinistres sont réglés au cours d'une période donnée pour chaque branche d'assurance. Elle offre deux informations essentielles sur le processus de règlement des sinistres survenus durant cette période ² :

Le nombre d'années nécessaires pour régler ces sinistres ;

Le pourcentage de règlement des sinistres pour chaque année.

2.3 La méthode des coûts moyens

Cette méthode repose sur les coûts moyens des sinistres réglés par l'assureur au cours des exercices précédents. Elle est applicable lorsque l'ensemble des sinistres survenus au cours de la même année est suffisamment nombreux et homogène. L'objectif est de déterminer le coût moyen des sinistres constatés lors des exercices antérieurs, puis de le multiplier par le nombre de sinistres déclarés au cours de l'année pour établir le montant de la provision. Cette approche consiste à estimer un coût moyen par sinistre en se basant sur les données de la compagnie et à l'appliquer aux sinistres connus en nombre.³

Ce coût moyen est obtenu sous la forme suivante :

¹ https://www.memoireonline.com/10/13/7539/m_Evaluation-des-provisions-techniques-dans-les-entreprises-dassurances-cas-de-la-sonas-en-rdc16.html; Consulté le 26/04/2023 à 00h04.

² Ibid, P2.

³ Mariem R, (2011), « Modèles actuariels d'estimation des provisions pour sinistres à payer », Thèse de magistère en finance quantitative, Ecole Nationale Supérieure de Statistique et d'Economie Appliquée, Alger, Algérie.

$$\text{Cout moyen} = \frac{\text{Cout total des sinistres cloturés au cours des trois derniers exercices}}{\text{nombre de dossier réglés et cloturés pendant ce temps}}$$

Les méthodes utilisées pour estimer ces provisions seront abordées dans la section 3 suivante.

Section 02 : Méthodes d'évaluation déterministes et stochastiques des provisions techniques

Le provisionnement en assurance non-vie est une pratique essentielle pour assurer la stabilité et la solidité financière des compagnies d'assurance. C'est un processus complexe qui repose sur des estimations statistiques et actuarielles pour évaluer les risques futurs et allouer les ressources financières nécessaires.

Nous aborderons dans cette section les méthodes actuarielles utilisées pour estimer les provisions, tel que les méthodes déterministes et stochastique

1 Les méthodes déterministes

Les méthodes déterministes reposent sur l'hypothèse de stabilité du délai s'écoulant entre la survenance d'un sinistre et le(s) règlement(s), quel que soit l'exercice de survenance, en absence d'inflation, de changement de structure de portefeuille, des garanties des contrats, des franchises, et plus généralement de la gestion des sinistres. Si toutes ces hypothèses sont vérifiées sur une période suffisamment longue (au moins 5 ans), les méthodes déterministes peuvent être un premier outil intéressant pour prévoir la charge finale, en utilisant les cadences de règlement observées sur le passé.¹

1.1 La méthode Chain Ladder

Cette méthode compte parmi les plus populaires, car elle est facile à mettre en œuvre, et facile à comprendre. L'idée est que le déroulement des paiements est gouverné par des facteurs de déroulement (notes f_j) qui ne dépendent que de l'année de déroulement : le modèle sous-jacent est alors de la forme

$$C_{i,j} = f_j C_{i,j-1}$$

Les paramètres intervenant dans la méthode Chain Ladder présentent l'avantage d'avoir une interprétation claire, et sont facilement estimables. L'inconvénient étant que cette estimation est relativement peu robuste. Cette méthode ne fait aucune hypothèse quand à la loi que peuvent suivre les coûts des sinistres, ou leur fréquence.

¹ Denuit M et Charpentier A, (2009), « Mathématique de l'assurance non vie, tome 02 : tarification et provisionnement », Edition Economica, Paris, P342.

Etant donné un triangle, sur n années (c'est-à-dire que l'on a $1 + 2 + \dots + n = n(n + 1) / 2$ observations), le but est de considérer des modèles faisant intervenir un minimum de paramètres, afin de prévoir le mieux possible les montants des paiements futurs.¹

1.1.1 Avantages de la méthode

-Elle est facilement paramétrable. Elle permet de respecter les hypothèses sous-jacentes la méthode dans de nombreux cas de figure

-Elle permet d'obtenir des résultats par année de rattachement (survenance, souscription) nécessaires pour remplir les états réglementaires et répondre aux contraintes fiscales

-Elle est très largement utilisée à l'internationale, les groupes multinationaux peuvent ainsi facilement comparer les calculs d'une filiale à une autre

-Elle peut s'appliquer à de nombreux types de données : règlements, charges sinistres, recours, nombres de sinistres, coûts moyens de sinistre, etc. Dans tous ces cas, l'objectif est de déterminer les valeurs ultimes à partir des valeurs observées.²

1.1.2 Méthode de travail

La méthode Chain Ladder fondée sur les cadences de règlement repose sur les deux (02) hypothèses fortes suivantes :

H1 : $C_{i,j}$ et $C_{i+1,j+1}$ sont indépendants ce qui veut dire que les années de survenance sont indépendants entre elle. Cette hypothèse signifie que les sinistres survenus au cours d'une année de survenance donnée n'ont aucune influence sur les sinistres pouvant survenir l'année suivante. (En pratique, cette hypothèse est considérée toujours valide)

H2 : Les facteurs de passage sont stables par année de survenance, les taux moyens d'augmentation des sinistres cumulés sont stables dans le temps, la liquidation future sera similaire à la liquidation passée.

Cette hypothèse se traduit graphiquement par l'alignement des points, $C_{i,j}$, $C_{i,j+1}$, sur une droite affine d'équation $y = ax$

La méthode standard de Chain Ladder consiste à supposer que les $(C_{i,j})_{j=1,\dots,n}$ sont liés par un modèle de la forme

¹ Denuit M et Charpentier A, Op.Cit, P345.

² www.alliage-ad.com consulté le 10/05/2023 à 17h32.

$C_{i,j+1} = f_j C_{i,j}$ pour tout $i, j = 1, \dots, n$

$$D'o\grave{u} \quad f_j = \frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}}$$

Les coefficients sont appelés Link-ratios. Ils peuvent être estimés, à l'aide des observations, par le rapport des totaux relatifs aux éléments communs de deux colonnes successives, c'est à dire par :

$$\hat{f}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=1}^{n-j-1} C_{i,j}}$$

Grâce à ces facteurs, nous pouvons estimer :¹

- les charges ultimes par exercice de survénance : $\widehat{C}_{i,n} = C_{i,n-i} \times \prod_{j=n-i}^{n-1} \hat{f}_j$

- les provisions par exercice de survénance : $\widehat{R}_i = \widehat{C}_{i,n} - C_{i,n-i}$

La provision estimée = charge ultime estimée - dernier règlement cumulé

- les provisions totales : $\widehat{R} = \sum_{i=1}^n \widehat{R}_i$

1.1.3 Limites de la méthode

L'hypothèse d'indépendance utilisée dans la méthode Chain-Ladder est assez restrictive. En effet, les conditions suivantes doivent être réunies pour qu'elle soit valide :

-Le passé doit être suffisamment régulier. Par exemple, il ne doit pas y avoir de changements importants dans la gestion des sinistres ou dans le taux d'inflation spécifique de la branche ;

-La branche doit être peu volatile : il est compliqué de traiter les sinistres graves, en particulier s'ils sont ponctuels, par cette méthode ;

- Les données du portefeuille doivent être nombreuses et fiables. L'utilisation très répandue des méthodes type Chain-Ladder est essentiellement due à leur simplicité de mise en œuvre, mais également à leur universalité.

¹ Compain H, (2010), « Analyse du risque de provisionnement non-vie dans le cadre de la réforme Solvabilité II », Mémoire de master Université Paris Dauphine, P17.

En effet, adaptées à des valeurs négatives de montants non cumulés (liées notamment aux recours), elles peuvent s'appliquer à des triangles de charges ou à des triangles de paiements comprenant des recours.¹

2 Méthodes stochastiques

Les méthodes stochastiques en assurance sont des approches basées sur la modélisation probabiliste pour évaluer les risques et les provisions.

2.1 Modèle de Mack

Le modèle de Mack est une variante stochastique de la méthode du Chain Ladder.

2.1.1 Présentation du modèle

Le modèle de Mack, développé en 1993, est l'un des premiers modèles stochastiques à reproduire les estimations obtenues à l'aide de la méthode "Chain Ladder". Bien que les montants de provisions estimés soient identiques, le modèle de Mack présente l'avantage supplémentaire d'estimer l'erreur de prédiction des provisions.²

Le modèle de Mack est un modèle non-paramétrique qui permet d'estimer la volatilité de l'estimateur des provisions techniques et de déterminer les attentes à partir des réalisations du triangle supérieur, sans faire d'hypothèses sur la distribution des composantes du triangle.³

Le modèle non-paramétrique introduit une troisième hypothèse qui repose sur la variabilité des provisions :

$$\text{Var}(C_{i,j+1}/C_{i,1} \dots C_{i,j}) = C_{i,j} \delta_j^2 \text{ pour } 1 \leq i \leq j \leq n.$$

La méthode nécessite plusieurs étapes, notamment le calcul des facteurs de développement, l'estimation du montant de la provision, la mesure de l'incertitude liée au calcul des provisions, l'estimation de la variance du processus et enfin la création d'un intervalle de confiance.⁴

¹ Chouchaoui L, (2017), « Estimation Des Provisions Techniques En Assurance Automobile Selon La Théorie Des Copules », Ecole Nationale Supérieure de Statistique et d'Economie Appliquée, Alger, Algérie.

² Tuan A, (19/01/2017), « Les méthodes de provisionnement », Mémoire pour l'obtention du diplôme universitaire d'actuariat de l'ISFA et l'admission à l'institut des actuaires, Lyon, France, P35.

³ Belkacem NM et Latreche A, (2016), « Estimation de l'incertitude du montant de provisions pour sinistre à payer : Modèle de Mack », P96.

⁴ Khordj M et autres, « Provisionnement et mesures de risque en assurance dommage dans le cadre de solvabilité II », P7.

2.1.2 Calcul des facteurs de développement

Le modèle de Mack utilise les mêmes facteurs de développement, également appelés coefficients de passage, que ceux estimés par la méthode déterministe "Chain Ladder". Ces facteurs représentent le taux de progression des montants cumulés d'une année à l'autre, ce qui permet de calculer les montants totaux payés dans le futur.

Ce modèle consiste à supposer que les paiements cumulés ($C_{i,j}$) / $i=0, \dots, n-1$ sont liés les uns aux autres selon une forme de type : $C_{i,j+1} = \hat{f}_j * C_{i,j}$

Où : \hat{f}_j facteur de développement obtenu à l'aide de la formule suivante :

$$\hat{f}_j = \frac{\sum_{i=0}^{n-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=0}^{n-j-1} C_{i,j}} \text{ ou } 0 \leq j \leq n-1 \text{ et } n \text{ le nombre d'exercice des triangles}$$

2.1.3 Mesures de risques sur l'incertitude d'estimation des provisions

En ce qui concerne la provision, l'incertitude de l'estimation des provisions est quantifiée en faisant des projections pour les années futures, et l'incertitude associée à ces prévisions est appelée "mean squared error of prediction" (erreur quadratique moyenne de prédiction), notée MSEP.

Par exemple, si nous nous intéressons à l'incertitude concernant l'estimateur \hat{X} du montant total des provisions, nous étudions la quantité :¹

$$Msep(\hat{R}) = E[(R - \hat{R})^2]$$

L'erreur quadratique moyenne s'agit de l'écart entre la distribution de l'estimateur et de la provision et la vraie valeur des provisions, la formule se présente comme suit :

$$\widehat{mse}(\hat{R}) = \sum_{n+1-i}^{n-1} \frac{\delta n^2}{\hat{f}n} * \left(\frac{1}{\hat{R}_{i,n}} + \frac{1}{\sum_{j=1}^{I-n} R_{j,n}} \right)$$

L'erreur quadratique moyenne totale est calculée sous la forme :

$$\widehat{mse}(R) = \sum_{i=2}^I \left[\left(se(\hat{R}_{i,n}) \right)^2 + \left(\hat{R}_{i,n} \sum_{j=i+1}^I \hat{R}_{j,n} \right) \sum_{n=I+1-i}^{I-1} \frac{2 * \frac{\delta k^2}{\hat{f}^2}}{\sum_{j=1}^{I-n} R_{j,n}} \right]$$

$$\text{Avec } se(\hat{R}) = \sqrt{\widehat{mse}(\hat{R})}$$

¹ Belkacem NM et Latreche A, Op.Cit, P13.

Le modèle de Mack permet d'estimer à la fois les erreurs quadratiques moyennes des ultimes par survenance et l'erreur quadratique moyenne des ultimes totaux, sans distinction de survenance.¹

2.1.4 Estimation de la variance

La variance est l'une des mesures de risque les plus couramment utilisées. En tant que mesure de dispersion, elle est facile à calculer et prend en compte l'ensemble des données.

La variance des provisions reflète la variation des provisions dues à un ensemble d'erreurs possibles.

Le paramètre de variance est défini mathématiquement par :

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-j-1} \sum_{j=1}^{n-j} C_{i,j} \left(\frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}} - \hat{f} \right)^2 \text{ ou } 1 \leq j \leq n-1$$

Cet estimateur permet de quantifier la variabilité des paiements pour chaque année de développement du triangle.

2.1.5 Construction des intervalles de confiance

Afin de construire des intervalles de confiance et obtenir des quantiles pour les provisions estimées, il est nécessaire d'établir une hypothèse paramétrique sur la distribution des réserves, car le modèle de Mack ne fournit que l'espérance et la variance de la provision.

Pour ce faire, on distingue deux types de loi les plus utilisées :

- **La loi normale** : Sous l'hypothèse de normalité du montant des réserves R_i , l'intervalle de confiance (à 95%) est donné par :

$$[\hat{R} - 1,96 * se(\hat{R}) ; \hat{R} + 1,96 * se(\hat{R})]$$

Cependant, la distribution symétrique de cette méthode peut conduire à la présence d'une borne inférieure négative dans l'intervalle de confiance, malgré le fait que les provisions ne peuvent pas être négatives.²

- **La loi log-normale** : Le modèle en question est un modèle linéaire qui tient compte des tendances observées sur les années de survenance et de développement.

¹ Korotoumou T et Franck V, (2018), « Méthode Chain Ladder et Mack », P47.

² Khordj M et autres, Op.Cit, P10.

Sous l'hypothèse que les montants des réserves R_i suivent une loi log normale, l'intervalle de confiance (à 95%) est alors de la forme :

$[\hat{R}_i * \exp(\frac{-\sigma_i^2}{2} - 1,96 * \sigma_i^2), R_i * \exp(\frac{-\sigma_i^2}{2} + 1,96 * \sigma_i^2)]$ avec une variance donnée sous la forme : $\sigma^2 = \ln [1 + (\frac{se(\hat{R})}{\hat{R}})^2]$ ¹

Il est recommandé de supposer une distribution de type log-normale, qui est une distribution asymétrique avec un coefficient d'asymétrie strictement positif et une queue de distribution plus épaisse²

2.1.6 Avantages et limites du Modèle de Mack

Le modèle de Mack n'a pas pour fonction de calculer les encaissements espérés, mais plutôt d'évaluer la précision de l'estimation des encaissements réalisée par le modèle de Chain Ladder. Sa capacité se limite à estimer la variance des encaissements espérés pour chaque année de développement en utilisant uniquement le modèle de Chain Ladder. Cette restriction est un désavantage majeur si l'on souhaite utiliser un autre modèle pour le calcul des encaissements.

- Il présente l'avantage de mesurer l'incertitude de l'estimation
- Concernant les inconvénients : Le modèle est dépendant de la méthode Chain Ladder ainsi qu'il est difficilement applicable à différents modèles³

2.2 Approche non paramétrique : Le Bootstrap

Le Bootstrap est une méthode statistique utilisée pour estimer des paramètres ou évaluer l'incertitude d'estimations à partir d'un échantillon de données

2.2.1 Présentation de la méthode

Basé sur le rééchantillonnage de données avec tirage aléatoire et remise, le Bootstrap est une méthode de simulation reconnue pour son efficacité dans de nombreux domaines. En assurance, elle représente un outil puissant pour estimer la variabilité des prédictions d'estimateurs de paiements futurs ou de la distribution empirique des cadences.⁴

¹ Khordj M et autres, Op.Cit P11.

² Ibid, P10.

³ Ramdani R, « Quelques modèles de provisionnement appliqués aux matrices d'encaissement », Mémoire pour l'obtention du diplôme de statisticien, P31.

⁴ Arnaud B, « Stage en alternance Méthode de provisionnement et analyse de solvabilité d'une entreprise d'assurance non vie », P24.

Il s'agit d'une méthode qui permet de réaliser des inférences statistiques. Cette technique, apparue en 1979, repose sur l'utilisation de calculateurs performants. Elle consiste à simuler des données à partir d'un nombre restreint d'observations afin de faciliter l'inférence dans des situations complexes où les méthodes analytiques classiques ne suffisent pas.¹

2.2.2 Particularités du Bootstrap

Le Bootstrap présente des caractéristiques distinctes, telles que l'application de calcul intensif aux méthodes conventionnelles d'inférence statistique, sa capacité à être utilisé avec des estimateurs de différentes complexités, et son indépendance vis-à-vis des considérations théoriques probabilistes.

2.2.3 Les hypothèses de la méthode

Deux hypothèses sous-tendent l'application de cette méthode :

- Le tirage avec remise est utilisé pour tenir compte de l'indépendance entre les observations.
- Chaque élément de l'échantillon initial possède une loi de distribution unique

La méthode de Bootstrap nécessite de sélectionner un modèle pour l'estimation des paramètres, de spécifier l'expression des résidus et de définir une technique de rééchantillonnage.²

2.2.4 Procédure du Bootstrap

Le processus d'application du Bootstrap au calcul des provisions se décompose en plusieurs étapes, à savoir³ :

- a) **Le calcul du D-triangle** : Il consiste à déterminer les facteurs de développement à l'aide de la méthode de Chain Ladder. En utilisant le triangle de règlement et les coefficients de Chain Ladder, on peut créer un nouveau triangle appelé "Triangle Prédit" en effectuant une récursion arrière à partir des dernières valeurs observées (valeurs de la diagonale) du triangle initial. Les coordonnées du D-triangle sont représentées par les $(f_{i,j})$

¹ Buvat I, (2000), « Introduction à l'approche Bootstrap », P03.

² Arnaud B, (2004), « Méthodes de provisionnement et analyse de la solvabilité d'une entreprise d'assurance non-vie », P25.

³ Chouchaoui L, Op.Cit, P34.

- b) **Calcul du triangle des résidus supérieurs** : Le triangle des résidus de Pearson $r_{i,k}^{(p)}$ est construit à partir de deux triangles : le triangle des montants non cumulés $X_{i,k}$ et le triangle des valeurs prédites par le modèle $m_{i,k}$

$$r_{i,j}^{(p)} = \frac{X_{i,j} - \hat{m}_{i,j}}{\sqrt{\hat{m}_{i,j}}}$$

Pendant la phase itérative du processus, on applique le Bootstrap au triangle des résidus de Pearson en procédant en générant de nouveaux triangles de montants cumulés et cela en rééchantillonnant aléatoirement les résidus calculés sous la formule :

$$X_{i,j}^* = r_{i,j}^{(p)*} * \sqrt{\hat{m}_{i,j}} + \hat{m}_{i,j}$$

En utilisant la méthode Chain ladder, on calcule un nouveau montant de provisions pour chaque nouveau triangle des résidus générés en sommant les résidus au niveau des règlements. En répétant ce processus N fois, on obtient N montants de provisions différentes, qui permettent de déduire la loi de distribution de l'estimateur des provisions techniques. Les échantillons générés possèdent les mêmes caractéristiques statistiques que l'échantillon initial¹

2.2.5 Estimation des paramètres Bootstrap

En disposant de B échantillons de provisions, il est possible d'estimer la moyenne, la variance et l'erreur de prédiction du montant des provisions.²

- La moyenne : $E^b(\hat{R}) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{R}_b$
- La variance $V^b(\hat{R}) = \frac{1}{B-1} \sum_{b=1}^B (\hat{R}_b - E^b(\hat{R}))^2$
- L'erreur de prédiction : $\widehat{mse}_{boot}^B \hat{R} = \hat{V}(R) + \hat{V}_{boot}^B$

¹ Chouchaoui L, Op.Cit, P35.

² Allili B et Bellil M, (2016), « Méthodes d'estimation des provisions techniques en assurance non vie », Mémoire de fin de cycle Ecole nationale supérieure des statistiques et économie appliquée, P78.

2.2.6 Construction d'intervalle de confiance ¹

Grâce à l'application du théorème central limite, on peut conclure que la distribution du montant de la provision suit une loi normale centrée réduite. Cette conclusion permet d'obtenir un intervalle de confiance à un certain niveau de confiance $(1-\tau)$:

$$IC_{1-\tau} = [E^b(\hat{R}) - \frac{se_{boot}^B}{\sqrt{B}} * q_{1-\tau} ; E^b(\hat{R}) + \frac{se_{boot}^B}{\sqrt{B}} * q_{1-\tau}] \quad \text{où}$$

- $E^b(\hat{R})$ Est la moyenne de provision,
- se_{boot}^B : L'erreur standard,
- B : le nombre de simulations
- $q_{1-\tau}$: représente le quantile d'ordre $1-\tau$ de la loi normale centrée réduite

¹ Khordj M et autres, Op.Cit, P21.

Section 03 : Introduction à la théorie des copules.

Dans un portefeuille d'assurance automobile, différents types de réclamations peuvent survenir pour chaque police en vigueur. En cas de collision entre deux véhicules, l'assuré peut déposer une réclamation pour dommages corporels et matériels à lui-même et à l'autrui. Traditionnellement, ces types de risques sont considérés comme indépendants afin d'en faciliter la modélisation stochastique. Dans la pratique, nous observons toutefois une dépendance entre les montants de ces réclamations dont il est important de tenir compte. Cette dépendance sera illustrée à travers la théorie des copules,

Dans ce contexte, on va se focaliser dans cette section sur la théorie des copules ainsi que ces différentes familles et on va faire une distinction entre la dépendance et la corrélation

1 La dépendance

Pour mieux appréhender la théorie des copules, il est essentiel de comprendre le concept d'indépendance, car cette théorie repose sur la notion de dépendance entre les variables.

1.1 Notion de dépendance et corrélation

Les notions de dépendance et de corrélation sont souvent confondues ; ce sont pourtant deux concepts différents mais qui sont toutefois associés : si X et Y sont indépendantes, alors X et Y sont non corrélées (linéairement). La réciproque est fausse.

La dépendance englobe tout type de liaisons, linéaires et non linéaires. Le coefficient de corrélation linéaire n'est qu'une mesure de dépendance particulière qui perd de sa pertinence en dehors de l'univers gaussien. Nous nous intéresserons donc à d'autres mesures de dépendance, en particulier aux coefficients de corrélation de rang.¹

1.2 Mesure de dépendance

Parmi les mesures de dépendance qui existent, le coefficient de corrélation linéaire est le plus utilisé. Comme ce dernier a des limites, il est nécessaire de faire appel à d'autres indicateurs de dépendance tels que le tau de kendall et le rho de Spearman.

¹ Fréchet, (1934), Rapport pour la 22e session de l'IIS à Londres, Bulletin de l'IIS.

1.2.1 Coefficient de Pearson (corrélation linéaire)

Il est défini par $\rho(X, Y) = \frac{cov(X, Y)}{\sigma(X)\sigma(Y)} \in [-1, 1]$ ¹ où

X et Y sont deux variables aléatoires.

COV (X, Y) : la covariance entre X et Y définie par

$$COV (X, Y) = E (X, Y) - E(X) E(Y)$$

$\sigma (X)$: l'écart type de la variable X ;

$\sigma (Y)$: l'écart type de la variable Y ;

X et Y sont linéairement liées si et seulement si : $\rho(X, Y) \neq 0$

Ce coefficient s'utilise si la loi du couple (X, Y) est gaussienne, ce qui est rarement le cas en assurance. Par ailleurs, il est très sensible aux valeurs extrêmes. Dans notre cas, il convient donc de s'intéresser aux coefficients de corrélation de rang comme le « tau » de Kendall ou le « rhô » de Spearman.

Le coefficient de corrélation présente les limites suivantes

- Le coefficient de corrélation de deux variables aléatoires peut s'annuler sans que deux variables aléatoires soient indépendantes. L'exemple classique consiste à considérer une variable normale $X \approx N(0, 1)$, et à calculer sa corrélation avec la variable $Y = X^2$. La corrélation est nulle bien que X et X^2 soient parfaitement dépendants.
- La corrélation linéaire n'est pas invariante par une transformation croissante non linéaire, ce qui signifie d'un point de vue économique et informationnel que le coefficient de corrélation linéaire n'est pas une mesure de dépendance cohérente. Embrechts et al (1999) affirment que la corrélation entre un couple de variables (deux indices financiers) X et Y est en général différente de la corrélation entre le couple de variables $\ln(X)$ et $\ln(Y)$. Les coefficients de corrélation sont différents alors que le contenu informationnel dans les deux couples est le même ;

¹ Compain H, (2010), Op.Cit, P39.

- La corrélation est une mesure scalaire de la dépendance, elle ne peut pas tout nous indiquer sur la structure de dépendance
- La dépendance positive absolue n'est pas nécessairement une corrélation de +1 ; de même la dépendance négative parfaite n'a pas nécessairement une corrélation de -1.¹

1.2.2 Tau de kendal

Il s'agit d'un coefficient de corrélation de rang, car il donne une mesure de corrélation entre les rangs des observations, il est basé sur les notions de concordance et de discordance, donc il est robuste et non sensible aux valeurs extrêmes.

Le tau de Kendall est tout simplement la probabilité de concordance moins celle de discordance, il est associé au couple de variables aléatoires (X, Y) et défini par :²

$$\tau(X, Y) = P((X - X')(Y - Y')) > 0 - P((X - X')(Y - Y')) < 0$$

Avec (X, Y) et (X', Y') iid.

Le tau de Kendall possède les propriétés suivantes :

- Le tau de Kendall est symétrique $\tau(X, Y) = \tau(Y, X)$
- $-1 \leq \tau \leq 1$
- Si X et Y sont comonotones alors $\tau = 1$ (la concordance la plus solide)
- Si X et Y sont antimonotones Si X et Y sont comonotones alors $\tau = -1$ (la discordance la plus solide)
- Si X et Y sont indépendantes alors $\tau = 0$
- Si X et Y sont des fonctions strictement croissantes, alors $\tau(a(X), b(Y)) = \tau(X, Y)$

Remarque : Lorsque $\tau = 0$, les variables X et Y ne sont pas forcément indépendantes.

1.2.3 Rhô de Spearman

Il a été développé par Charles Spearman en **1904**. Soit (X, Y) un couple de variables aléatoires et (X', Y') et (X*, Y*) deux couples identiques à (X, Y).

Le rho de Spearman est défini par :

¹ Chouchaoui L, Op.Cit, P37.

² Compain H, (2010), Op.cit, P45.

$$\rho_S(X, Y) = 3\{P((X - X')(Y - Y')) > 0 - P((X - X')(Y - Y')) < 0\}$$

Ce coefficient vérifie les propriétés suivantes

- ρ_S existe toujours ; $-1 \leq \rho_S \leq 1$ pour tout (X, Y)
- Si X et Y sont comonotones alors $\rho_S = 1$
- Si X et Y sont antimonotones alors $\rho_S = -1$
- Si X et Y sont indépendantes alors $\rho_S = 0$

Il est invariant sous des transformations non linéaires strictement croissantes. Si a et b sont deux fonctions strictement croissantes, alors : ρ_S est une fonction strictement croissante avec : $\rho_S(a(X), b(Y)) = \rho_S(X, Y)$.

2 Théorie des copules

Les copules jouent un rôle fondamental dans la modélisation des distributions multivariées. Une compréhension de cet outil probabiliste est cruciale dans de nombreux domaines d'application tels que la finance quantitative et l'assurance. Lorsqu'il est nécessaire de modéliser la dépendance entre plusieurs variables aléatoires, les copules sont utilisées. Elles représentent la fonction de répartition bivariée des variables aléatoires $F_X(x)$, $F_Y(y)$, qui suivent une loi uniforme. En combinant les marginales, les copules permettent de former la distribution multivariée. Le théorème de Sklar offre à la fois une paramétrisation des distributions multivariées et un schéma de construction pour les copules.

2.1 Rappel historique

Le concept de copule et de structure de dépendance est relativement récent. Il s'agit d'un outil statistique de modélisation qui a été introduit pour la première fois par Abe Sklar en 1959. Sklar a proposé les copules comme solution à un problème de probabilité formulé par Maurice Fréchet dans le contexte des espaces métriques aléatoires. Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec Berthold Schweizer.

Initialement, le concept de copule était largement sous-utilisé en statistique. Cependant, certaines contributions importantes ont été apportées à la compréhension de la dépendance. En 1975, les travaux de Kimeldorf et Sampson ont exploré la notion de dépendance, suivis par les recherches de Galambos et Deheuvels en 1978, qui ont introduit le terme "fonction de dépendance".

La véritable étude systématique des copules a commencé dans les années 1980, sous l'impulsion de Christian Genest et de son équipe. L'article fondateur dans ce domaine a été publié par Genest et Mac Kay en 1986. Depuis lors, de nombreux développements statistiques ont été menés par C. Genest et ses collaborateurs, notamment R.J. MacKay, L.P. Rivest, P. Capéraà, A.L. Fougères, K. Ghoudi et B. Rémillard.¹

2.2 Domaines d'application des copules

La théorie des copules a été appliquée dans plusieurs domaines notamment en finances et en statistiques.

2.2.1 Domaine de finance

L'utilisation des copules en finance a été introduite par Embrecht, McNeil et Strauman en 1998. Leurs travaux ont permis de clarifier les concepts essentiels de corrélation et de dépendance. Par la suite, Cherubini et Luciano (2000) ont utilisé des copules archimédiennes pour évaluer les queues de probabilité et la VAR (Value at Risk). Cependant, leur approche n'incluait pas l'utilisation de la copule gaussienne. En 2001, Roncalli et ses collaborateurs ont présenté une application simple des copules à la VAR, incluant également l'utilisation de la copule gaussienne.

2.2.2 Domaine de statistique

La théorie de l'assurance a été la première discipline dans le domaine des sciences de gestion à adopter les copules. Tibiletti (1996) a été la pionnière en introduisant les copules dans le domaine de l'assurance pour modéliser la variation de la demande d'assurance. Par la suite, Yi et Bier (1998) ont appliqué les copules dans le cadre de l'analyse des précurseurs d'accidents, explorant ainsi l'utilisation des copules pour construire les distributions de probabilités de faillite dans différents régimes.

Le premier article décrivant de manière précise l'outil des copules et ses applications est généralement attribué à Freez et Valdez (1998). Ils ont présenté les différentes applications possibles des copules en assurance, telles que l'estimation de la mortalité conjointe et les modèles multi-décès. En 1999, Klugman et Parsa ont appliqué une copule choisie arbitrairement pour modéliser des pertes.

¹ Chouchaoui L, (2017), Op.Cit, P42.

Ainsi, on observe que l'utilisation des copules s'est développée en premier lieu dans le domaine de l'assurance, avec des contributions importantes de chercheurs tels que Tibiletti, Yi, Bier, Freez, Valdez, Klugman et Parsa.

2.3 Définition et propriétés

Une copule est définie comme une fonction de répartition un peu particulière, qui lie les fonctions de répartition multivariées des lois de probabilité dans \mathbb{R}^d pour $d \geq 2$ aux fonctions de répartition marginales de leurs coordonnées. La caractéristique des copules étant une fonction de répartition multivariée ayant des lois marginales uniformes sur $[0,1]$.

Cette fonction dans le cas bivarié est définie de $[0,1]^2$ vers $[0,1]$ par la relation¹ :

$$C(u, v) = P(U \leq u, V \leq v),$$

Vérifie les trois propriétés suivantes :

- $C(u, v)$ est une fonction croissante pour chacune de ses composantes u et v
- $C(u, 1) = u$ et $C(1, v) = v$;
- Pour tout $a_1 \leq a_2$ et $b_1 \leq b_2$, nous avons :

$$C(a_2, b_2) - C(a_1, b_2) - C(a_2, b_1) + C(a_1, b_1) \geq 0$$

Dans ce qui suit, nous énonçons le théorème de Sklar qui met en évidence comment il est possible de relier le principe de la copule à la fonction de répartition bivariée et aux lois marginales.

2.3.1 Théorème de Sklar

Soit F une fonction de distribution en deux dimensions ayant des marginales F_X et F_Y .

Alors, il existe une copule C telle que pour tout $(x, y) \in [-\infty, +\infty]$, nous avons :

$$F(x, y) = C(F_X(x), F_Y(y)).$$

Pour $(u, v) \in I^2$, nous avons :

$$C(u, v) = (F_X^{-1}(u), F_Y^{-1}(v)) = F(F_X^{-1}(u), F_Y^{-1}(v)).$$

¹ PRADIER E, (2005), « Théorie des copules : une application à la modélisation du risque », P46.

Cette dernière formule est un point de départ pour construire une copule bivariée à partir d'une fonction de distribution conjointe et des lois marginales.

2.4 Familles de copules

Il existe une vaste gamme de familles de copules dans lesquelles on peut sélectionner un modèle approprié, selon les variables aléatoires des données que nous essayons de modéliser.

2.4.1 Copules archimédiennes

Une classe particulièrement importante de copule est celle des copules archimédiennes, définies par¹ :

$$C(u_1, u_2, \dots) = \varphi^{-1}(\varphi(u_1) + \varphi(u_2) + \dots + \varphi(u_d))$$

Où φ (appelé générateur de la copule archimédienne) est au moins d-2 fois continument dérivable, dont la dérivée d'ordre d-2 est décroissante convexe, et telle que $\varphi(1) = 0$.

Elles ont le grand avantage de décrire des structures de dépendance très diverses dont notamment les dépendances dites asymétriques où les coefficients de queue inférieure et de queue supérieure sont différents.

Cette notion de copule, définie par GENEST et MACKAY (1986), regroupe un certain nombre de copules dont on présente quelques exemples dans le cas bivarié dans le Table suivant :

¹ Chouchaoui L et Saidi G, Op.Cit, P94.

Tableau 7: Les exemples des copules archimédiennes

Nom de la copule	Générateur	Copule bivarié $C(u, v)$
Indépendance	$-\ln(u)$	uv
Clayton ($\theta > 0$)	$u^{-\theta} - 1$	$(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1)^{-\frac{1}{\theta}}$
Franck ($\theta \neq 0$)	$-\ln\left(\frac{e^{-\theta u} - 1}{e^{-\theta} - 1}\right)$	$-\frac{1}{\theta} \ln\left[1 + \frac{(e^{-\theta u} - 1)(e^{-\theta v} - 1)}{e^{-\theta} - 1}\right]$
Gumbel ($\theta \geq 1$)	$(-\ln(u))^\theta$	$\exp\left(-\left[(-\ln(u))^\theta + (-\ln(v))^\theta\right]^{\frac{1}{\theta}}\right)$
Joe ($\theta \geq 1$)	$1 - (1 - e^{-u})^{\frac{1}{\theta}}$	$1 - \left[(1 - u)^\theta + (1 - v)^\theta - (1 - u)^\theta(1 - v)^\theta\right]^{\frac{1}{\theta}}$

Source : Planchet F, « Modèles financiers en assurance et analyses dynamiques : Introduction à la théorie des copules », ISFA, 2017.

2.4.2 Copules elliptiques

Les courbes de niveau des densités de telles distributions forment des ellipses d'excentricité constante. Elles ont la forme suivante¹ :

$$C_\rho(u, v) = \frac{1}{\sqrt{1 - \rho^2}} \int_{-\infty}^{\varphi_{g1}^{-1}(u)} \int_{-\infty}^{\varphi_{g2}^{-1}(v)} g\left(\frac{x^2 - 2\rho xy + y^2}{\sqrt{1 - \rho^2}}\right) dx dy$$

$$= H_\rho(\varphi_{g1}^{-1}(u), \varphi_{g2}^{-1}(v))$$

Avec ρ est le coefficient de corrélation, H_ρ est la distribution conjointe des variables X, Y , et $\varphi_{g1}^{-1}, \varphi_{g2}^{-1}$ sont les fonctions quantiles

Dans cette famille se trouve

- Les copules gaussiennes sous-jacentes à la distribution Normale multivariée, la copule gaussienne de paramètre $\rho \in]-1, 1[$ dans le cas bivarié est donnée par :

$$C_\rho(u, v) = \frac{1}{2\pi\sqrt{1 - \rho^2}} \int_{-\infty}^{\varphi^{-1}(u)} \int_{-\infty}^{\varphi^{-1}(v)} \exp\left(-\frac{x^2 - 2\rho xy + y^2}{2(1 - \rho^2)}\right) dx dy$$

¹ Chouchaoui L et Saidi G, Op.Cit, P95.

- Les copules Student construites à partir de la distribution de Student centrée réduite, il s'agit de la **t-copule** de corrélation $\rho \in]-1,1[$ et de degré de liberté ν dont la fonction de densité est donnée par :

$$C_\rho(u, v) = \frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}} \int_{-\infty}^{t_\nu^{-1}(u)} \int_{-\infty}^{t_\nu^{-1}(v)} \exp\left(1 + \frac{x^2 - 2\rho xy + y^2}{\nu(1-\rho^2)}\right) dx dy$$

2.5 Choix de la copule optimale

Pour déterminer les relations entre les variables, il faut choisir la copule qui résume le mieux la structure de dépendance, soit la copule la plus adaptée à la série de données étudiée. Ce choix doit être fait par référence à certains critères tels que la flexibilité, la simplicité analytique et la diversité des formes de dépendance, et non pas par le coefficient de corrélation.

Cependant, pour choisir la meilleure copule et donc pour estimer le(s) paramètre(s) de cette copule, différentes méthodes sont disponibles. Parmi ces méthodes, la méthode du maximum de vraisemblance demeure la plus souvent utilisée. Cette méthode est plus simple à mettre en œuvre et donne de meilleurs résultats pour les échantillons de grande taille. Elle présente aussi l'avantage d'être utilisables pour tous types de copules, alors que la méthode IFM repose sur la détermination de la matrice de Godambe qui peut s'avérer très complexe en raison des multiples calculs de dérivées, ce qui justifie notre choix pour cette méthode. La fonction log vraisemblance $L(\theta)$ peut s'écrire :

$$L(\theta) = \sum_{j=1}^n \ln \left(C_\theta(F_1(x_{i_1}), \dots, F_d(x_{i_d})) \right) \prod_{j=1}^d f_j(x_j)$$

$$\sum_{j=1}^n \ln \left(C_\theta(F_1(x_{i_1}), \dots, F_d(x_{i_d})) \right) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d \ln f_j(x_j)$$

Avec C_θ est la densité de la copule, $f(x_1, x_2, \dots, x_d)$ est la fonction de densité jointe.

L'estimateur de θ est : $\hat{\theta}_n^{MV} = \operatorname{argmax} L(\theta)$.¹

¹ Chouchaoui L, et Saidi G, Op.Cit, P96.

Conclusion

Les méthodes réglementaires d'évaluation des provisions pour sinistres, notamment la méthode dossier par dossier est de plus en plus critiquée. Elle est couteuse et repose exclusivement sur un jugement subjectif du gestionnaire.

C'est pour cela que l'intervention actuarielle par le développement de plusieurs méthodes globales pour la confirmation des résultats obtenus devient nécessaire tels que les méthodes déterministes stochastiques et la théorie des copules

Néanmoins elles présentent aussi quelques limites. L'inconvénient majeur des méthodes déterministes réside dans le fait qu'elles ne tiennent compte que de la moyenne des provisions et n'apportent aucune information sur la volatilité de ses estimations

Les méthodes stochastiques telles que le modèle de Mack et Bootstrap fournissent plus d'informations sur la volatilité des réserves, mais ce sont également les plus difficiles à mettre en œuvre.

La théorie des copules contribue à une meilleure maîtrise du risque lié à l'évaluation des provisions techniques, Cette théorie participe aussi à une meilleure gestion de la solvabilité de la compagnie car elle prend en considération la dépendance à différents niveaux surtout la dépendance de queue.

Le chapitre suivant va nous aider à mieux cerner ces méthodes actuarielles.

**Chapitre 3 : Evaluation des
provisions pour sinistres à
payer : Etude empirique**

Introduction

Dans le domaine de l'assurance non-vie, la provision pour sinistre à payer (PSAP) joue un rôle crucial et demeure la plus importante parmi toutes les réserves techniques. On peut la définir comme une estimation des dépenses à engager, à la fois en termes de montant principal et de frais, tant internes (pour indemniser les sinistres des assurés) qu'externes (pour régler les réclamations liées à la responsabilité civile). Cette provision vise à couvrir tous les sinistres survenus et non encore réglés. Il convient de noter que cette estimation est sujette à une certaine volatilité en raison de facteurs aléatoires tels que les décisions judiciaires lors d'un procès, ce qui rend le montant final de la charge incertain.

Une estimation insuffisante de ces provisions peut entraîner des conséquences extrêmement graves pour un assureur, allant de simples pertes à l'insolvabilité. En revanche, des provisions excessives entraînent une diminution des résultats de l'assureur ainsi qu'une charge fiscale accrue.

Ce chapitre a pour objectif d'évaluer l'efficacité des modèles stochastiques de provisionnement en assurance dommage, et de démontrer dans quelle mesure l'utilisation de ces méthodes par les compagnies d'assurance pourrait améliorer la précision de l'estimation de leurs provisions, tant pour les sous-branches dépendantes que pour les sous-branches indépendantes de la responsabilité civile (matériel et corporel).

Tout d'abord, nous commencerons par présenter la branche d'assurance étudiée et procéder à une analyse des données disponibles. Ensuite, nous mettrons en pratique les différentes méthodes mentionnées dans le chapitre précédent, en nous concentrant d'abord sur le cas indépendant des sous-branches de la responsabilité civile automobile. Enfin, nous aborderons le cas dépendant en utilisant la théorie des copules.

Section 01 : présentation générale des données

Dans cette première section, nous allons introduire les deux sous-branches que nous avons choisies pour notre étude empirique. Ensuite une brève notation, suivie d'une analyse descriptive des données.

1 Présentation générale :

Nous avons fait le choix de nous focaliser sur la responsabilité civile matérielle et corporelle dans notre étude.

1.1 Présentation de la branche étudiée :

Lorsqu'on aborde le thème de l'assurance dans notre pays, il est indispensable de parler de l'assurance automobile qui est l'une des branches qui se développent le mieux. En effet, l'assurance automobile est le produit d'assurance le plus familier chez le public. La principale raison est que la garantie de base dite responsabilité civile automobile est obligatoire pour tout véhicule en circulation.

En vertu de l'article 01 de l'ordonnance 74-15 « Tout propriétaire d'un véhicule doit, avant de le mettre en circulation, souscrire une assurance couvrant les dommages causés aux tiers par ce véhicule », On entend par véhicule tout véhicule terrestre à moteur ainsi que ses remorques ou semi-remorques. La garantie responsabilité civile (RC) couvre l'assuré contre les conséquences pécuniaires que celui-ci peut encourir en raison des dommages corporels et/ou matériels causés à autrui. En effet, L'assurance a pour fonction de prendre la place du responsable des dommages causés afin d'indemniser la victime. C'est pour cela qu'il est obligatoire pour tous de souscrire une assurance en Responsabilité Civile.

La responsabilité civile automobile couvre à la fois les dommages corporels et les dommages matériels causés aux tiers. Les dommages corporels se réfèrent aux blessures, aux décès ou aux préjudices physiques subis par des individus, tandis que les dommages matériels se rapportent aux dommages causés aux biens matériels, tels que les véhicules, les bâtiments, les clôtures, etc.

La durée de la gestion des sinistres dépend de la branche considérée. Pour la RC automobile, les sinistres sont constatés puis payés avec un laps de temps plus ou moins long. En général, le règlement des sinistres ne s'effectue pas directement après la déclaration mais s'étale sur plusieurs exercices, notamment pour les branches à déroulement long (RC corporels) qui

nécessitent une expertise, ou une stabilisation de la situation, autrement dit que le montant à verser au bénéficiaire soit connu avec précision.

En revanche, la dynamique de vie des sinistres pour les branches courtes (RC matériels) est moins importante. La majeure partie des prestations est réglée durant les deux premières années de développement (n et $n+1$).

En résumant, la RC automobile est une branche d'assurance non-vie réputée être longue dans le sens où l'assureur est encore amené à payer des indemnités relatives aux sinistres qui sont passés plusieurs années auparavant. Ceci s'explique par le temps d'attente entre la survenance du sinistre et la décision de la cour de justice définitive et par le fait que beaucoup de sinistres ne sont déclarés que quelques années après leur année de survenance. On voit bien, dans ce cas, l'importance de la constitution d'une provision pour sinistres lors de l'inventaire afin de faire face aux paiements ultérieurs des sinistres qui sont rattachés à l'exercice en cours ou aux exercices précédents.

1.2 Organisation des données et notations :

Pour l'application des méthodes de provisionnement, nous devons introduire la notion de triangle de liquidation (Run-Off), ce triangle représentant les paiements des sinistres survenus.

Les quantités analysées sont des paiements de sinistres survenus. Les sinistres sont rapportés à des périodes annuelles. L'année récurrente n se déroule du 01/01/ n au 31/12/ n . Le 31/12 étant la date d'inventaire ou date de fin d'exercice. Les sinistres sont mis sous forme de triangles, c'est-à-dire qu'ils sont rattachés à des années d'origine qui peuvent être :

- L'année de survenance
- L'année de souscription
- L'année de déclaration.

Notation :

Nous fixons le cadre et les notations suivants :

- i l'année de survenance ou $i \in [0, \dots, n]$;
- j le délai de développement ou $j \in [0, \dots, n-1]$
- $(X_{i,j})$ les paiements incrémentaux
- $(C_{i,j})$ les paiements cumulés

- (R_i) les provisions par année de survenance
- (R) le montant total des provisions pour une branche

Le délai de développement traduit bien le fait que les sinistres ne sont pas tous réglés l'année d'origine du sinistre. Il correspond à l'étalement des différents paiements d'un sinistre.

$X_{i,j}$ est alors le règlement effectué la j -ème année après que les sinistres soient survenus l'année i . Les montants de sinistres sont donc regroupés dans des triangles de développement de la forme suivante :

Figure 4: Présentation du triangle de liquidation

Année de survenance	Année de développement								
	1	2	...	j	$n-1$	n
1	$X_{i,j}$								
2									
...									
I									
...									
...									
...									
$n-1$									
N									

Source : Elaboré par nos soins

La partie grisée représente les données historiques. Nous cherchons à estimer les paiements futurs concernant les sinistres survenus avant l'année n , c'est-à-dire la partie du tableau non grisée.

Les diagonales indiquent l'ensemble des paiements effectuées (pour les sinistres des différentes années de survenance) durant un exercice donné.

1.3 Analyse des données disponibles :

L'étude a été menée sur un portefeuille automobile signifiant de la compagnie Algérienne des assurances (SAA). Les données, qui portent sur les montants de règlements sinistres.

Pour la responsabilité civile matérielle et la responsabilité civile corporelle, sont présentées dans des triangles de règlements par année de survenance et par année de développement sur la période 2012-2020¹.

Dans le tableau suivant, nous présentons les caractéristiques de notre échantillon obtenues à l'aide du logiciel XL-STAT :

Tableau 8: Statistiques des règlements sinistres sur la période 2012-2020 **Unité :1 DA**

Statistique	Matériel	Corporel
Nb. d'observations	45	45
Minimum	6 268 583,42	4 033 443,66
Maximum	1 065 789 824,94	203 016 262,25
1er Quartile	151 050 914,79	21 232 465,92
Médiane	350 018 191,24	42 081 730,05
3ème Quartile	892 595 980,87	129 455 636,66
Moyenne	494 651 868,94	73 315 446,25
Variance (n-1)	154 513 478 880 724 000,00	4 227 440 915 326 550,00
Ecart-type (n-1)	393 082 025,64	65 018 773,56

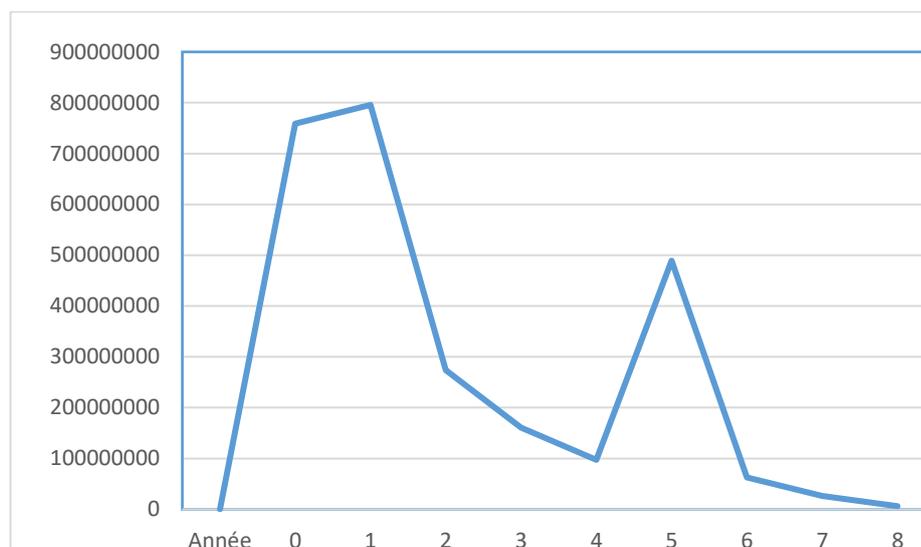
Source : Elaboré par nos soins avec XL STAT

Nous constatons que les sinistres matériels ont en moyenne un montant de règlement plus important. Cela s'explique par une fréquence plus élevée pour ce type de sinistres comparé au corporel, donc nous concluons que c'est la fréquence des sinistres matériels qui influe sur le montant global de règlement.

Dans ce qui suit, nous présentons les règlements des sinistres survenus en 2012. Le choix de l'année 2012 est dû au fait que c'est l'année pour laquelle nous avons le plus de renseignements sur la cadence de règlements des sinistres.

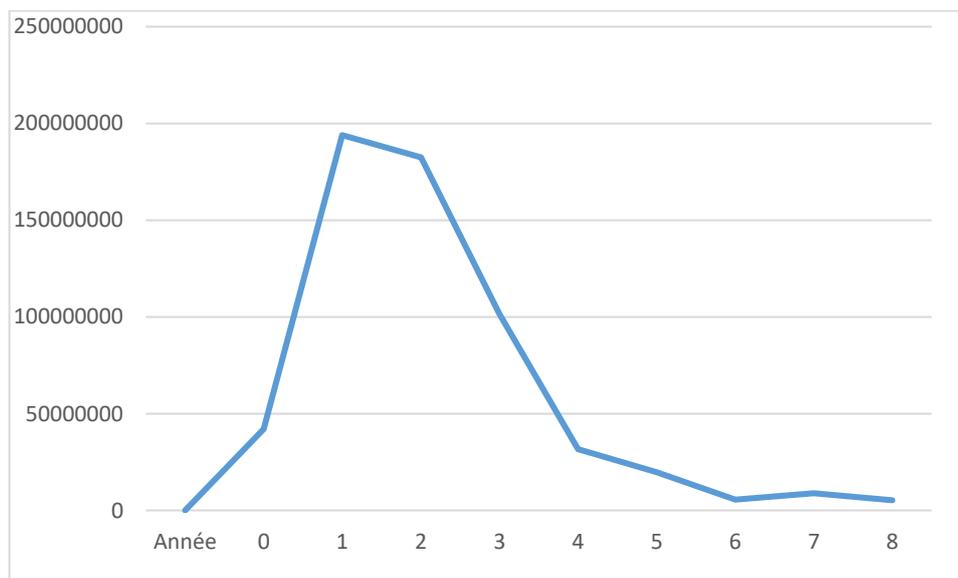
¹ Voir annexe 01 et annexe 02

Figure 5: Règlements des sinistres automobiles matériels survenus en 2012 sur la période 2012-2020



Source : Elaboré par nos soins

Figure 6: Règlements des sinistres automobiles corporels survenus en 2012 sur la période 2012-2020



Source : Elaboré par nos soins

Une observation importante réside dans le fait que la plupart des règlements de sinistres matériels sont effectués au cours des trois premières années. Cependant, pour les règlements de sinistres automobiles corporels, le taux de règlements est plus faible. Ainsi, nous pouvons conclure que la durée de règlement des sinistres matériels est généralement courte, tandis que la cadence de règlement des sinistres corporels s'étale généralement sur une longue période, pouvant parfois dépasser une décennie.

Section 02 : Application des méthodes déterministes et stochastiques

Dans cette section nous allons estimer les PSAP selon la méthode Chain Ladder, Mack et Bootstrap.

1 La méthode Chain Ladder :

La méthode du Chain Ladder est considérée comme la méthode la plus simple à mettre en œuvre en termes d'application.

1.1 Application de la méthode :

Nous commencerons par calculer les facteurs de développement et la fréquence de règlement, puis nous procéderons au calcul de la provision pour sinistres à payer.

a) -Détermination des facteurs de développement

Pour illustrer cette méthode, nous construisons des triangles de règlements cumulés, pour les deux garanties RC matérielle et RC corporelle¹, puis nous calculons les facteurs de développement pour chaque garantie.

Les facteurs de développement que nous avons obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

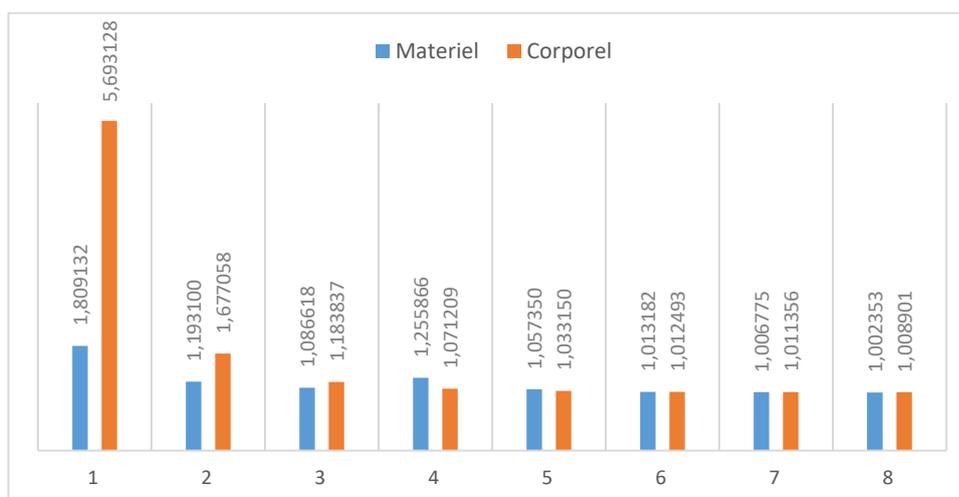
Tableau 9: Les facteurs de développement en fonction des années de développement

j	\hat{f}_j Matériel	\hat{f}_j Corporel
0	1,809132	5,693128236
1	1,193100	1,677058445
2	1,086618	1,183836633
3	1,255866	1,071209406
4	1,057350	1,033150265
5	1,013182	1,01249271
6	1,006775	1,011356164
7	1,002353	1,00890062

Source : Elaboré par nos soins

¹ Voir annexe 03 et annexe 04

Figure 7: Evolution des facteurs de développement



Source : Elaboré par nos soins à partir du tableau N°6

Nos résultats indiquent qu'il y a une différence notable dans la décroissance des facteurs de développement entre la responsabilité civile corporelle et la responsabilité civile matérielle. Les facteurs de développement représentent probablement des paramètres utilisés pour calculer les indemnités dans le domaine de l'assurance.

En ce qui concerne la responsabilité civile matérielle, la décroissance des facteurs de développement est constatée au fil du temps. Cela signifie que les montants des indemnités pour les sinistres matériels tendent à diminuer à mesure que le temps passe. De plus, en règle générale la majorité des assurés seront indemnisés pour les sinistres matériels au cours des deux premières années suivant la déclaration.

En ce qui concerne la responsabilité civile corporelle, les facteurs de développement semblent montrer une décroissance encore plus prononcée. Les indemnités pour les sinistres corporels sont généralement étalées sur une période plus longue, avec une indemnité qui peut s'étendre sur trois années après la déclaration. Cette tendance se manifeste également dans le triangle des paiements, où nous observons une diminution des prestations pour une année d'accident donnée i pour les sinistres matériels.

En revanche, pour les sinistres corporels, les prestations augmentent la deuxième année, puis diminuent pour les années suivantes. Cette dynamique est attribuée à la nature à développement prolongé de cette sous-branche de l'assurance automobile.

b) Calcul des provisions totales et la moyenne des provisions selon la méthode Chain Ladder :

Les résultats du calcul des provisions totales ainsi que la moyenne des provisions calculée sur la base de 36 cellules du triangle inférieur. Pour chacune des deux garanties RC matérielle et RC corporelle sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 10: Les provisions totales par année de survenance **Unité : 1 DA**

I	Provision totale RC matérielle	Provision totale RC corporelle
0	7 425 300,18	4 964 802,08
1	32 908 563,98	10 697 437,23
2	64 154 554,25	15 724 740,07
3	212 615 878,89	28 487 979,96
4	878 594 064,91	49 102 909,22
5	1 071 547 193,48	97 068 284,08
6	1 376 270 287,51	121 658 265,41
7	1 818 521 899,50	171 040 585,15
Total	5 462 037 742,70	498 745 003,21
Moyenne	682 754 717,8	62 343 125,4

Source : Elaboré par nos soins

Nous observons que la provision totale pour la responsabilité civile matérielle est significativement supérieure à celle pour la responsabilité civile corporelle, La raison de cette différence réside dans le nombre élevé de sinistres matériels par rapport aux sinistres corporels, on note aussi que la provision est calculée en fonction des paramètres pertinents qui influencent les coûts des sinistres matériels ou corporels, sans prendre en compte d'autres éléments ou variables.

2 Le modèle de Mack :

Le modèle de Mack est la version stochastique de la méthode de Chain Ladder, en effet, le montant des provisions estimé est identique. Il a cependant l'avantage d'estimer une erreur de prédiction des provisions.

Il y ajoute des indicateurs de risque de prédiction déduit d'une hypothèse de volatilité au sein du triangle.

Non paramétrique, au sens où aucune hypothèse de distribution n'est faite sur les composantes du triangle, conditionnel au sens où les espérances sont prises connaissant les réalisations du triangle supérieur, ce modèle s'applique à des montants cumulés : nombres, paiements, charges sinistres, ...

2.1 Estimation des paramètres, facteurs \hat{f} et le coefficient de variation CV

Dans le tableau suivant, nous présentons les résultats des facteurs de développement obtenus en utilisant le logiciel R ¹

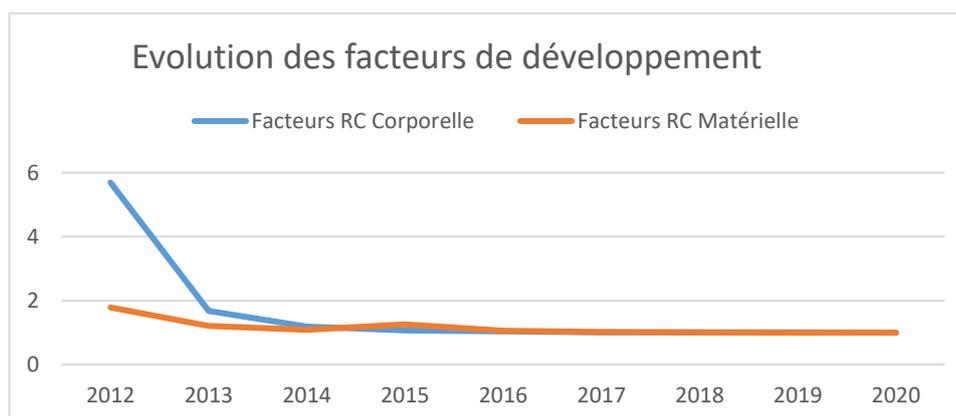
Tableau 11: Les facteurs de développement et les coefficients de variation par année de survenance selon la méthode de Mack

Année	RC Corporelle		RC Matérielle	
	Facteurs \hat{f}	Coefficient de variation CV	Facteurs \hat{f}	Coefficient de variation CV
2012	5.693128	-	1.786212	-
2013	1.677058	0.5472180	1.210672	1.071
2014	1.183837	0.4281327	1.086618	0.568
2015	1.071209	0.3044664	1.255866	0.527
2016	1.033150	0.2120155	1.057350	1.420
2017	1.012493	0.1344216	1.013182	0.788
2018	1.011356	0.1635706	1.006775	0.647
2019	1.008901	0.1751653	1.002353	0.519
2020	1.000000	0.2291177	1.000000	0.483

Source : Elaboré par nos soins

Une stabilisation des facteurs de développement est présentée dans le graphique suivant :

Figure 8: Evolution des facteurs de développement



Source : Elaboré par nos soins à travers le tableau précédent

D'après le graphique, on peut constater une stabilisation des facteurs, ces derniers ont tendance de stabiliser lorsque les années de survenance augmentent, ceci traduit la baisse du cumul des paiements effectués durant la durée déterminée.

¹ Voir annexes N°5 et 6

Une fois les facteurs de développement obtenus, on peut estimer la partie inférieure de notre triangle

2.2 Validation des hypothèses :

Nous allons entreprendre une validation des hypothèses du modèle de Mack.

2.2.1 Les résultats du test :

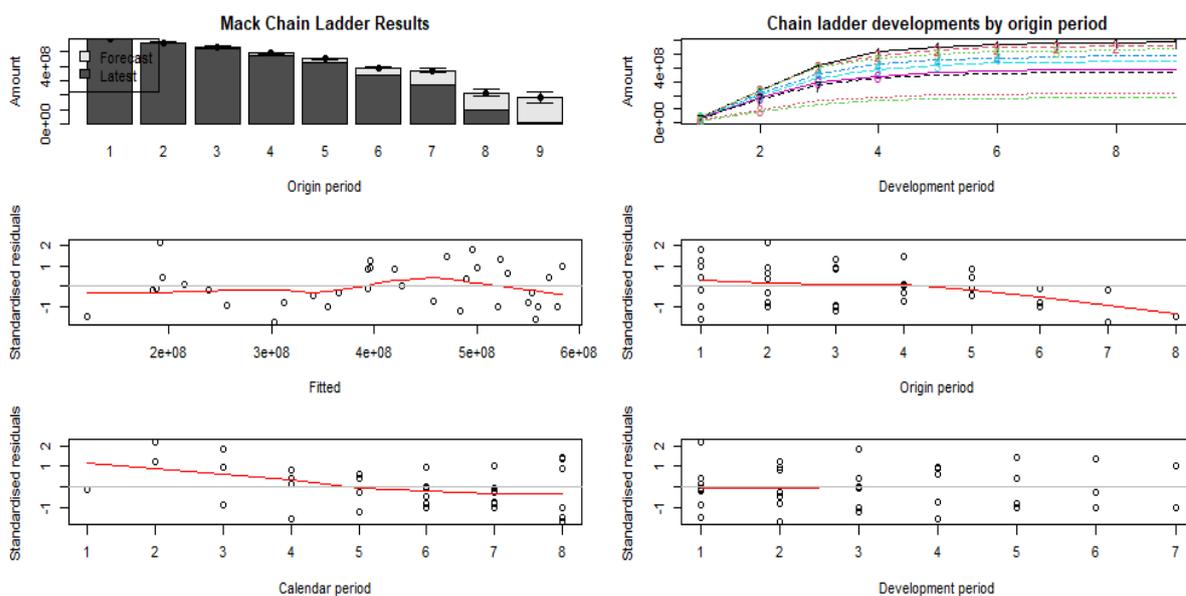
Le modèle conditionnel de Mack repose sur 3 hypothèses fondamentales H1, H2 et H3

Les 2 premières sont les mêmes que celles du modèle Chain Ladder classique et la troisième, précisant la forme a priori des variances conditionnelles est plus spécifique à Mack. Cette dernière hypothèse est souvent sujette à critique. Son interprétation n'est pas évidente.

- L'hypothèse H1 se traduit par le fait que pour une année de développement j fixée, les points $C_{i,j}$, $C_{i,j+1}$ doivent être sensiblement alignés sur une droite de pente passant par l'origine
- L'hypothèse H3 signifie qu'à j donné, les résidus ne doivent pas être autos corrélés, ce qui traduit graphiquement par l'absence d'une tendance claire de nuage de points

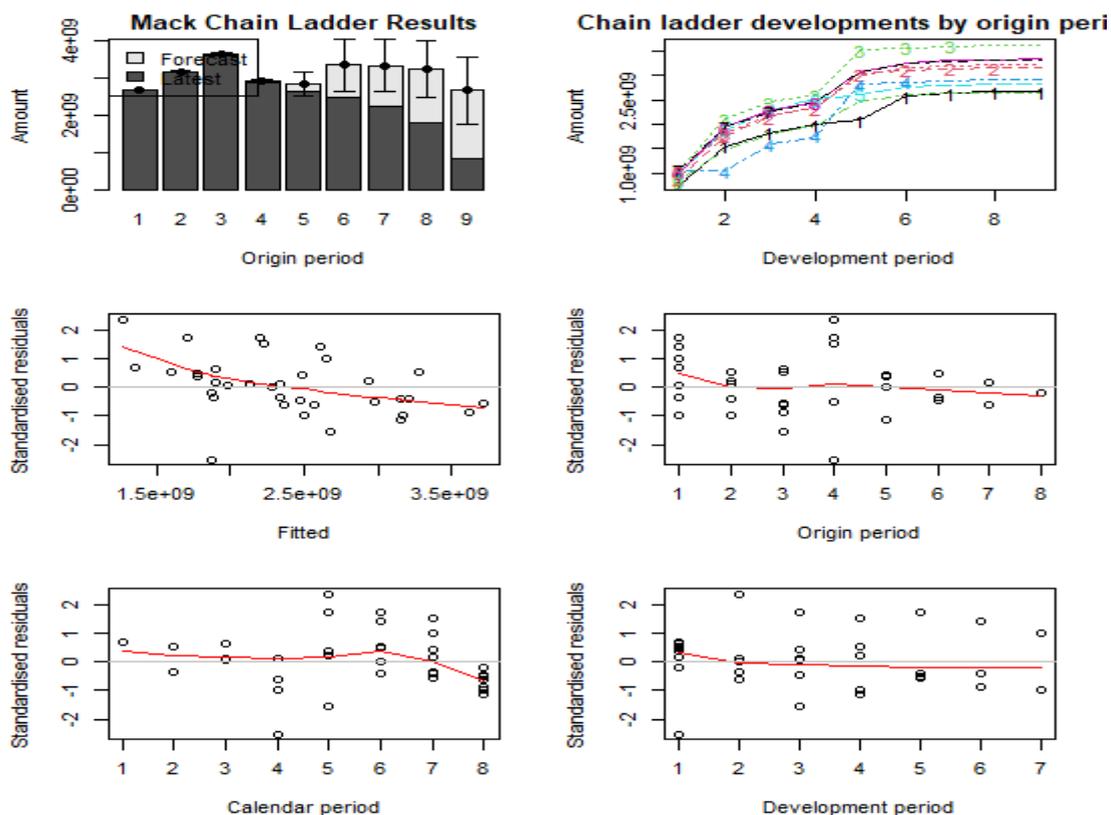
Nous obtenons les résultats suivants en utilisant le logiciel R

Figure 9: Graphique des résidus pour la RC corporelle



Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

Figure 10 : Graphique des résidus pour la RC matérielle



Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

Les graphiques ci-dessus ne permettent pas de remettre en question la validité de l'hypothèse

A priori, il ne semble pas avoir de tendance claire au vu du graphique ci-dessus.

2.3 Mesure de risque conditionnel de prédiction :

Le tableau suivant résume les résultats des calculs des provisions, l'erreur quadratique ainsi que les erreurs en pourcentage des provisions et cela pour la responsabilité civile matérielle et corporelle obtenus à l'aide du logiciel R (Voir annexes N° 5 et 6)

Ce qui diffère ce modèle à la méthode Chain ladder est la prédiction de l'erreur quadratique

Tableau 12: Les provisions totales par année de survenance, l'erreur quadratique ainsi que les erreurs en pourcentage de provisions relatives à la RC corporelle et la RC matérielle

Unité : 1 DA

Année de survenance	RC Corporelle			RC Matérielle		
	Provisions	Erreurs quadratiques se	Erreurs quadratiques en % des provisions	Provisions	Erreurs quadratiques se	Erreurs quadratiques en % des provisions
2012	-	-	-	-	-	-
2013	4964 803	2716829	55%	7425300	7949048	107%
2014	10697438	4579922	43%	32908563	18693847	57%
2015	15724741	4787656	30%	64154553	33834835	53%
2016	28487980	6039894	21%	212615878	301939258	142%
2017	49102910	6600494	13%	878594064	692013794	79%
2018	97068284	15877516	16%	1071547193	693737871	65%
2019	121658265	21310311	18%	1423203920	738869906	52%
2020	171040584	39188431	23%	1823484834	881361053	48%
Total	498745005	101101053	20%	5513934305	3368399612	61%

Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

D'après ce tableau, on remarque que les résultats des provisions obtenus sont les mêmes que ceux obtenus par la méthode Chain Ladder

La provision totale pour la RC corporelle s'élève à 498 745 005 et 5 513 934 305 pour la RC matérielle

Par rapport à l'erreur quadratique, elle croit continuellement. Plus on avance dans les années de développement plus l'erreur s'élève.

Nous remarquons que les résultats de Mack s'approchent des résultats de Chain Ladder, surtout pour la RC corporelle. Cependant la méthode de Mack nous permet d'estimer la volatilité du montant des provisions

2.4 Construction des Intervalles de confiance :

Nous allons procéder à deux simulations en supposant que les réserves sont respectivement distribuées selon la loi normale et selon la loi log normale

- Sous l’hypothèse de normalité du montant des réserves R_i , l’intervalle de confiance (à 95%) du montant de réserves est de la forme :

$$[\hat{R} - 1,96 * se (R) ; \hat{R} + 1,96 * se (\hat{R})]$$

Tableau 13: Intervalles de confiance des provisions calculés par le modèle de Mack selon la loi normale

Unité : 1 DA

Année	RC Corporelle		RC Matérielle	
	Borne inférieure	Borne supérieure	Borne inférieure	Borne supérieure
2012	-	-	-	-
2013	-360 181,84	10 289 787,84	-8 154 834,08	23 005 434,08
2014	1 720 790,88	19 674 085,12	-3 731 377,12	69 548 503,12
2015	6 340 935,24	25 108 546,76	-2 161 723,60	130 470 829,60
2016	16 649 787,76	40 326 172,24	-379 185 067,68	804 416 823,68
2017	36 165 941,76	62 039 878,24	-477 752 972,24	2 234 941 100,24
2018	65 948 352,64	128 188 215,36	-288 179 034,16	2 431 273 420,16
2019	79 890 055,44	163 426 474,56	-24 981 095,76	2 871 388 935,76
2020	44 848 940,24	198 467 589,76	96 017 170,12	3 550 952 497,88
Totaux	251 204 622,12	647 520 749,88	-1 088 128 934,52	12 115 997 544,52

Source : Elaboré par nos soins

On constate que l’intervalle de confiance sous l’hypothèse de normalité des provisions conduit à des bornes inférieures négatives.

- Pour la loi log-normale, on doit d’abord calculer la variance σ^2 avec la formule suivante :

$$\sigma^2 = \ln \left[1 + \left(\frac{se(\hat{R})}{\hat{R}} \right)^2 \right]$$

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :¹

¹ Voir annexe N° 07

Tableau 14: Calculs de la variance

Année	σ^2 du corporelle	RC	σ^2 du matérielle	RC
2012	-		-	
2013	0,261939		0,763627	
2014	0,168305		0,279664	
2015	0,088652		0,245411	
2016	0,043970		1,104173	
2017	0,017908		0,482656	
2018	0,026404		0,350057	
2019	0,030222		0,238644	
2020	0,051163		0,209950	

Source : Elaboré par nos soins

Les bornes sont données par l'application de la formule suivante :

$$[\hat{R}_i * \exp(\frac{-\sigma_i^2}{2} - 1,96 * \sigma_i^2), \hat{R}_i * \exp(\frac{-\sigma_i^2}{2} + 1,96 * \sigma_i^2)]$$

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 15: Intervalles de confiance des provisions calculés par le modèle de Mack selon la loi log-normale

Unité : 1 DA

Année	RC Corporelle		RC Matérielle	
	Borne inférieure	Borne supérieure	Borne inférieure	Borne supérieure
2012	-	-	-	-
2013	2 606 487,20	7 277 626,05	1 134 701,85	22 641 600,53
2014	7 070 801,47	13 677 192,37	16 539 624,78	49 503 462,01
2015	12 643 617,84	17 897 598,92	35 078 366,13	91 798 391,33
2016	25 567 372,86	30 376 760,30	14 058 403,81	1 065 906 030,03
2017	46 986 716,57	50 403 660,05	268 000 305,70	1 777 567 942,69
2018	90 963 803,05	100 883 264,30	452 921 152,71	1 786 372 710,20
2019	112 941 603,50	127 146 444,16	791 240 045,49	2 016 434 806,71
2020	150 812 706,54	184 306 389,92	1 087 925 087,01	2 477 565 653,31
Totaux	449 593 109,03	531 968 936,07	2 666 897 687,48	9 287 790 596,81

Source : Elaboré par nos soins

Pour des raisons de symétrie et d'asymétrie des distributions, il est recommandé d'adopter une distribution de type log-normale plutôt qu'une loi normale. En effet, la distribution log-normale est asymétrique et son coefficient d'asymétrie est strictement positif, ce qui la rend plus appropriée pour modéliser des données dont la distribution n'est pas symétrique.

3 Méthode de Bootstrap :

Efron (1979) a développé cette méthode pour estimer et simuler la variabilité d'un estimateur dans un cadre non paramétrique. Le principe consiste à simuler un grand nombre d'échantillons de même taille en tirant aléatoirement, avec remise, des observations à partir d'un échantillon initial de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées.¹

3.1 Les résultats obtenus suite à l'utilisation de la méthode de rééchantillonnage sur les résidus :

Il faut noter que la méthode Bootstrap permet d'effectuer un certain nombre de simulation afin d'étudier la volatilité autour de la moyenne des provisions simulées.

On introduit donc une macro qui nous permet d'effectuer 999 simulations puis de recueillir les provisions simulées pour des études statistiques.²

Tableau 16: Résultats de la méthode Bootstrap pour la RC Matérielle à l'aide du logiciel R

Unité : 1 DA

Année	Provisions	Erreur quadratique IBNR SE	IBNR 75%	IBNR 95%
2012	0,00	0,00	0,00	0,00
2013	8 190 000	67 600 000	3 440 157	93 912 198
2014	35 900 000	123 000 000	61 022 937	246 950 566
2015	58 700 000	126 000 000	111 912 655	300 618 324
2016	220 000 000	201 000 000	290 267 299	568 063 107
2017	896 000 000	456 000 000	1 157 571 359	1 653 489 754
2018	1 110 000 000	528 000 000	1 375 329 779	2 037 841 897
2019	1 480 000 000	639 000 000	1 819 906 735	2 481 946 898
2020	1 870 000 000	930 000 000	2 363 807 685	3 251 619 294
Total	5 678 790 000	3 070 600 000	7 183 258 606	10 634 442 038

Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

Nous présentons par la suite les résultats relatifs à la RC corporelle

¹ Khordj M et autres, Op.cit, P19.

² Voir annexes N°8 et N° 9

Tableau 17: Résultats de la méthode Bootstrap pour la RC Corporelle à l'aide du logiciel R

Unité : 1 DA

Année	Provision	Erreur quadratique IBNR SE	IBNR 75%	IBNR 95%
2012	0,00	0,00	0,00	0,00
2013	4 920 000	3 377 959	6 912 050	10 801 133
2014	10 700 000	4 442 806	13 534 523	18 808 379
2015	15 500 000	5 190 248	19 261 759	25 426 716
2016	28 200 000	6 875 613	32 970 431	39 896 398
2017	49 000 000	8 621 107	55 070 409	39 896 398
2018	97 900 000	13 355 388	106 464 603	39 896 398
2019	122 000 000	18 069 093	134 422 633	39 896 398
2020	174 000 000	51 492 356	205 947 708	39 896 398
Total	502 220 000	111 424 570	574 584 116	254 518 218

Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

Nous pouvons également appliquer une fonction « BootChainLadder » sous le logiciel R (library « ChainLadder ») en prenant le nombre de simulation de 999, pour estimer les provisions pour sinistres à payer.

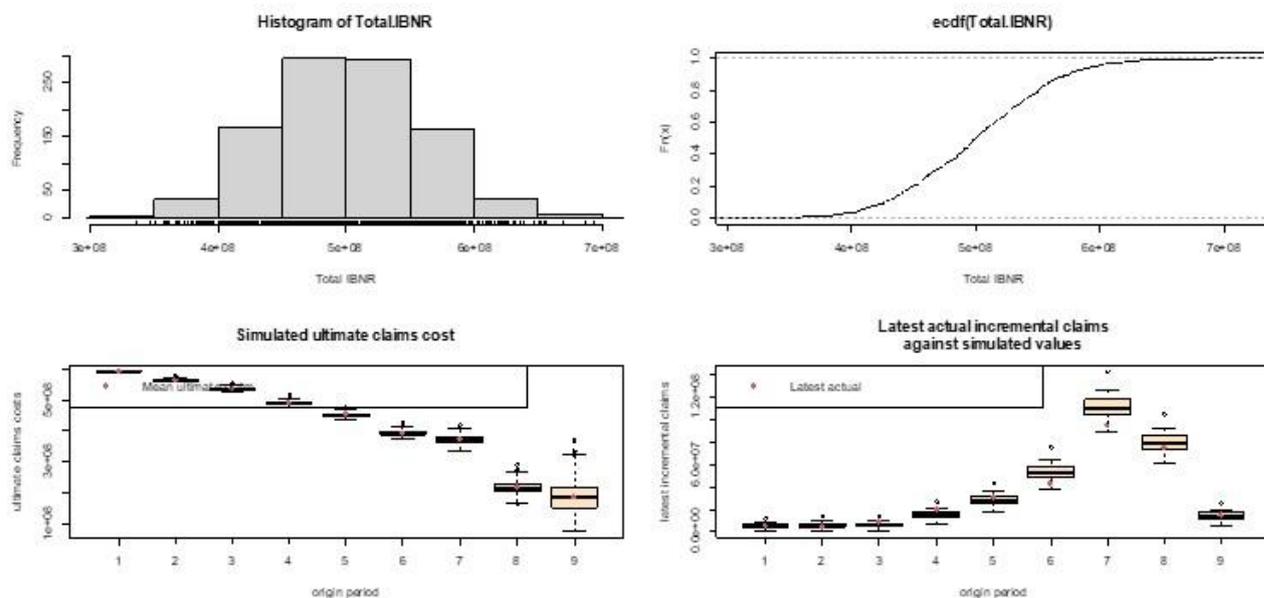
Le calcul de l'erreur de prédiction estimée en utilisant le logiciel R a donné la valeur égale à 3 070 600 000 pour la RC matérielle contre 111 424 570 pour la RC corporelle

Le montant de provision pour la RC matérielle est de 5 678 790 000, ce dernier est supérieur à provisions calculées par la méthode de Chain Ladder avec 3,81%

Le montant de la provision pour la responsabilité civile corporelle s'élève à 502 220 000, ce qui dépasse les provisions calculées à l'aide de la méthode de Chain Ladder avec un écart de 0,7%.

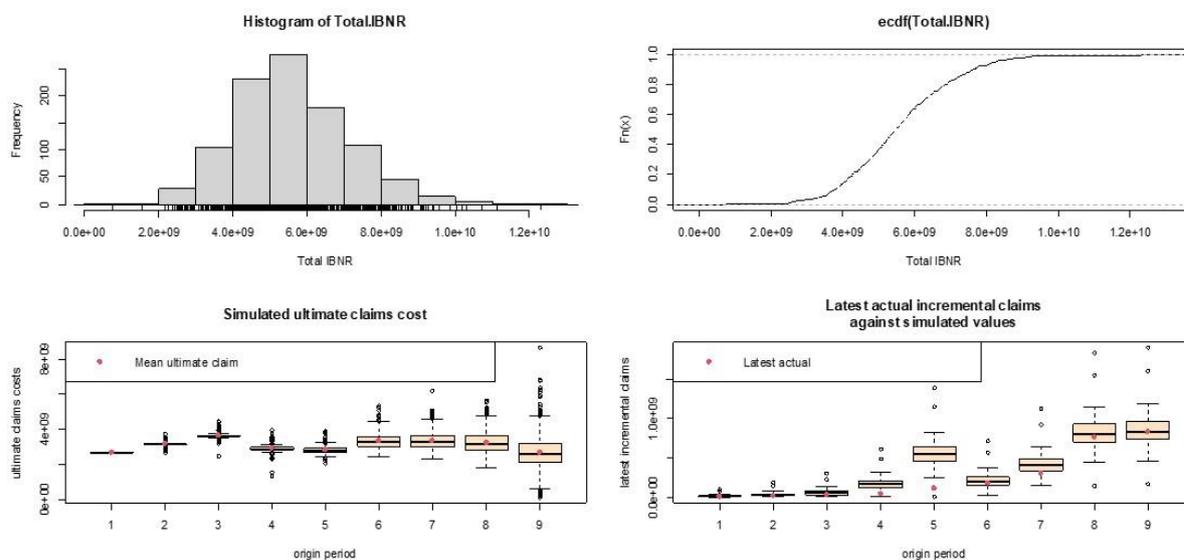
3.2 La représentation graphique des résultats :

Figure 11: Représentation graphique des résultats obtenus pour la RC Corporelle



Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

Figure 12: Représentation graphique des résultats obtenus pour la RC Matérielle



Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

D'après l'observation de l'histogramme représentant la distribution empirique des provisions, il est possible de constater que cette dernière n'est pas symétrique.

Section 03 : Application de la théorie des copules

1 Etude de la corrélation entre la RC matérielle et la RC corporelle :

Pour commencer, nous effectuons une vérification pour déterminer s'il y a une corrélation entre les montants des sinistres matériels et les montants des sinistres corporels. Une fois que cette corrélation est confirmée, nous procédons à l'estimation des provisions techniques en utilisant la théorie des copules afin d'estimer la partie inférieure du triangle.

1.1 Matrice de corrélation :

Nous examinons la corrélation en utilisant les coefficients de corrélation de Pearson, Spearman et Kendall.

a) Le coefficient de corrélation de Pearson :

Ce coefficient est une mesure statistique qui quantifie la force de la relation entre deux variables et leur degré d'association mutuelle.

Notre application à donner les résultats suivants :

Matrice de corrélation de Pearson

Variables	CORPOREL	MATERIEL
CORPOREL	1	0,633
MATERIEL	0,633	1

b) Le coefficient de corrélation de Spearman :

Il fournit une indication de la probabilité selon laquelle une variable augmente lorsque l'autre variable augmente (corrélation positive), ou lorsque l'une diminue lorsque l'autre augmente (corrélation négative).

Matrice de corrélation de Spearman

Variables	CORPOREL	MATERIEL
CORPOREL	1	0,614
MATERIEL	0,614	1

c) Le coefficient de corrélation de Kendall :

Il évalue l'association entre deux variables mesurées sur une échelle ordinale, permettant ainsi de classer chaque observation de ces variables.

Matrice de corrélation de Kendall

Variables	CORPOREL	MATERIEL
CORPOREL	1	0,527
MATERIEL	0,527	1

Les coefficients de corrélation sont positifs, nous constatons une relation linéaire positive modérée entre les montants de sinistres matériels et les montants de sinistres corporels.

2 Application de la théorie des copules :

Pour estimer les paramètres de la structure de dépendance, nous avons commencé par estimer les paramètres des fonctions marginales. Cela nous a permis de sélectionner la copule appropriée et d'estimer ensuite ses paramètres.

2.1 Le choix des marginales :

Afin de sélectionner les lois marginales appropriées pour modéliser les provisions techniques pour sinistres à payer, nous avons procédé à des tests sur plusieurs lois couramment utilisées dans le domaine des assurances.

Les différentes lois utilisées dans le domaine des assurances sont : Gamma, Student, Weibull, Exponentielle, Normale, Log normale, Pareto, Gumbel, Fisher, Khi deux.

2.2 Test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov :

Pour sélectionner la loi marginale pour chaque sous-branche (RC matériel et RC corporel), nous avons utilisé le test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov. Ce test compare la fonction de distribution cumulée observée d'une variable à une distribution empirique, qui peut être normale, uniforme, Poisson ou exponentielle. La statistique Z de Kolmogorov-Smirnov est calculée en mesurant la plus grande différence absolue entre les fonctions de distribution cumulée observées et théoriques.

La plupart des tests paramétriques supposent que les variables sont distribuées de manière normale. Le test de Kolmogorov-Smirnov pour un échantillon permet de vérifier si une variable suit une distribution normale.

2.2.1 Hypothèses du test :

Le test consiste alors à comparer la fonction de répartition de la loi (fonction de répartition théorique) à la fonction de répartition empirique

$$H_0 : F = F_0 \text{ L'échantillon suit une loi Log-normale}$$

$H_1 : F \neq F_0$ L'échantillon ne suit pas une loi Log-normale

2.2.2 Application du test :

Les résultats obtenus par le logiciel XL STAT sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 18: Test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov

Loi	P-value corporel	P-value matériel	D Corporel	D matériel
Gamma	0,00	0,00	0,972	0,944
Student	0,00	0,00	1	1
Weibull	0,00	0,00	1	1
Exponentielle	0,00	0,00	0,337	0,450
Normale	0,102	0,558	0,199	0,128
Log normale	0,092	0,391	0,202	0,146
Pareto	0,00	0,010	0,417	0,266
Gumbel	0,00	0,00	1	1
Fisher	0,00	0,00	1	1
Khi deux	0,00	0,00	0,583	0,583

Source : Elaboré par nos soins

Le test a conduit à sélectionner la loi normale et la loi log-normale en raison de leur p-value supérieure à $\alpha=0,05$. Parmi ces deux lois, la loi normale a été choisie en raison de la valeur la plus petite de D.

Voici le tableau présentant les estimations des paramètres de la loi normale pour les deux sous-branches obtenus à l'aide du logiciel XL STAT :

Tableau 19: Estimation des paramètres de la loi Normale

Unité : 1 DA

Paramètre	Matériel	Corporel
μ	2 890 459 883,06	322 481 764,53
σ	491 865 579,15	134 885 180,93

Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel XL STAT

D'après les deux tableaux on remarque que les sinistres matériels ont en moyenne un montant plus élevé que les sinistres corporels.

2.3 Choix de la copule et estimation des paramètres :

Il est nécessaire de rechercher une copule supérieure aux autres qui pourrait mieux modéliser la structure de dépendance étudiée.

Les étapes du choix de la copule sont les suivantes :

Pour commencer, nous procédons à la construction de pseudo-observations en calculant la distribution empirique des rangs normalisés des observations afin de rendre les données uniformes.¹

Définition 1²: Une fonction C définie sur $[0,1]^2$ est appelée copule de dimension 2, si c'est la fonction de répartition d'une variable aléatoire $U=(U_1,U_2)$ à valeurs dans R^2 , où les variables aléatoires U_1,U_2 sont de loi uniforme, définie sur $[0,1]$, telle que :

$$C(u)=P(U \leq u) \text{ Pour tout } u \in [0, 1]^2.$$

Les pseudo-observations sont définies par la formule :

$$U_{ij} = \frac{r_{ij}}{n+1}$$

r_{ij} : le rang de x_{ij} parmi les x_{kj} , $k \in \{1, \dots, n\}$.

On va utiliser ces pseudo-observations pour caractériser la dépendance entre la RC matérielle et la RC corporelle représentée par la copule

Ensuite nous sélectionnant une copule parmi les copules représentées dans le tableau suivant selon le critère AIC utilisé par le logiciel R

Définition 2³: Le critère d'Akaike (AIC) est un outil utilisé pour la sélection de modèles. Il est conçu pour trouver un équilibre entre la réduction du biais à mesure que le nombre de paramètres libres augmente et la parcimonie, c'est-à-dire la volonté de décrire les données avec le moins de paramètres possible.

Utilisons la fonction « BiCopSelect » du package « Copula Vine » sous le logiciel R.

¹ Voir Annexe N° 10.

² Chouchaoui L, Op.Cit, P86.

³https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Crit%C3%A8re_d%27information_d%27Akaike ,Consulté le 26/05/2023.

Tableau 20: Estimation des paramètres des différentes familles de copules bivariées

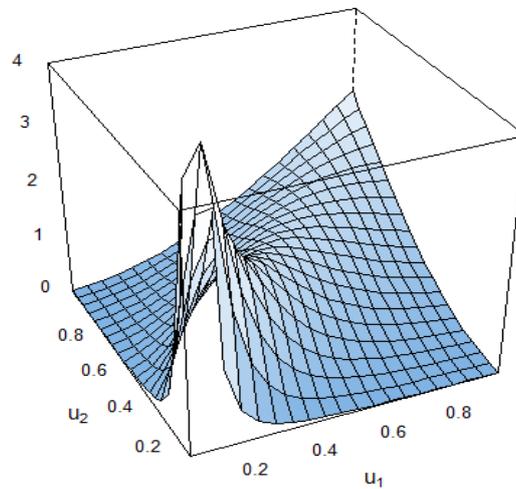
Famille	Paramètre	tau
Gaussian copula	0.72	0.51
Student t copula (t-copula)	0.71 ; 30	0.5
Gumbel copula	1.71	0.42
Frank copula	4.58	0.43
Joe copula	1.76	0.3
BB1 copula	2.34 ; 1	0.54
BB6 copula	1 ; 1.71	0.42
BB7 copula	1.3 ; 2.42	0.56
BB8 copula	6 ; 0.51	0.37

Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

Les résultats obtenus à l'aide du logiciel R ont conduit à la sélection de la copule **Joe Copula (par=3.06 et tau= 0.53)** pour modéliser la structure de dépendance.

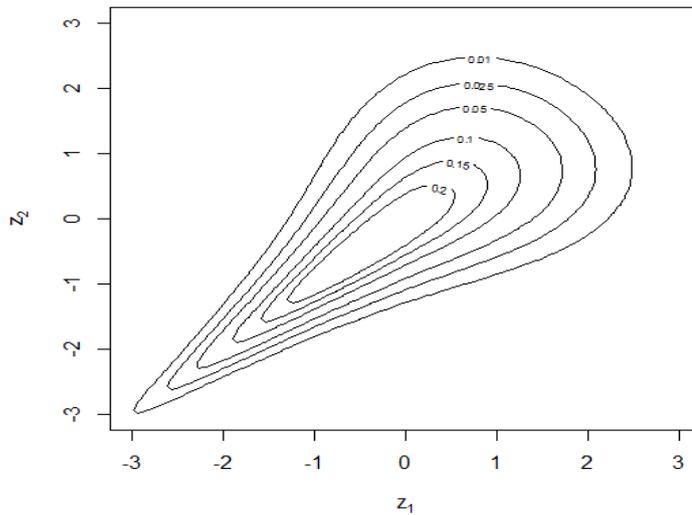
Les graphiques suivants illustrent la densité ainsi que le contour de cette copule (copule Joe) :

Figure 13: La densité Joe Copula (par =3,06, tau = 0,53)



Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

Figure 14: Le contour de Joe Copula densité (par =3,06, tau = 0,53)



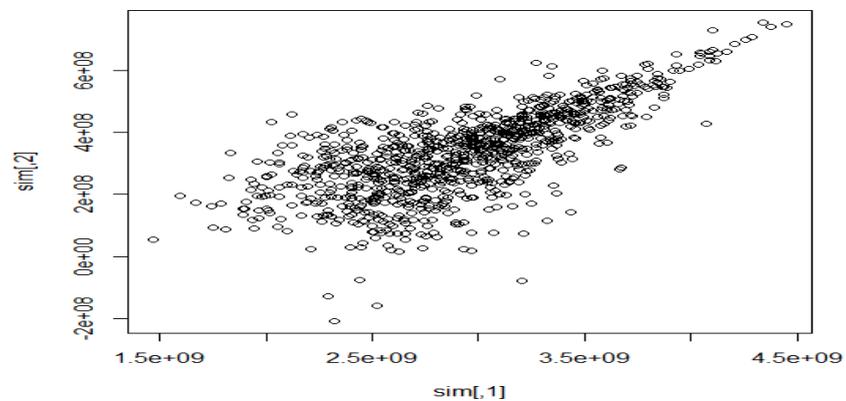
Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

Les figures précédentes indiquent qu'il existe une dépendance entre la RC matérielle et la RC corporelle au niveau de la queue inférieure et de la queue supérieure.

2.4 Calcul des provisions pour sinistres à payer

- Nous avons simulé 1000 copules de provisions issues de la copule retenue
- Comme il y a dépendance entre les deux sous branches étudiée, nous avons pris la RC matérielle + la RC corporelle.
- Nous avons utilisé la fonction mvd sous le logiciel R.

Figure 15: Echantillon simulé des provisions pour sinistres à payer à partir de la copule de Joe



Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

La figure précédente met en évidence une corrélation significative entre les provisions pour sinistres à payer pour la RC matérielle et la RC corporelle.

En réalisant la simulation de 1000 paires de provisions à partir de la copule Joe, nous avons calculé la moyenne et l'écart-type de ces paires de provisions pour les deux sous-branches combinées.

Les résultats obtenus à l'aide du logiciel R sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 21: Estimation des provisions techniques par la théorie des copules.

(Matériel + Corporel) cas dépendant	
Moyenne	Erreur quadratique
84 029 109	1 344 408 707

Source : Elaboré par nos soins à l'aide du logiciel R

3 Comparaison des résultats obtenus :

Pour la comparaison des résultats obtenus en utilisant les méthodes classiques (le cas indépendant) et la théorie des copules (le cas dépendant), nous avons pris en considération la somme de la RC matérielle et la RC corporelle.

Les résultats sont présentés dans les deux tableaux suivants :

Tableau 22 : Comparaison de la moyenne des provisions techniques

Méthode	Moyenne
Chain ladder	82 788 649,25
Modèle de Mack	83 509 434,86
Bootstrap	85 847 361,11
Théorie des copules	84 029 109,00

Source : Elaboré par nos soins

Après avoir examiné le tableau précédent, il est évident, en ce qui concerne les méthodes utilisées, que la relation entre les variables étudiées a un impact négligeable sur la moyenne des sinistres à payer. L'écart enregistré est minime, et les résultats se rapprochent, cela peut être facilement expliqué par la propriété de linéarité de l'espérance mathématique, selon laquelle

l'espérance de la somme des deux variables aléatoires est égale à la somme de leurs espérances, même si ces variables ne sont pas indépendantes.

Tableau 23 : Comparaison de l'erreur quadratique des provisions techniques

Méthode	Erreur quadratique
Modèle de Mack	961 839 084
Bootstrap	825 200 000
Théorie des copules	1 344 408 707

Source : Elaboré par nos soins

En revanche, nous constatons que l'erreur quadratique du montant total des sinistres à payer est plus élevée lorsque les deux garanties (RC matérielle et RC corporelle) sont positivement dépendantes par rapport aux cas où nous supposons qu'elles sont indépendantes.

Conclusion

La mise en pratique des différentes méthodes dans ce chapitre a permis de donner une meilleure estimation des provisions pour les années de 2012 jusqu'au 2020.

Dans un premier lieu nous avons présenté les deux sous branches étudiées, la responsabilité civile matérielle et corporelle, ainsi que la méthode utilisée pour la construction de notre triangle de liquidation.

Dans un deuxième lieu nous avons pu évaluer les provisions techniques à l'aide du logiciel R par les méthodes déterministe et stochastiques, nous avons vu que le modèle de Mack est une version stochastique de Chain Ladder, la seule différence c'est qu'il prend en considération l'erreur standard, il nous a permis de mesurer l'incertitude qui représente 20% pour la RC corporelle et 61% pour la RC matérielle. Le Bootstrap est basé sur le rééchantillonnage, le montant de provision pour la RC matérielle est supérieur de 3,81% à celui calculé par la méthode Chain Ladder, et 0,7% pour la RC corporelle.

Dans un dernier lieu on a appliqué des tests qui montrent l'existence d'une corrélation entre les deux sous branches étudiées, et que cette corrélation est modélisable à travers la théorie des copules qui a donné une meilleure estimation des provisions et a permis d'analyser et de quantifier les risques de manière plus complète.

Conclusion générale

Conclusion générale

Récemment, le choix du modèle le plus performant en provisionnement est devenu un sujet d'une grande importance qu'on a choisi de traiter dans ce mémoire

Ce dernier a pour objectif d'étudier la gestion du risque de provisionnement, autrement dit l'évaluation des provisions pour sinistres à payer en prenant en compte la dépendance entre les différents types de risques, tout en comparant les résultats obtenus avec ceux basés sur l'hypothèse d'indépendance.

Dans le cadre de leurs engagements, les compagnies d'assurance doivent être solvables et doivent donc disposer de provisions techniques à un certain niveau. Le calcul de ces provisions est effectué par branches d'activité (automobile, dommages aux biens, responsabilité civile) et est imposé par la réglementation. Par conséquent, les assureurs cherchent des techniques qui leur permettent d'évaluer leur niveau de provisionnement et de garantir leur solvabilité.

Selon la réglementation algérienne, l'évaluation des provisions se fait par la méthode dossier par dossier, en effectuant des évaluations distinctes pour les sinistres matériels et les sinistres corporels. Une fois l'accord de l'administration de contrôle obtenu, la compagnie peut utiliser trois méthodes (méthode des coûts moyens, méthode des cadences de règlements ou méthode de blocage de primes) et retenir l'estimation la plus élevée.

Notre étude a été réalisée sur le portefeuille automobile de la SAA pour la période 2012-2020. À partir de ces données, nous avons estimé les provisions pour sinistres à payer pour deux types de garanties : la responsabilité civile matérielle et la responsabilité civile corporelle.

Nous avons présenté certaines méthodes actuarielles de provisionnement qui permettent de définir des modèles plus flexibles et mieux adaptés aux données. Nous avons constaté qu'il existe plusieurs méthodes pour déterminer le montant des provisions. Cela confirme notre première hypothèse.

Nous avons débuté en estimant les provisions techniques en utilisant à la fois une approche déterministe et stochastique, en suivant les méthodes classiques qui supposent l'indépendance entre les risques. Les résultats prouvent que ces derniers prennent en considération plusieurs facteurs contrairement aux méthodes réglementaires qui se basent sur le coût historique, cela confirme notre première hypothèse.

Ensuite, nous avons fait un test de corrélation entre les sous branches par les coefficients de corrélation Pearson, Kendall et Spearman, les coefficients de corrélation étaient positifs, nous avons constaté une relation linéaire positive modérée entre les montants de sinistres matériels

et les montants de sinistres corporels. Ensuite nous avons appliqué la théorie des copules pour estimer les provisions pour sinistres à payer en prenant en compte la dépendance entre les risques, ce qui confirme notre deuxième hypothèse.

Nous avons ensuite comparé les résultats afin d'évaluer l'impact de cette dépendance sur le montant des provisions à constituer.

La méthode Chain-Ladder reste toujours la méthode la plus simple à mettre en œuvre et son utilisation dans la méthode Bootstrap permet de diminuer le temps de calcul.

En termes d'erreur quadratique, la méthode Bootstrap a tendance à fournir des estimations plus précises en prenant en compte la distribution empirique des données. D'autre part, la méthode Mack offre une approche robuste en utilisant un modèle de développement des sinistres, bien qu'elle puisse sous-estimer l'erreur quadratique dans certaines situations.

En utilisant la théorie des copules, nous avons constaté que la prise en compte de dépendances positives entre les sinistres liés aux deux garanties entraîne une légère augmentation du montant des provisions pour sinistres à payer et un léger écart dans l'erreur quadratique, par rapport aux méthodes classiques. Cela soulève des questions sur l'intérêt de tenir compte des dépendances entre les garanties pour le portefeuille étudié. Ceci confirme notre troisième hypothèse.

Notre étude apporte une compréhension approfondie du fonctionnement des systèmes d'assurance et de la gestion des risques. Cela permet d'acquérir une vision globale des principes fondamentaux de l'assurance. Ainsi que les différentes méthodes utilisées peuvent estimer de manière plus précise les montants nécessaires pour couvrir les sinistres futurs et les obligations financières de l'entreprise. Cela permet de renforcer la gestion des risques et d'optimiser la planification financière, en assurant une provision adéquate pour les sinistres à payer.

En utilisant la théorie des copules qui est très peu utilisée, il est possible d'améliorer la précision des prévisions, de mieux comprendre les relations de dépendance et d'identifier les sources de risque potentielles. Cela conduit à une meilleure gestion des risques, une prise de décision plus éclairée et une amélioration globale des pratiques en matière d'assurance.

En raison de données insuffisantes, nous n'avons pas pu étudier d'autres garanties et effectuer une analyse en trois dimensions. Il serait donc intéressant de prendre un ensemble de trois garanties et d'étudier la dépendance tridimensionnelle dans un cadre multivarié, ainsi que d'examiner la possibilité de dépendances négatives entre les risques.

Bibliographie

Bibliographie

Ouvrages

- André Martin, « Techniques d'assurances », Édition DUNOD, (2016).
- Chaufon A, Les assurances études théoriques et pratiques, paris, Inspiré dans « les assurances dans un système islamique », Mohammed Boudjelal, professeur d'économie à l'université de M'silla- Algérie professeur visiteur à l'EM Strasbourg- France, (1884).
- Denuit Michel et Charpentier Arthur, « Mathématique de l'assurance non vie, tome 02 tarification et provisionnement », Edition Economica, Paris, (2009).
- Douakh M, « Mécanisme de la réassurance vie », EHEA, Alger, (2018).
- Hassid A, « Introduction aux assurances économiques », Alger, (1984).
- Henriet D et Rochet J, « Microéconomie de l'assurance », Edition Economica, Paris, (1984).
- Iturrios R, « Assurance agricole », Edition Rodolfo Wehrhahn, Washingto. (2009).
- Jean-Charles Rochet, Dominique Henriet, « Microéconomie de l'assurance » ; Edition Economica, (1991).
- Pozzana,T,« Gestion du risque & Assurance d'entreprise »,Numéro 2015-01 de la collection Regards sur la sécurité industrielle, Fondation pour une culture de sécurité industrielle, Toulouse, France (2015).
- Sylvie Chanh et Jean Péchinot, « Manuel de l'assurance automobile »,5ème édition L'argus, (2016).
- Tafiani B, « Les assurances en Algérie », Editions OPU et ENAP, Alger, (1987),
- Yeatman J, « Manuel international de l'assurance », Edition Economica, Paris, (2005).
- Partrat C, Cours provisions techniques, dispensé à l'institut de Science Financière Et Assurances (ISFA), Université Claude Bernard – Lyon 1, (2013).

Articles

- Belkacem Nacer Meriem et Latreche Abdelouahab, « Estimation de l'incertitude du montant de provisions pour sinistre à payer : Modèle de Mack », (2016).
- Bouaziz C, L'histoire de l'assurance en Algérie, (2013).
- Khordj Mohamed ; Haffar Adlane et autre, « Provisionnement et mesures de risque en assurance dommage dans le cadre de solvabilité II», (2017).
- Korotoumou T et Franck V, « Méthode Chain Ladder et Mack », (2018).
- Partrat Christian, « Cours provisions techniques » dispensé à l'institut de Science Financière Et Assurances, (2013).

Bibliographie

- Yanat Belkacem, « Cours bases techniques de l'assurance », LAGHOUAT 11 ème Promotion de Techniciens en Assurances.

Mémoires

- Allili Brahim et Bellil Massinissa, « Méthodes d'estimation des provisions techniques en assurance non vie », Mémoire de fin de cycle Ecole nationale supérieure des statistiques et économie appliquée, (2016).
- Arnaud B, « Stage en alternance Méthode de provisionnement et analyse de solvabilité d'une entreprise d'assurance non vie ».
- Benilles B, « l'évolution du secteur algérien des assurances », Université FERHAT Abbas, (2011).
- Bouzid A et Bouzouag S, « Analyse du marché des assurances privées en Algérie et les perspectives de son développement », mémoire du master en sciences économiques, option MFB, université M.Maamri Tizi Ouzou, (2015).
- Chouchaoui Lamia, « Estimation Des Provisions Techniques En Assurance Automobile Selon La Théorie des Copules », Ecole Nationale Supérieure de Statistique et d'Economie Appliquée, (2019).
- Compain H, « Analyse du risque de provisionnement non-vie dans le cadre de la réforme Solvabilité II », Mémoire de master Université paris Dauphine, (2010).
- Debiane K et Lamine O, « Gestion des risques comptables et financiers au sein des compagnies d'assurances », Mémoire de master, Ecole supérieure de commerce, (2020).
- LE Tuan Anh, « Les méthodes de provisionnement », Mémoire pour l'obtention du diplôme universitaire d'actuariat de l'ISFA et l'admission à l'institut des actuaires, Lyon, France, (2017).
- Mariem R, « Modèles actuariels d'estimation des provisions pour sinistres à payer », Thèse de magistère en finance quantitative, Ecole Nationale Supérieure de Statistique et d'Economie Appliquée, Algérie, (2011).
- Ramdani Rachid, « Quelques modèles de provisionnement appliqués aux matrices d'encaissement », Mémoire pour l'obtention du diplôme de statisticien.
- Tshielekeja MK, « Assurance : catalyseur du développement modèle de référence et applications au cas de république démocratique de Congo », thèse de doctorat, Lovain school of management, université Catholique de Louvain, (2011).

Bibliographie

Textes réglementaires

- Décret exécutif n° 13-114 du 16 Joumada El Oula 1434 correspondant au 28 mars 2013 relatif aux engagements réglementés des sociétés d'assurance et/ou de réassurance, chapitre 3, article 10.
- Décret exécutif n° 13-114 du 16 Joumada El Oula 1434 correspondant au 28 mars 2013 relatif aux engagements réglementés des sociétés d'assurance et/ou de réassurance, chapitre 3, article 12.
- Décret exécutif n° 13-114 du 16 Joumada El Oula 1434 correspondant au 28 mars 2013 relatif aux engagements réglementés des sociétés d'assurance et/ou de réassurance, chapitre 3, article 16.
- Décret exécutif n° 13-114 du 16 Joumada El Oula 1434 correspondant au 28 mars 2013 relatif aux engagements réglementés des sociétés d'assurance et/ou de réassurance, chapitre 3, article 18.
- Ordonnance n° 74-15 du 30 janvier 1974 relative à l'obligation d'assurance des véhicules automobiles et aux régimes d'indemnisation des dommages, article 1.
- Ordonnance n° 95-07 du 23 Chaâbane 1414 correspondant au 25 janvier 1995 relative aux assurances, Article 16.

Rapport

- Fréchet, Rapport pour la 22e session de l'IIS à Londres, Bulletin de l'IIS, (1934),

Documents consultatifs

- Buvat I, « Introduction à l'approche Bootstrap », (2000).
- PRADIER, E, « Théorie des copules : une application à la modélisation du risque », (2005).

Sites

- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Crit%C3%A8re_d%27information_d%27Akaike
- <https://www.assureur-conseil-en-ligne.fr/dictionnaire-assurance/caracteres-du-contrat-dassurance.html>
- <https://www.ccr.dz/images/bulletin/bulletin-1-2012.pd>
- https://www.memoireonline.com/10/13/7539/m_Evaluation-des-provisions-techniques-dans-les-entreprises-dassurances-cas-de-la-sonas-en-rdc16.html
- <https://www.uar.dz/assurances-automobiles/>
- www.alliage-ad.com

Annexes

Annexe 05 : Programmation sous R du « Calcul de la provision Mack pour RC matérielle »

	Latest	Dev.To.Date	Ultimate	IBNR	Mack.S.E	CV(IBNR)
1	2.67e+09	1.000	2.67e+09	0.00e+00	0.00e+00	NaN
2	3.16e+09	0.998	3.16e+09	7.43e+06	7.95e+06	1.071
3	3.60e+09	0.991	3.63e+09	3.29e+07	1.87e+07	0.568
4	2.86e+09	0.978	2.92e+09	6.42e+07	3.38e+07	0.527
5	2.62e+09	0.925	2.83e+09	2.13e+08	3.02e+08	1.420
6	2.46e+09	0.737	3.33e+09	8.79e+08	6.92e+08	0.788
7	2.25e+09	0.678	3.33e+09	1.07e+09	6.94e+08	0.647
8	1.81e+09	0.560	3.23e+09	1.42e+09	7.39e+08	0.519
9	8.33e+08	0.313	2.66e+09	1.82e+09	8.81e+08	0.483

Totals

Latest: 22,259,334,098.00

Dev : 0.80

Ultimate: 27,773,268,403.82

IBNR : 5,513,934,305.82

Mack.S.E 1,871,578,174.71

CV(IBNR) : 0.34

Annexe 06 : Programmation sous R du « Calcul de la provision Mack pour RC Corporel »

Latest	Dev.To.Date	Ultimate	IBNR	Mack.S.E	CV(IBNR)
1	5.91e+08	1.0000	5.91e+08	0.00e+00	0 NaN
2	5.58e+08	0.9912	5.63e+08	4.96e+06	2,716,829 0.547
3	5.25e+08	0.9800	5.36e+08	1.07e+07	4,579,922 0.428
4	4.75e+08	0.9680	4.91e+08	1.57e+07	4,787,656 0.304
5	4.23e+08	0.9369	4.51e+08	2.85e+07	6,039,894 0.212
6	3.43e+08	0.8746	3.92e+08	4.91e+07	6,600,494 0.134
7	2.75e+08	0.7388	3.72e+08	9.71e+07	15,877,516 0.164
8	9.58e+07	0.4405	2.17e+08	1.22e+08	21,310,311 0.175
9	1.43e+07	0.0774	1.85e+08	1.71e+08	39,188,431 0.229

Totals

Latest: 3,299,195,077.00

Dev : 0.87

Ultimate: 3,797,940,081.10

IBNR : 498,745,004.10

Mack.S.E 52,099,995.02

CV(IBNR) : 0.10

Annexe 07 : Calcul des intervalles de confiance relatifs au modèle de Mack

Année de survenance	Corporel			Matériel		
	Se/R	(SE/R) au carré	-sigma au carré /2	SE/R	(SE/R) au carré	-sigma au carré /2
2012	-	-	-	-	-	-
2013	0,54721789	0,29944741	-0,13096955	1,0705356	1,14604647	-0,38181365
2014	0,42813261	0,18329753	-0,08415253	0,56805419	0,32268556	-0,139832092
2015	0,30446645	0,09269982	-0,04432576	0,52739569	0,27814622	-0,12270538
2016	0,21201552	0,04495058	-0,0219848	1,42011622	2,01673009	-0,552086747
2017	0,13442165	0,01806918	-0,00895394	0,78763768	0,62037312	-0,241328222
2018	0,16357059	0,02675534	-0,01320184	0,647417	0,41914877	-0,175028619
2019	0,17516534	0,0306829	-0,01511079	0,51915955	0,26952664	-0,119322052
2020	0,22911773	0,05249494	-0,02558174	0,48333884	0,23361644	-0,104975025

Annexe 08 : Programmation sous R du « Calcul de la provision Bootstrap pour RC matérielle »

	Latest	Mean	Ultimate	Mean	IBNR	IBNR.S.E	IBNR	75%	IBNR	95%
1	2.67e+09	2.67e+09	0.00e+00							
2	3.16e+09	3.16e+09	8.19e+06	6.76e+07	2.51e+06	9.34e+07				
3	3.60e+09	3.63e+09	3.59e+07	1.23e+08	5.79e+07	2.43e+08				
4	2.86e+09	2.92e+09	5.87e+07	1.26e+08	1.03e+08	2.95e+08				
5	2.62e+09	2.84e+09	2.20e+08	2.01e+08	3.27e+08	6.19e+08				
6	2.46e+09	3.35e+09	8.96e+08	4.56e+08	1.16e+09	1.76e+09				
7	2.25e+09	3.36e+09	1.11e+09	5.28e+08	1.36e+09	2.11e+09				
8	1.81e+09	3.29e+09	1.48e+09	6.39e+08	1.85e+09	2.63e+09				
9	8.33e+08	2.70e+09	1.87e+09	9.30e+08	2.36e+09	3.50e+09				

Totals

Latest: 2.23e+10

Mean Ultimate: 2.79e+10

Mean IBNR: 5.68e+09

IBNR.S.E : 1.59e+09

Total IBNR 75%: 6.53e+09

Total IBNR 95%: 8.44e+09

Annexe 09 : Programmation sous R du « Calcul de la provision Bootstrap pour RC corporel »

	Latest	Mean Ultimate	Mean IBNR	IBNR.S.E	IBNR 75%	IBNR 95%
1	5.91e+08	5.91e+08	0.00e+00	0	0.00e+00	0.00e+00
2	5.58e+08	5.63e+08	4.92e+06	3,377,959	6.74e+06	1.13e+07
3	5.25e+08	5.36e+08	1.07e+07	4,442,806	1.35e+07	1.86e+07
4	4.75e+08	4.90e+08	1.55e+07	5,190,248	1.88e+07	2.42e+07
5	4.23e+08	4.51e+08	2.82e+07	6,875,613	3.28e+07	4.07e+07
6	3.43e+08	3.92e+08	4.90e+07	8,621,107	5.41e+07	6.40e+07
7	2.75e+08	3.72e+08	9.79e+07	13,355,388	1.07e+08	1.20e+08
8	9.58e+07	2.18e+08	1.22e+08	18,069,093	1.34e+08	1.53e+08
9	1.43e+07	1.88e+08	1.74e+08	51,492,356	2.10e+08	2.56e+08

Totals

Latest: 3.30e+09

Mean Ultimate: 3.80e+09

Mean IBNR: 5.02e+08

IBNR.S.E : 6.04e+07

Total IBNR 75% : 5.42e+08

Total IBNR 95% : 6.03e+08

Annexe 10 : Programmation sous R du « Création de la matrice des pseudos observations pour la RC matérielle et corporelle »

```
> pobs(matricef) [,1]
```

```
[1] 0.97297297 0.91891892 0.94594595 0.83783784 0.86486486 0.89189189
```

```
[7] 0.72972973 0.75675676 0.78378378 0.81081081 0.54054054 0.62162162
```

```
[13] 0.64864865 0.67567568 0.70270270 0.43243243 0.45945946 0.48648649
```

```
[19] 0.51351351 0.56756757 0.59459459 0.08108108 0.27027027 0.29729730
```

```
[25] 0.32432432 0.35135135 0.37837838 0.40540541 0.02702703 0.05405405
```

```
[31] 0.10810811 0.13513514 0.16216216 0.18918919 0.21621622 0.24324324
```

```
> pobs(matricef)[,2]
```

```
[1] 0.62162162 0.94594595 0.97297297 0.43243243 0.45945946 0.48648649
```

```
[7] 0.32432432 0.35135135 0.37837838 0.40540541 0.56756757 0.75675676
```

```
[13] 0.81081081 0.89189189 0.91891892 0.16216216 0.54054054 0.72972973
```

```
[19] 0.78378378 0.83783784 0.86486486 0.10810811 0.13513514 0.51351351
```

```
[25] 0.59459459 0.64864865 0.67567568 0.70270270 0.02702703 0.05405405
```

```
[31] 0.08108108 0.18918919 0.21621622 0.24324324 0.27027027 0.29729730
```

Table des matières

Table des matières

SOMMAIRE	IV
Liste des tableaux	V
Liste des figures	VII
Liste des abréviations	VIII
Liste des annexes	IX
Résumé	X
Abstract	XI
Introduction générale	A
Chapitre 1 : Généralités sur l'activité des assurances	1
Section 1 : Les bases techniques de l'assurance.....	3
1 Définition de l'assurance.....	3
2 Les parties engagées au sein d'une opération d'assurance.....	4
2.1 L'assuré.....	4
2.2 Le souscripteur.....	5
2.3 Le bénéficiaire.....	5
2.4 Le tiers.....	5
2.5 L'assureur.....	5
3 Les éléments d'une opération d'assurance.....	6
3.1 Le risque.....	6
3.2 La prime ou cotisation.....	6
3.3 La prestation de l'assureur.....	7
3.4 La compensation au sein de la mutualité.....	7
3.5 Le sinistre.....	7
4 Le principe d'inversion du cycle de production.....	8
5 Le rôle de l'assurance :.....	8
5.1 Le rôle économique.....	9
5.2 Le rôle social.....	9
6 Les Types d'assurance.....	9
6.1 Assurance de dommages.....	9
6.1.1 Assurance automobile.....	10
6.1.2 Assurance incendie.....	10
6.1.3 Assurance habitation.....	10
6.1.4 Assurance entreprise.....	11
6.1.5 Assurance agricole.....	11
6.2 Assurance de personnes.....	11
6.2.1 Assurance vie.....	12

Table des matières

6.2.2	Assurance contre les accidents corporels	12
6.2.3	Assurance santé	12
Section 02 : L'assurance automobile.....		13
1	Définition de l'assurance automobile	13
1.1	Définition générale.....	13
1.2	Définition juridique	14
2	Le contrat d'assurance automobile.....	14
2.1	Définition.....	14
2.2	Les caractéristiques du contrat d'assurance	15
2.3	Les composants du contrat d'assurance	15
2.3.1	La prime.....	15
2.3.2	Le sinistre.....	17
2.3.3	La prestation.....	17
2.4	Les types d'un contrat d'assurance automobile	18
2.4.1	Les contrats mono véhicule.....	18
2.4.2	Les contrats flottes	18
2.5	La durée du contrat d'assurance automobile	18
2.6	La formation du contrat d'assurance	19
2.7	La modification du contrat	21
2.8	Résiliation du contrat	22
2.9	Les garanties d'assurance automobile	22
2.10	Garanties obligatoires (les garanties responsabilité civile).....	23
2.10.1	Responsabilité civile en circulation	23
2.10.2	La responsabilité civile hors circulation	23
2.11	Les garanties facultatives	23
2.11.1	Les garanties tout risque	23
2.11.2	Les garanties dommages-collisions.....	24
2.11.3	Les garanties vols- incendies	24
2.11.4	Garanties bris de glace	25
2.11.5	Garanties personnes transportées.....	25
2.11.6	Garanties défense et recours DR.....	25
Section 03 : Le marché algérien des assurances		26
1	Historique des assurances en Algérie	26
1.1	La période coloniale	26
1.2	La période après l'indépendance	27
2	Les institutions du marché algérien des assurances	29

Table des matières

2.1	Le ministère chargé des finances	30
2.2	Le Conseil National des Assurances (CNA)	30
2.3	La Centrale des Risques.....	30
2.4	La Commission de Supervision des Assurances (CSA).....	31
3	Les acteurs du marché des assurances en Algérie	31
3.1	Les assureurs	31
3.2	Compagnie d'assurance de dommages.....	32
3.3	Compagnies d'assurance de personnes	32
3.4	Compagnies d'assurances spécialisées	32
3.5	Compagnie de réassurance	33
4	Marché algérien en chiffres	33
4.1	Evaluation de la production	33
4.2	Evaluation de la sinistralité	34
4.3	Evaluation de la production des assurances dommage.....	36
4.3.1	Evaluation par branche	37
Chapitre 02 : Provisionnement en assurance non vie		40
Section 1 : Cadre réglementaire de provisionnement en assurance non vie		42
1	Les provisions techniques	42
1.1	La classe 3, comptes de provisions techniques d'assurance.....	43
2	Méthodes réglementaires de provisionnement	46
2.1	La méthode dossier par dossier	47
2.2	Méthode de la cadence de règlement	47
2.3	La méthode des couts moyens.....	47
Section 02 : Méthodes d'évaluation déterministes et stochastiques des provisions techniques		49
1	Les méthodes déterministes	49
1.1	La méthode Chain Ladder	49
1.1.1	Avantages de la méthode.....	50
1.1.2	Méthode de travail.....	50
1.1.3	Limites de la méthode	51
2	Méthodes stochastiques	52
2.1	Modèle de Mack.....	52
2.1.1	Présentation du modèle	52
2.1.2	Calcul des facteurs de développement	53
2.1.3	Mesures de risques sur l'incertitude d'estimation des provisions.....	53
2.1.4	Estimation de la variance	54
2.1.5	Construction des intervalles de confiance	54

Table des matières

2.1.6	Avantages et limites du Modèle de Mack	55
2.2	Approche non paramétrique : Le Bootstrap	55
2.2.1	Présentation de la méthode.....	55
2.2.2	Particularités du BOOTSTRAP.....	56
2.2.3	Les hypothèses de la méthode.....	56
2.2.4	Procédure du BOOTSTRAP	56
2.2.5	Estimation des paramètres BOOTSTRAP.....	57
2.2.6	Construction d'intervalle de confiance	58
Section 03 : Introduction à la théorie des copules.....		59
1	La dépendance	59
1.1	Notion de dépendance et corrélation.....	59
1.2	Mesure de dépendance	59
1.2.1	Coefficient de Pearson (corrélation linéaire).....	60
1.2.2	Tau de kendal	61
1.2.3	Rhô de Spearman	61
2	Théorie des copules	62
2.1	Rappel historique	62
2.2	Domaines d'application des copules.....	63
2.2.1	Domaine de finance	63
2.2.2	Domaine de statistique	63
2.3	Définition et propriétés.....	64
2.3.1	Théorème de Sklar	64
2.4	Familles de copules	65
2.4.1	Copules archimédiennes	65
2.4.2	Copules elliptiques	66
2.5	Choix de la copule optimale	67
Chapitre 3 : Evaluation des provisions pour sinistre a payer : Etude empirique		69
Section 01 : présentation générale des données.....		71
1	Présentation générale :.....	71
1.1	Présentation de la branche étudiée :.....	71
1.2	Organisation des données et notations :.....	72
1.3	Analyse des données disponibles :.....	73
Section 02 : Application des méthodes déterministes et stochastiques		76
1	La méthode Chain Ladder :	76
1.1	Application de la méthode :	76
2	Le modèle de Mack :	78

Table des matières

2.1	Estimation des paramètres, facteurs f et le coefficient de variation CV.....	79
2.2	Validation des hypothèses :	80
2.3	Mesure de risque conditionnel de prédiction :	82
2.4	Construction des Intervalles de confiance :	83
3	Méthode de Bootstrap :	85
3.1	Les résultats obtenus suite à l'utilisation de la méthode de rééchantillonnage sur les résidus :	85
3.2	La représentation graphique des résultats :	87
Section 03 : Application de la théorie des copules		88
1	Etude de la corrélation entre la RC matérielle et la RC corporelle :	88
1.1	Matrice de corrélation :	88
2	Application de la théorie des copules :	89
2.1	Le choix des marginales :	89
2.2	Test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov :	89
2.2.1	Hypothèses du test :	89
2.2.2	Application du test :	90
2.3	Choix de la copule et estimation des paramètres :	90
2.4	Calcul des provisions pour sinistres à payer	93
3	Comparaison des résultats obtenus :	94
Conclusion générale		97
Bibliographie		100
Annexes		104
Table des matières		112

Table des matières
