



## Mémoire de fin d'Etudes

Thème :

*Les techniques de Tarification des traités en Excédent de Sinistres :  
Cas de la branche Transport de la CAAR*

Présenté et soutenu par :

**Mokhtari Fatima**

Encadré par :

**Mr. Bechir Elloumi**

Etudiant(e) parrainé(e) par :

Compagnie Algérienne d'Assurance et de Réassurance «CAAR»





## Mémoire de fin d'Etudes

Thème :

*Les techniques de Tarification des traités en Excédent de Sinistres :  
Cas de la branche Transport de la CAAR*

Présenté et soutenu par :

**Mokhtari Fatima**

Encadré par :

**Mr. Bechir Elloumi**

Etudiant(e) parrainé(e) par :

Compagnie Algérienne d'Assurance et de Réassurance «CAAR»

## Remerciement :

*Le premier remerciement est adressé au tout puissant Allah,*

*Je témoigne ma gratitude aux responsables, collaboratrices et collaborateurs de l'Institut de Financement du Développement du Maghreb Arabe (IFID) pour leurs contributions au bon déroulement de mon cursus,*

*Je tiens à remercier énormément mon encadreur Mr Bechir Elloumi qui a supervisé, avec clairvoyance et rigueur, la préparation de ce mémoire de fin d'études. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.*

*Par ailleurs, mes remerciements s'adressent à Mr Abderrahim Meziani Le Directeur Centrale de Réassurance pour nous avoir bien accueillie et pour avoir été là pour m'orienter,*

*Mes sincères gratitudes à mon promoteur de stage Mr Mehdi Aloui pour tout le temps qu'il m'a consacré ainsi que son soutien et sa patience qui ont constitué un apport considérable sans lesquels ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port,*

*Mes reconnaissances s'adressent également à toutes les personnes qui ont soutenu mes efforts et contribué à ce que ce travail se réalise, je citerai en particulier : Mr Mustapha Kotrane,*

*Mes profonds remerciements vont également à Mm Djouab Saida notre Directrice de Formation et à toute l'équipe du centre de formation de ma compagnie de parrainage CAAR pour nous avoir bien accueillies,*

*Je tiens à remercier les membres de jury de m'avoir fait honneur de participer à ma soutenance,*



Fatima

## Dédicace :

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A la personne devant laquelle tous les mots de l'univers sont incapables  
d'exprimer mon amour et mon affection pour elle, à l'être qui m'est le  
plus cher, à ma douce mère,*

*Mère, si tu savais comme je t'aime,*

*A mon cher père qui a payé des années d'amour et de sacrifices le prix de  
ma façon de penser.*

*Père, je te remercie d'avoir fait de moi la personne que je suis  
aujourd'hui,*

*Père, je t'aime énormément,*

*Au plus beau des cadeaux que m'offre la vie, mes chères sœurs Nabila,  
Silya et Ouïam,*

*A mes chers Amis,*



*Fatima*

## Liste des tableaux

---

### Liste des tableaux

<b>N° du tableau</b>	<b>Intitulé</b>	<b>N° de page</b>
(I.1)	Les avantages et les inconvénients de la réassurance en Quote-Part	9
(I.2)	Les avantages et les inconvénients de la réassurance en excédent de plein	10
(I.3)	les avantages et les inconvénients de la réassurance en excédent de sinistre	10
(I.4)	Les avantages et les inconvénients de la réassurance en excédent de perte	11
(I.5)	Répartition des émissions mondiales 2018	14
(I.6)	Répartition des cessions par origine (Demande)	14
(I.7)	Répartition des acceptations de primes (Offre)	15
(I.8)	Les principaux réassureurs mondiaux et leurs notations par Standard and Poor, Décembre 2019	15
(II.1)	Les facteurs de tarification	22
(II.2)	Les avantages et les inconvénients de la méthode de Burning Cost	29
(II.3)	La variance de la charge annuelle des sinistres	35
(II.4)	Les avantages et les inconvénients de la méthode probabiliste	36
(III.1)	Evolution des Indemnisation par Branche	44
(III.2)	Marge de solvabilité de la CAAR	45
(III.3)	Situation de la Réassurance de la CAAR en 2019	46
(III.4)	Synthèse de l'activité de réassurance	47
(III.5)	Options de programme à tarifier	48
(III.6)	Les primes encaissées	49
(III.7)	Evolution de l'indice des prix à la consommation et l'indice de revalorisation	51
(III.8)	Assiettes des primes revalorisées	51
(III.9)	Calcul de Burning Cost Moyen	52
(III.10)	Calcul de la prime de risque (PR)	53

## Liste des tableaux

---

(III.11)	Calcul de la dispersion	53
(III.12)	Calcul de la prime commerciale	53
(III.13)	Primes commerciales des différentes tranches par la méthode de Burning Cost	54
(III.14)	Estimation du paramètre $\alpha$	55
(III.15)	Le calcul de la statistique de Khi deux (Pareto)	55
(III.16)	L'estimation du paramètre $\lambda$	56
(III.17)	Le calcul de la statistique de Khi deux	57
(III.18)	La prime commerciale par la méthode Pareto-Poisson	58
(III.19)	Comparaison des résultats obtenus par les deux méthodes avec la prime de la CAAR	59
(III.20)	Comparaison des résultats pour chaque tranche	60
(III.21)	Prime cédée	61
(III.22)	Taux de cession de la CAAR	61
(III.23)	Résultat de la réassurance	62

## LISTE DES FIGURES

---

### Liste des figures

<b>N° de figure</b>	<b>Intitulé</b>	<b>N° de page</b>
(I.1)	Traité de Réassurance non proportionnelle	7
(I.2)	schéma d'un traité XL en plusieurs tranches	8
(I.3)	Schéma d'un traité XL par événement	8
(II.1)	Processus de la tarification basée sur l'expérience	23
(II.2)	Processus de la Tarification de Burning Cost	25
(II.3)	Processus de la Tarification Probabiliste	30
(III.1)	Organigramme de la CAAR	41
(III.2)	Evolution de la production	43
(III.3)	Structure du portefeuille en 2019	44
(III.4)	Evolution des montants de sinistres graves de la CAAR	49



## LISTE DES ANNEXES

---

### Liste des annexes

N° de l'annexe	Intitulé
Annexe n°1	Revalorisation des montants de sinistres retenus
Annexe n°2	Calcul du Burning Cost Moyen
Annexe n°3	Estimation du paramètre $\alpha$
Annexe n°4	Table de Khi-Deux
Annexe n°5	Calcul de la prime pure (Pareto-Poisson)
Annexe n°6	Calcul du chargement de sécurité (Pareto-Poisson)

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

### LISTE DES ABREVIATION

<b>Abréviation</b>	<b>Intitulé</b>
ADP	Assurance de Personne
BC	Burning Cost
BCA	Burning Cost Annuel
BCM	Burning Cost Moyen
CAAT	Compagnie Algérienne des Assurances
CAT-NAT	Catastrophe Naturelle
Cat XL	Excédent de Sinistre catastrophique
CE	Charge Sinistre
CCR	Compagnie Centrale de Réassurance
CNMA	Caisse Nationale de Mutualité Agricole
FC	Frais de Courtage
FG	Frais de Gestion
IARD	Incendie, Accidents et Risques Divers
PC	Prime commerciale
PR	Prime de risque
RC	Responsabilité Civile
RD	Risque Divers
RS	Risque Simple
SAA	Société Nationale d'Assurance
S/P	Loss Ratio
SL	Stop loss
XL	Excess of loss
XS	Excédent de sinistre
Var	Variance

# SOMMAIRE

---

## Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

LISTE DES ABREVIATION

Sommaire

Introduction générale.....	A
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION A LA REASSURANCE.....	2
Section 1 : Présentation de la Réassurance .....	3
Section 2 : Forme technique de la réassurance .....	5
Section 3 : Avantages, inconvénients des formes de réassurance et les Conventions de réassurance .....	9
Section 4 : Le marché de la réassurance .....	13
CHAPITRE 2 : Techniques de la réassurance .....	20
Section 1 : La tarification .....	21
Section 2 : Aspect théorique de Tarification par la méthode de « Burning Cost » .....	24
Section 3 : Aspect théorique de tarification par la méthode Probabiliste Pareto-Poisson.....	29
CHAPITRE 3 : Partie empirique.....	38
Chapitre 3 : Partie Empirique .....	39
Section 1 : Présentation de CAAR Assurance .....	39
Section 2 : L'activité technique de la CAAR : .....	43
Section 3 : Tarification par la méthode déterministe « Burning-Cost ».....	48
Section 4 : Tarification par la méthode probabiliste Pareto-Poisson.....	54
.....	67
Conclusion générale .....	65
Bibliographie.....	68
Annexes .....	71
Table des matières .....	78



**INTRODUCTION GENERALE**

# INTRODUCTION GENERALE

---

## Introduction générale

Notre vie quotidienne est devenue synonyme d'assurance, incompréhensible pour certains, complexes pour d'autres, l'assurance est devenue un élément vital dont le commun des mortels ne peut se passer.

Les compagnies d'assurance permettent aux individus d'éliminer certains risques. En effet, ces individus transfèrent leurs risques assurables à une compagnie d'assurance qui doit à son tour gérer efficacement ces risques. Une mauvaise gestion de ses risques peut mettre la compagnie d'assurance en péril.

La compagnie d'assurance est donc tenue de remplir sa mission en tant qu'offreur de couverture de risque. Et pour ce faire, elle doit recourir à la réassurance qui élargit son champ de souscription et la protège contre le risque de ruine en contrepartie d'une prime appelée « prime de réassurance ».

La réassurance est donc une technique de transfert des risques qui permet à une compagnie d'assurance de transférer une partie des risques qu'elle a souscrits à un ou plusieurs réassureurs. La réassurance sous ces différentes formes demeure une solution qui permet à un assureur d'accepter des risques dépassant sa capacité financière et qui au départ ne pouvaient pas être assurés. En effet, le rôle des réassureurs consiste à soulager les compagnies d'assurance pour les risques les plus importants en les répartissant sur le marché mondial de la réassurance.

Deux grandes catégories de mode de réassurance sont à distinguer, les traités de réassurance proportionnelle et les traités de réassurance non proportionnelle.

La première catégorie contient deux types : les traités de réassurance en Quote-Part et les traités de réassurance en Excédent de plein. Cette catégorie est connue par la simplicité en terme de gestion, les éléments du risque (prime et sinistre) sont partagés proportionnellement entre l'assureur et le réassureur.

La deuxième catégorie « les traités non proportionnelle » regroupe d'une part les traités en excédent de sinistre, et d'autre part, les traités en excédent de perte. Contrairement à la réassurance proportionnelle, il n'y a pas de fraction contractuellement fixée permettant de partager proportionnellement prime et sinistre. L'assureur et le réassureur se mettent d'accord sur une franchise appelée « la priorité » au-delà de laquelle le réassureur prendra en charge la compensation financière relative au sinistre survenu jusqu'à un montant appelé « portée » contractuellement convenu.

Dans le cadre de notre travail, nous allons nous intéresser au traité de réassurance en excédent de sinistres, ce traité couvre seulement la part de chaque sinistre qui excède un seuil donné (priorité), et l'intervention de réassurance doit se limiter à un montant donné par sinistre (portée). Contrairement au traité proportionnel où il y a un partage proportionnel entre l'assureur et le réassureur, les traités en excédent de sinistres se distinguent par une tarification individualisée. En effet, la prime de réassurance des traités en excédent de sinistre est déterminée à partir des modèles statistiques et probabilistes.

## INTRODUCTION GENERALE

---

Le sujet de ce mémoire traite les techniques de tarification des traités en excédent de sinistres par l'utilisation des méthodes statistiques et probabilistes basé sur l'expérience.

Notre problématique consiste à répondre à la question suivante :

**« Quelle est la méthode de tarification la plus adéquate pour tarifier le prix de réassurance d'un traité en excédent de sinistre pour la branche Transport de la CAAR ».**

Afin de développer le fonds de ce travail, les questions auxiliaires suivantes découlent de cette problématique :

- Qu'est-ce que la réassurance ? et quelle est son utilité ?
- Quelles sont les différents types de réassurance ? et quels sont les avantages et les inconvénients de chaque type ?
- Quel est le cadre législatif et réglementaire de la réassurance ?
- Quelles sont les techniques de tarification dans la réassurance en excédent de sinistres ?
- Quels sont les avantages et les inconvénients de chaque méthode ?

Notre mémoire a pour objectif de proposer la méthode de tarification la plus adéquate qui permettra à la CAAR de négocier le renouvellement des traités en excédent de sinistres.

Pour traiter cette problématique, nous avons subdivisé notre travail en trois chapitres :

Le premier chapitre sera consacré à l'aspect théorique de la réassurance notamment son utilité, son fonctionnement, son cadre réglementaire et ses différents modes.

Le deuxième chapitre sera dédié à la présentation théorique des différentes méthodes de tarification, nous allons nous intéresser aux méthodes de tarification des traités en Excédent de Sinistres, notamment les deux méthodes par expérience, Burning Cost et la méthode probabiliste Pareto-Poisson.

Le troisième chapitre sera réservé à l'application des deux méthodes retenues afin de choisir la méthode la plus adéquate pour tarifier le traité en excédent de sinistres de la Branche Transport de la CAAR, et ceci après avoir présenté la Compagnie Algérienne d'Assurance et de Réassurance.



# **CHAPITRE 1 : Introduction à la Réassurance**

### **CHAPITRE 1 : INTRODUCTION A LA REASSURANCE**

Les compagnies d'assurance font face à plusieurs risques (souscription, tarification, financier...), qu'elle est amenée à gérer, analyser et à optimiser en élaborant des stratégies de couverture. Pour se faire, l'assureur dispose de plusieurs leviers dont l'un est la réassurance.

La réassurance représente donc une alternative incontournable dans le processus de la gestion des risques. Afin de mieux appréhender le concept de réassurance, nous allons présenter dans ce chapitre le cadre théorique de la réassurance.

Dans un premier temps, nous allons définir la réassurance et son utilité pour une compagnie d'assurance après avoir donné un aperçu de son historique et son origine.

La deuxième section concerne le marché de la réassurance, Internationale et Algérien, ainsi que le cadre réglementaire de la réassurance en Algérie.

La troisième section traitera les types et formes de la réassurance.

La dernière section sera dédiée aux conventions de réassurance en mettant l'accent sur les clauses de réassurance non proportionnelle ainsi que le plan de réassurance.



## Section 1 : Présentation de la Réassurance

L'homme a toujours été en recherche de la sécurité et de la prévoyance, que ce soit au niveau individuel ou collectif. L'assurance se base sur le principe « un pour tous, tous pour un », le besoin en assurance n'a cessé de croître au cours des années.

Alors que les compagnies de réassurance étaient relativement peu connues par le passé, des catastrophes majeures ont mis en évidence leur rôle ; aider les assureurs, les gouvernements et la société en général à faire face au paysage actuel des risques.

### 1. Histoire et origine de l'assurance et de la réassurance :

Les deux concepts d'assurance et de réassurance ont été apparus avec le commerce maritime. Le traité de réassurance le plus ancien a été contracté en 1370 à Gênes.

A la fin du moyen-âge, les assureurs ne travaillent pas avec des statistiques, de probabilité ou de tarifs, ils se basaient sur une évaluation subjective du risque. C'est pour cela que les assureurs s'inquiètent en cas de réalisation du risque assuré, c'est pourquoi ils transféraient le risque assuré à un autre assureur, qui est prêt de supporter tout ou une partie du risque, qui s'appelait réassureur.<sup>1</sup>

La deuxième grande étape dans l'histoire de l'assurance est l'assurance du risque incendie qui a été apparue après les incendies qui ont ravagé Hambourg entre 1672 et 1676. L'actuariat a été ensuite défini comme instrument d'évaluation des risques et de tarification.

Au 19<sup>ème</sup> siècle, de nouveaux principes de l'assurance moderne ont été instaurés, comme le traitement de la réassurance à l'échelle internationale et son étalement pour contenir les autres branches d'assurance.<sup>2</sup>

La réassurance par traité couvrant des portefeuilles s'ajoute à la réassurance facultative de risques individuels, qui est apparue après la progression exponentielle des besoins de réassurance des sociétés d'assurance suite à l'accumulation des risques.<sup>3</sup>

### 2. L'utilité technique et économique de la réassurance :

Les assureurs font face à une pluralité de risques, transférés par les assurés. Cependant, les assureurs, seuls, ne peuvent pas faire face à tous les risques souscrits. Pour cela, les assureurs disposent d'un ensemble de possibilités qui diffèrent dans la rigidité et l'horizon de leur mise en place :<sup>4</sup>

- L'augmentation du capital : cette possibilité ne sera pas appréciée par les actionnaires.
- Modification de la politique de souscription qui pourra nuire au développement de la compagnie.
- La réassurance qui est la meilleure possibilité qui permet le développement de la compagnie.

<sup>1</sup> « Introduction à la réassurance », Swiss Re, 2003, P4.

<sup>2</sup> « Le guide essentiel de la réassurance », Swiss Re, 2016, P9.

<sup>3</sup> Ibid, P9.

<sup>4</sup> Peugeot Patrick, « Pourquoi les assureurs se réassurent-ils ? », Revue d'économie financière n°11, 1989, P197.

La réassurance protège l'assureur des écarts de sinistralité et augmente sa capacité financière afin de souscrire plus de risque et facilite l'accès à de nouvelles branches ou de nouveaux risques encore mal connus. Elle permet d'alléger la trésorerie de l'assureur en cas de réalisation d'un risque de grande ampleur et facilite la redistribution et la dispersion des risques. La réassurance permet ainsi de couvrir les risques de pointe, tels que les tremblements de terre ou les pandémies, et libère le capital des assureurs, leur permettant d'étendre leurs activités. La réassurance contribue à exploiter pleinement le potentiel du secteur de l'assurance en tant que catalyseur de la croissance économique.<sup>5</sup>

Les réassureurs jouent le rôle d'amortisseur de chocs, dans l'économie mondiale, dû à la gravité et la fréquence accrues des sinistres de grande ampleur.

La réassurance approvisionne l'économie en capital à travers leurs investissements à long terme dans des actions, des obligations et d'autres titres.

D'un point de vue économique, les assureurs ont intérêt de souscrire une couverture de réassurance car les réassureurs disposent d'un capital suffisant en cas d'un événement important.

La réassurance est un moyen très efficace pour atténuer les conséquences des sinistres sévères que l'assureur prend en charge.

### 3. Impact de la réassurance sur l'assureur direct :<sup>6</sup>

Nous pouvons résumer son impact à travers plusieurs points, la réassurance permet :

- De réduire la probabilité de défaut des compagnies d'assurance en prenant en charge des risques catastrophiques.
- D'homogénéiser les portefeuilles des assureurs directs en couvrant des sommes assurées importantes ou des risques particulièrement exposés.
- D'augmenter la capacité de souscriptions de l'assureur direct en assumant une partie des risques et en apportant une partie des provisions nécessaires.
- D'augmenter les fonds propres de l'assureur en libérant des fonds propres affectés à la couverture des risques.
- Il renforce l'efficacité des activités de l'assureur direct en lui proposant divers services :
  - Traitement de données actuarielles internationales.
  - Analyse et évaluation de risques exceptionnels.
  - Conseil en matière de prévention des sinistres.
  - Formation des collaborateurs des assureurs directs,
  - Conseil en matière de placement, de recrutement de cadres ou de recherche de partenaires dans le cadre d'une coopération ou d'une fusion.

---

<sup>5</sup> Peugeot Patrick, Ibid, P197.

<sup>6</sup> « Introduction à la réassurance », Ibid, p13.

### 4. Définition de la réassurance :

« La réassurance, c'est l'assurance des sociétés d'assurance », plus précisément : « Le fait, pour un assureur direct, de répercuter une partie des périls ou des risques qu'il assume pour le preneur d'assurance au titre de contrats d'assurance ou de dispositions juridiques, sur un deuxième assureur qui n'est pas directement en contact avec le preneur d'assurance, c'est-à-dire le réassureur » (d'après M. Grossmann, « Introduction à la réassurance »).<sup>7</sup>

Le principe de la réassurance donc, est qu'une compagnie d'assurance, appelée cédante, cède tout ou une partie de son risque, des sinistres ainsi que des primes collectés, à un ou plusieurs réassureurs, par le biais d'une acceptation.

Christian Partrat et Jacque Blondeau (2003) considèrent la réassurance comme :

La technique par laquelle un assureur transfère sur une autre entreprise tout ou une partie des risques qu'il a souscrits. L'idée qui dirige les relations de réassurance est celle d'un partage de sorte de la cédante par le réassureur : l'opération de réassurance est fondée sur la bonne foi des parties et implique généralement un partenariat durable dans le temps.

## Section 2 : Forme technique de la réassurance

### 1. Formes Juridiques :

On distingue deux formes de réassurance en terme juridique, qui caractérisent les droits et les devoirs des contractants.

#### 1.1. La réassurance Facultative :

La cession facultative est le mode le plus simple et le plus ancien de réassurance. L'assureur et le réassureur sont respectivement libres de céder ou d'accepter un risque en totalité ou en partie.<sup>8</sup>

Cette forme de réassurance est utilisée dans de nombreuses branches, dans le cas où :<sup>9</sup>

- des grands risques pour lesquels les sommes assurées dépassent largement la
  - capacité de souscription de la compagnie (par exemple : risques industriels ou
  - technologiques ou spéciaux) ;
  - des risques exclus de traités (par exemple : tremblement de terre) ;
  - des risques rarement souscrits par la compagnie, mais acceptés à titre commercial
- exceptionnel et pour lesquels la compagnie ne dispose pas de capacité traitée (par exemple : corps maritimes pour une compagnie spécialisée dans l'automobile).

<sup>7</sup> « *Introduction à la réassurance* », Ibid, P9.

<sup>8</sup> IRodolfo Wehrhahn, « *Introduction to Reinsurance* », Revue World Bank, 2009, p7

<sup>9</sup> « *A quoi sert la Réassurance* », P10. [ consulter sur : [www.academia.edu](http://www.academia.edu)].

### **1.2 La réassurance obligatoire :**

La réassurance obligatoire est une réassurance conventionnelle qui couvre un portefeuille entier durant une période déterminée.

L'assureur cède obligatoirement tous les risques, le réassureur accepte obligatoirement tous les risques.<sup>10</sup>

### **2. Les différents formes des traités de réassurance :**

Il existe deux types de réassurance en terme technique ; proportionnelle et non proportionnelle.

#### **2.1 Réassurance proportionnelle :**

Un traité de réassurance proportionnelle est un contrat par lequel une partie (la cédante) cède à une autre (le réassureur) une fraction bien déterminée des primes et des sinistres relatifs à un ensemble des risques.

Dans la réassurance proportionnelle, nous distinguons à nouveau deux types de traités :

- La réassurance en quote-part dont l'assureur direct conserve en pourcentage constant de son engagement pour chaque risque et cède le reste pour le réassureur ;
- La réassurance en excédent de plein où le réassureur prend tous les sinistres qui dépasse un montant contractuellement fixé appelé le plein de rétention.

#### **2.2 La réassurance non proportionnelle :**

En réassurance non proportionnelle, les primes et les sinistres ne sont pas partagés proportionnellement entre l'assureur et le réassureur. Une fois le montant de sinistre dépasse un certain seuil appelé priorité, le réassureur engage à payer un montant inférieur à la portée qui correspond à l'engagement maximal de réassureur. La somme de la portée et la priorité appelée plafond de traité.

Le réassureur reçoit une prime annuelle unique et prend en charge un montant qui dépend de la réalisation du sinistre, la portée<sup>11</sup> et la priorité<sup>12, 13</sup>.

---

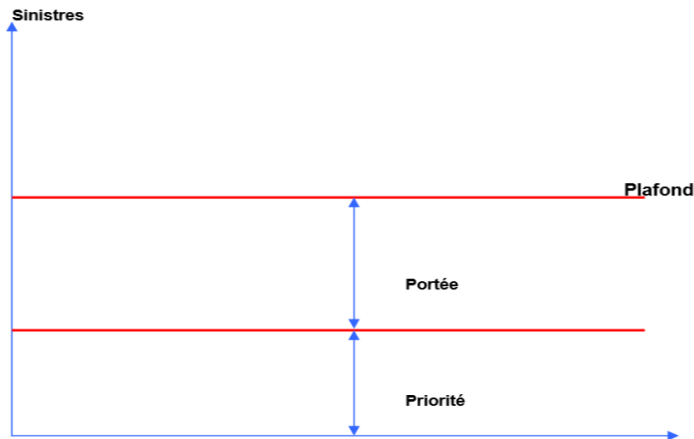
<sup>10</sup> Brahim Benkhalifa, Atelier doctoral : « La réassurabilité des risques de masses et des grands risques », ENSSEA, 2018, p.26

<sup>11</sup> Étendue de l'engagement du réassureur

<sup>12</sup> Borne inférieure au-delà de laquelle le réassureur intervient

<sup>13</sup> Ibid, P10.

Figure (I.1) : Traité de Réassurance non proportionnelle



Source : « A quoi sert la Réassurance », Ibid, P21.

Dès que le sinistre ou l'événement excède la priorité, le réassureur prend en charge le montant qui dépasse, mais sa prise en charge ne peut pas être supérieure à la portée.

### 2.2.1 L'Excédent de Sinistre :

Pour le traité XS ou XL (excédent de sinistre ou Excess of loss), le réassureur intervient à chaque fois qu'un sinistre excède la priorité en limitant son intervention à un montant déterminé appelé portée. Le traité en excédent de sinistre est souvent noté : Portée XS Priorité.<sup>14</sup>

Parmi les avantages d'un traité en excédent de sinistre :

- Il ne couvre pas les petits sinistres, ce qui permet de limiter la prime cédée au réassureur.
- En réassurance en excédent de sinistre par événement, l'exposition maximale par événement est limitée.
- Une gestion simple du traité puisqu'il suffit de fixer la prime avant le renouvellement et de suivre comptablement que les sinistres dépassant la priorité.

Il existe deux types de traités en excédent de sinistres :

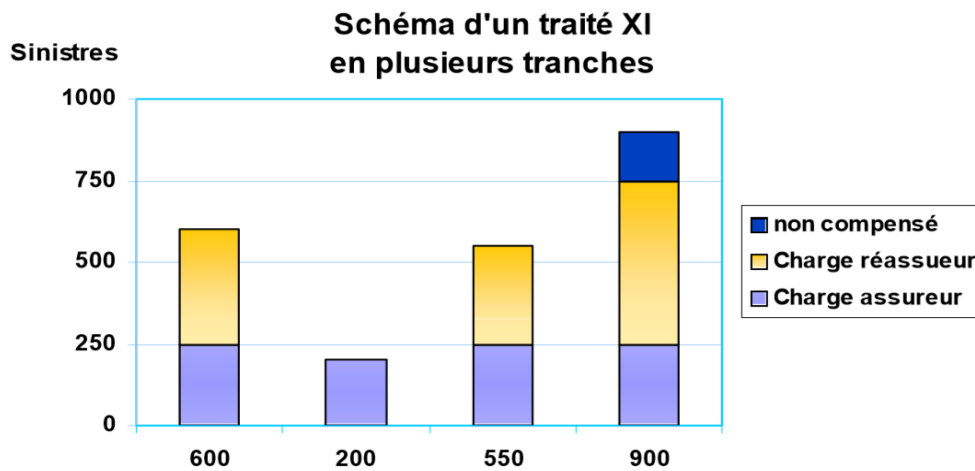
#### A. Excédent de sinistre par risque :

Ce traité couvre les sinistres police par police, le réassureur s'engage à payer, dans une période déterminée (l'année en générale), un montant inférieur ou égale à la portée, à chaque fois qu'une police est sinistrée, pour un montant supérieur à la franchise.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> « A quoi sert la Réassurance », Op.cite, P22.

<sup>15</sup> Ibid, P22.

Figure (I.2) : Schéma d'un traité XL en plusieurs tranches

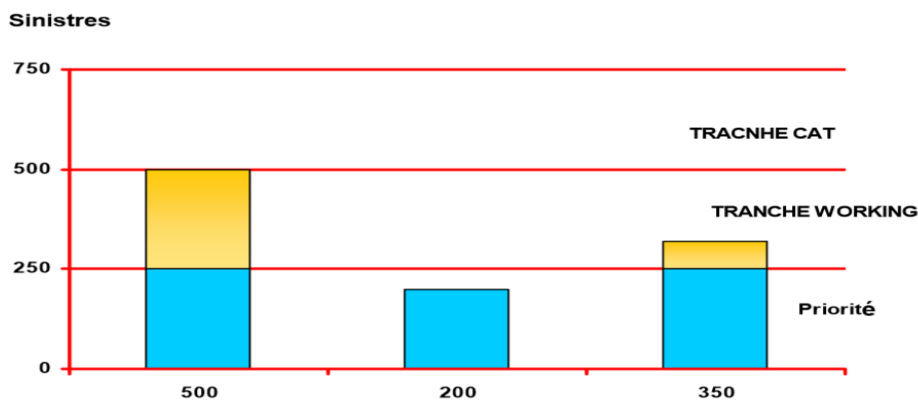


Source : « A quoi sert la réassurance », Ibid, P22.

**B. Excédent de sinistre par événement :**

Ce traité couvre les sinistres agrégés, il est considéré comme « un traité de nature catastrophe, faisant intervenir plusieurs polices sinistrées du fait d'une même cause, limité dans l'espace et dans le temps.<sup>16</sup>

Figure (I.3) : Schéma d'un traité XL par événement



Source : « A quoi sert la réassurance », Ibid, P23.

Un Working XL est une tranche « travaillante », c'est-à-dire une tranche basse qui est fréquemment touchée parce que sa priorité est peu élevée. (Cas classique des XL Auto).<sup>17</sup>

Un Cat XL est une couverture Catastrophe, c'est une tranche haute, qui n'est pas « travaillante ». Très souvent, il s'agit d'un XL par événement assorti d'une clause « Two

<sup>16</sup> « A quoi sert la Réassurance », Ibid, P23.

<sup>17</sup> « A quoi sert la Réassurance », Ibid, P23.

Risks Warranty », (un sinistre affectant une seule police ne peut pas faire jouer le traité ; pour jouer le traité, un minimum de deux polices sinistrés est exigé), et sert à protéger l'assureur contre les cumuls inconnus.<sup>18</sup> Dans la plupart des cas, un Working XL est un XL par risque, tandis qu'un Cat XL est un XL par événement.

### 2.2.2 L'Excédent de Perte (Stop Loss) :

Contrairement à l'excédent de sinistres, le traité en excédent de perte annuelle ou SL (Stop loss) prend en charge l'ensemble des sinistres réalisés au cours d'une année. Si le montant annuel des sinistres réalisés dépasse la priorité, le réassureur s'engage à rembourser l'excédent de ce montant, son engagement est limité par le plafond du traité

## Section 3 : Avantages, inconvénients des formes de réassurance et les Conventions de réassurance

### 1. Les avantages et les inconvénients des formes de réassurance :

#### 1.1 Les avantages et les inconvénients de la Réassurance Proportionnelle :

##### 1.1.1 Pour la Réassurance en Quote-Part :

Le tableau ci-dessous présente les avantages et les inconvénients de la réassurance en Quote-Part.<sup>19</sup>

**Tableau (I.1) : Les avantages et les inconvénients de la réassurance en Quote-Part**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ce type de traité donne à la cédante un maximum de protection et une capacité de se développer davantage.</li> <li>✓ la cédante pourra faire appel à son réassureur qui lui fournira des éléments techniques tels que tarifs, modèles de polices, suivi de la sinistralité.</li> <li>✓ il permet de réaliser une stabilisation absolue du résultat de l'assureur ;</li> <li>✓ la réassurance en quote-part augmente la capacité de souscription de la cédante ;</li> <li>✓ la gestion de ce traité est assez simple.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La réassurance en quote-part fait intervenir le réassureur même dans le plus petit sinistre et elle ne rend pas le portefeuille plus homogène ;</li> <li>✓ les garanties qui portent sur des capitaux très faibles sont réassurées dans la même proportion que les garanties élevées ;</li> </ul>

Source : Bilel Bourghod, « la réassurance technique et marchés », P9.

##### 1.1.2 Pour la réassurance en excédent de plein :

Le tableau ci-dessous présente les avantages et les inconvénients de la réassurance en excédent de plein.

<sup>18</sup> Ibid, P23.

<sup>19</sup> Bilel Bourghod, « La Réassurance technique et marchés », Séminaire, Université Ferhat Abbas, 2011, P9.

**Tableau (I.2) : Les avantages et les inconvénients de la réassurance en excédent de plein**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uniquement les risques dont la somme assurée dépasse le seuil de rétention sont réassurés.</li> <li>✓ La cédante garde plus d'affaires profitables qui ne sont pas cédées au réassureur.</li> <li>✓ l'exposition maximale par risque est limitée au plein ;</li> <li>✓ la cession de prime est moindre et il est plus aisé d'augmenter la capacité de souscription.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elle est complexe dans son fonctionnement et lourde dans sa gestion, du fait que chaque contrat il faut déterminer le taux de cession, le montant de prime à céder et la part du réassureur dans la sinistralité.</li> <li>✓ Une grosse fraction de prime reste céder au réassureur ;</li> <li>✓ Elle ne peut fonctionner qu'avec des branches d'assurance où la somme assurée est déterminée ;</li> <li>✓ Ce type reste inadéquat contre le risque d'accumulation de petits sinistres.</li> <li>✓ Au niveau du réassureur, il reçoit des parts très élevées pour les mauvais risques alors que la cédante retient les bons risques</li> </ul>

Source : Bilel Bourghod, *ibid*, P10

**1.2 Les avantages et les inconvénients de la réassurance non proportionnelle :**

**1.2.1 Pour la réassurance en Excédent de sinistre :**

Le tableau ci-dessous présente les avantages et les inconvénients de la réassurance en excédent de sinistre.

**Tableau (I.3) : les avantages et les inconvénients de la réassurance en excédent de sinistre**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ L'administration du traité est très simple puisqu'il suffit de fixer la prime et de suivre uniquement les sinistres dépassant la priorité.</li> <li>✓ La cédante obtient seulement une protection contre les sinistres importants,</li> <li>✓ Pour le réassureur, ce type de traité lui fournit une série d'avantages liés à la tarification. Si les traités excédent de sinistres sont bien ficelés, le réassureur peut espérer qu'ils ne soient pas touchés tous les ans et ainsi équilibrer ses souscriptions.</li> <li>✓ En réassurance en excédent de sinistres par événement, l'exposition maximale par événement est limitée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La fixation de la prime de réassurance en excédent de sinistre est parfois très difficile à déterminer, surtout pour les couvertures qui n'ont jamais été touchées dans le passé.</li> <li>✓ le résultat du réassureur peut être instable, ce qui entraîne une certaine volatilité de la prime de réassurance.</li> <li>✓ En réassurance en excédent de sinistre par risque, la fréquence des petits sinistres reste l'inconvénient majeur</li> <li>✓ Pour le réassureur, ce type de traité peut déséquilibrer ses engagements puisqu'il accorde beaucoup de capacité pour une prime limitée.</li> </ul>

Source : Bilel Bourghod, *Ibid*, P12.



**1.2.1 Pour la réassurance en Excédent de perte :**

Le tableau ci-dessous présente les avantages et les inconvénients de la réassurance en excédent de perte.

**Tableau (I.4) : Les avantages et les inconvénients de la réassurance en excédent de perte**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Il s'agit de la protection contre une fréquence anormalement élevée de sinistre.</li> <li>✓ Il est clair que l'administration d'un traité en excédent de perte est très simple. Il suffit de définir les conditions contractuelles une fois par an et de faire les comptes à la fin de l'année, en fonction du ratio S/P observé.</li> <li>✓ Il protège directement le résultat de l'assureur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ L'excédent de perte est peu mis à disposition par le réassureur principalement à cause du risque de réalisation de l'aléa moral. Lorsque la priorité est atteinte, tout l'excédent passe à la charge des réassureurs, l'assureur n'a aucun intérêt à limiter la sinistralité.</li> <li>✓ Par ailleurs, outre le problème lié à l'aléa moral, la prime de réassurance est souvent très difficile à estimer.</li> </ul>

*Source : Bilel Bourghod, Ibid, P14.*

**2. Les Conventions de réassurance et les clauses des traités non proportionnels :**

**2.1 Les conventions de réassurance :<sup>20</sup>**

La réassurance laisse le champ libre à la liberté contractuelle.

La lecture d'une convention classique est plus compliquée que celle d'un contrat classique. Ceci est dû à plusieurs raisons :

- La réassurance utilise un langage propre à un cercle restreint de praticiens forgé par des décennies de pratique.
- Les termes et les concepts utilisés sont issus du monde anglo-saxon et ont été déformés au passage.
- Le nombre relativement faible de litiges qui n'a pas incité à la clarification de ce langage.

Dans un temps lointain, la réassurance n'était qu'une simple promesse, et que les conventions de réassurance n'étaient pas écrites, ou constaté par des notes de couvertures qui détermine les points essentiels des engagements souscrits. Et ce n'est qu'avec le développement de la vie des affaires et l'accroissement du besoin de sécurité juridique que la rédaction des conventions de réassurance s'est mise en place.

Nous allons présenter les clauses contractuelles pour comprendre l'objet et la portée.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup>JEROME Speroni, « **Le renouveau des conventions de réassurance, Cahier pratique** ». [consulter sur : <https://www.argusdelassurance.com/acteurs/le-renouveau-des-conventions-de-reassurance-cahiers-pratiques.100545> ]

### 2.1.1 La clause d'engagement du réassureur :

Cette clause détermine et décrit les conditions pour lesquelles le réassureur accorde sa garantie à la cédante. Elle détermine le type de réassurance choisie.

Il est important de préciser l'engagement du réassureur, soit à base de survenance ou de souscription ou les deux en même temps. Autrement dit, la réassurance en base de survenance veut dire que le réassureur intervient pour couvrir les sinistres survenus pendant la période de couverture du traité de réassurance quelles que soient les dates d'effet des polices. Et la réassurance en base de souscription veut dire le réassureur intervient pour couvrir tous les sinistres quelle que soit leur date de survenance qui affectent des polices entrée en vigueur pendant la période de couverture du traité de réassurance.

Cette clause joue un rôle crucial pour déterminer quel est le traité qui sera affecté surtout si le sinistre garanti se situe à cheval sur deux exercices ou périodes de couvertures. Le rattachement des sinistres peut faire l'objet d'une clause spécifique dans la pratique.

### 2.1.2 La clause de résiliation anticipée :

Elle précise, les différents cas majeurs qui peuvent mettre fin à un contrat de réassurance de manière anticipée :

- La faillite ou l'ouverture d'une procédure de faillite à l'encontre d'une partie, comme en cas de présence de difficultés aux sociétés d'assurance, il existe des procédures de règlement appelé 'mesures d'assainissement'. En cas de l'encontre des difficultés, il est préférable de déclencher cette clause.
- Perte d'agrément de la cédante nécessaire à la souscription des risques réassurés.
- La survenance d'un cas de force majeure envers l'une des parties peut causer la disparition de l'obligation de l'autre partie, ce qui met fin au contrat.

### 2.1.3 La clause de transfert de portefeuille :

Selon cette clause, il est strictement interdit au réassureur de transférer les risques cédés aux autres réassureurs.

### 2.1.4 La clause d'erreurs et omissions :

La clause d'erreurs et omissions est présente quasiment dans tous les contrats de réassurance. Elle précise qu'en cas de retard, une erreur involontaire ou omission dans le contrat de réassurance, les parties sont obligées de la même manière et ne peuvent pas se délier de leurs engagements.

### 2.1.5 La clause d'apérition :

Cette clause vise à préciser l'étendue des pouvoirs de l'apériteur dans l'exécution du contrat de réassurance afin de déterminer les actes de l'apériteur qui font engager les autres réassureurs.

### 2.1.6 La clause de droit applicable :

Cette clause précise qu'il faut mentionner dans le contrat la loi gouvernant et l'exécution du contrat de réassurance ainsi que les droits et les obligations des parties. Ce qui permet d'éviter les différences qui peuvent exister entre les textes de loi en cas de litige entre les parties.

### 2.2 Les clauses des traités non proportionnels :

#### 2.2.1 La clause de Reconstitution de Garantie :

Selon Jacques Blondeau et Christian Partrat (2003), en cas d'une souvenance de plusieurs sinistres pour la même police, la clause de reconstitution de garantie permet à la cédante de reconstituer sa couverture durant la période de validité du contrat.

#### 2.2.2 La clause de Franchise Aggregate ou « clause de franchise annuelle» :

Cette clause a pour but de diminuer le coût de la réassurance, comme son nom indique, la cédante prend à sa charge tous les sinistres dépassant la priorité, et lorsque leurs cumul dépasse le montant de la franchise annuelle, l'écart sera transféré au réassureur.

Lorsqu'un traité dispose d'une clause de reconstitution de garantie et une clause de franchise aggregate, il faut préciser l'ordre de fonctionnement de ces deux clauses.

#### 2.2.3 La Clause d'Indexation :

Cette clause a pour but, de garder le niveau économique de la portée et de la priorité pour les exercices de survenance successifs. Cette clause permet d'indexer les bornes du traité sur un indice économique.

#### 2.2.4 La clause de Partage des Intérêts :

Si, lors d'une transaction ou d'un jugement rendu par un tribunal, aucune distinction n'a été faite entre l'indemnité et les intérêts judiciaires, le montant total du sinistre sera tout d'abord ramené à sa valeur au jour de survenance du sinistre, par une simple opération d'escompte au taux annuel légal des intérêts judiciaires.

La différence qui représente les intérêts courus entre la date de survenance du sinistre et la date du paiement effectif sera répartie entre l'assureur et le réassureur en proportion des indemnités et frais leur incombant respectivement. Cette clause ne concerne que les sinistres liquidés dans un délai supérieur à un an.

## Section 4 : Le marché de la réassurance

### 1. Le Marché international de la réassurance :

Les compagnies d'assurance font recourir à la réassurance. Il s'agit d'un mécanisme qui permet à une compagnie d'assurance de partager les risques à couvrir avec d'autres compagnies, de manière à accroître la dispersion et à tempérer les fluctuations de ses résultats nets.

La réassurance a pour objectifs essentiels la dispersion et l'homogénéisation des risques couverts par l'assureur et ce à travers des conventions ou contrats de cession à des réassureurs qui sont généralement de nationalités étrangères.

### 1.1 Taille et structure régionale des marchés mondiaux de la réassurance :

Les primes encaissées dans le monde en 2018, selon Swiss Re, en totalisé 5 193 Milliards USD avec une évolution de 1,5% par rapport à 2017, répartie comme suit :

- 2 820 milliards USD concerne l'assurance vie.
- 2 373 milliards USD concerne l'assurance non-vie.

La Swiss Re estime le montant des cessions des compagnies d'assurance dans le marché mondial de la réassurance, selon Swiss Re, est environ 260 milliards USD en 2018, soit 5% des primes originales émises. Le taux de cession était plus élevé en non-vie, soit 8,4% qui correspondent à 200 milliards USD, qu'en vie, soit 2% qui correspond à 60 milliards USD. Cette disparité s'explique par la prédominance des primes d'épargne en vie, qui ne sont habituellement pas réassurées.

En réassurance non-vie, les taux de cession dans les régions émergentes, en particulier en Asie émergente hors Chine, au Moyen-Orient, en Afrique et en Amérique latine, étaient plus qu'élevés qu'ailleurs, témoignant de l'importance de ces pays pour le secteur de la réassurance.

### 1.2 Les premiers marchés de la réassurance au monde :

Les Etats-Unis et le Canada sont les premiers marchés de la réassurance au monde. Ces deux pays dominent les marchés de la réassurance avec un tiers des primes mondiales en non-vie et 53% en vie.

**Tableau (I.5) : Répartition des émissions mondiales 2018**

Pays	Pourcentage
Amérique du nord	30,76%
Europe et moyen orient	32,39%
Asie	32,40%
Afrique	1,32%
Amérique Latine et Caraïbes	3,13%

*Source* : « Swiss Re Sigma », 2018.

A partir des données disponibles dans l'étude de Standard & Poor's, il est possible de répartir les compagnies de réassurance par pays d'origine.

**Tableau (I.6) : Répartition des cessions par origine (Demande)**

Pays	Pourcentage
Amérique du nord	38%
Europe et moyen orient	21%

Asie	29%
Autres	12%

Source : « Swiss Re Sigma », 2018.

**Tableau(I.7) : Répartition des acceptations de primes (Offre) :**

Pays	Pourcentage
Amérique du nord	44%
Europe et moyen orient	54%
Asie	2%
Autres	0%

Source : « Swiss Re Sigma», 2018.

Nous remarquons que les réassureurs Américains et Européens sont les leaders dans le marché mondial de la réassurance.

**Tableau (I.8) : Les principaux réassureurs mondiaux et leurs notations par Standard and Poor, Décembre 2019:**

Réassureur	Origine	Notation
HANNOVER RE	Allemagne	AA-
MUNCHEN RE	Allemagne	AA
ARCH RE	Bermudes	A+
AXIS RE	Bermudes	A+
EVEREST RE	Bermudes	A+
PARTNER RE	Bermudes	A+
RENAISSANCE RE	Bermudes	A+
MAPF RE	ESPAGNE	A+
TRANSATLANTIC RE	USA	AA
CCR	France	AA-
SCOR	France	A-
QBE	Australia	A+

LLOYDS	Royaume uni	A+
AMLIN	Royaume uni	A+
SWISS RE	Suisse	AA-

*Source* : « Standar and poors », Décembre 2019.

Nous remarquons que les réassureurs mondiaux ont une note relativement bonne, ceci est dû à la qualité des services proposés ainsi que leur haut niveau de solvabilité.

Le marché mondial de la réassurance est dominé par un nombre relativement faible de compagnies, ce phénomène de concentration du marché s'est probablement amplifié dans les dernières années, du fait de la globalisation des marchés et des phénomènes de fusions et de rachats de compagnies.

### 2. Le cadre réglementaire Algérien de la réassurance

L'activité de la réassurance en Algérie est régie par la loi 95-07.

#### 2.1 La cession obligatoire :

Nous présentons, ci-dessous, les articles 1, 2 et 3 qui régissent la cession obligatoire en Algérie

**Article 1<sup>er</sup>.** En application de l'article 208 de l'ordonnance n°95-07 du 23 Chaâbane 1415 correspondant au 25 janvier 1995 susvisé, le présent décret a pour objet de préciser les taux minimums et le bénéficiaire de la cession obligatoire sur les risques à réassurer.

**Art. 2.** La cession obligatoire s'applique à l'ensemble des branches d'assurances.

**Art. 3 (modifié par l'art 2 du DE 10-207).** Le taux minimum de la cession obligatoire des risques à réassurer est fixé à 50%. Ce taux peut être modifié dans les mêmes formes.

**Art. 4 (modifié par l'art 3 du DE 10-207).** La cession obligatoire s'opère au bénéfice de la compagnie centrale de réassurance.

#### 2.2 Participation des courtiers de réassurance étrangers dans des traités ou cessions de réassurance :

Les articles 2 et 4 de l'ordonnance relative aux assurances stipule que :

**Art. 2.** La participation des courtiers de réassurance étrangers dans des traités ou cessions de réassurance des sociétés d'assurance et/ou de réassurance agréées et des succursales de sociétés d'assurance étrangères agréées en Algérie est soumise à une autorisation d'exercice sur le marché algérien des assurances, délivrée par la commission de supervision des assurances et **approuvée par décret exécutif**.

Au sens du présent arrêté, le terme courtier désigne un cabinet de courtage ou une société de courtage.

**Art. 4.** Les courtiers de réassurance étrangers ayant obtenu l'autorisation précitée sont portés sur une liste établie par la commission de supervision des assurances et transmise aux sociétés d'assurance et/ou de réassurance agréées et aux succursales de sociétés d'assurance étrangères agréées en Algérie.

### **2.3 Liste des courtiers de réassurances étrangers autorisés à participer dans des traités ou cession de réassurance :**

Ci-dessous les articles qui régissent l'activité en question.

**Article 1er.** En application des dispositions de l'article 204 sexies de l'ordonnance n° 95-07 du 23 Chaâbane 1415 correspondant au 25 janvier 1995, susvisée, le présent décret a pour objet d'approuver l'autorisation d'exercice sur le marché algérien des assurances, délivrée par la commission de supervision des assurances aux courtiers de réassurance étrangers, pour la participation dans des traités ou cessions de réassurance des sociétés d'assurance et/ou de réassurance agréées et des succursales de sociétés d'assurance étrangères agréées en Algérie.

**Art. 2.** Est approuvée l'autorisation citée à l'article 1er ci-dessus délivrée aux courtiers de réassurance étrangers, ci-après :

1. Aon Limited ;
2. Atlas Reinsurance Consultants (ARC) ;
3. African Reinsurance Brokers (ARB) ;
4. Chedid Europe Reinsurance Brokers Limited ;
5. Ckr<sup>e</sup> Limited ;
6. Gras Savoye S.A ;
7. Guy Carpenter & Compagnie Limited ;
8. J. B. Boda Reinsurance Brokers Private Limited ;
9. Lockton (Mena) Limited ;
10. Marsh S.A (France) ;
11. Marsh S.A. Mediadores de Seguros (Espagne) ;
12. Nasco Karaoglan France (NKF) ;
13. Rfib Group Limited ;
14. United Insurance Brokers LTD (UIB) ;
15. Verspieren Global Markets ;
16. Willis Limited.

La réassurance proportionnelle est un partage proportionnel basé sur les conditions originales entre l'assureur et le réassureur, ce type de réassurance ne convient pas à un assureur doté de fonds propres importants, car elle présente un effet équivalent à une augmentation de capital.

Tandis que la réassurance non proportionnelle est un partage de résultat où le réassureur évalue et tarifie son risque indépendamment des conditions originales. Elle permet à l'assureur d'éliminer une partie de la charge des plus gros sinistres.

La compagnie d'assurance est donc confrontée à une décision stratégique qui pourra en cas d'erreur mettre son activité en péril. En effet, l'assureur est tenu de déterminer la couverture adéquate à son portefeuille, et de choisir le traité optimal, en se basant sur des modèles actuarielles pour évaluer le coût dégagé par les contrats.

Nous allons essayer de présenter dans le chapitre qui suit les méthodes de tarification des traités en Excédent de Sinistres.





## **Chapitre 2 : Techniques de Réassurance**

### **CHAPITRE 2 : Techniques de la réassurance**

Le traité le plus utilisé en réassurance non proportionnelle est le traité en excédent de sinistres. En effet, nous allons nous intéresser à la tarification de ce traité.

La tarification de ce type de traité a pour but de déterminer la prime pure qui représente la valeur actuelle probable des sinistres qui vont être payés au titre de ce traité.

La détermination de cette prime en réassurance non proportionnelle se fait à partir de différents modèles de tarification, notamment la tarification par expérience qui est influencée par le profil du risque des portefeuilles du passé.

Nous allons présenter dans ce chapitre en premier lieu le contexte général de tarification. Ensuite, nous allons nous intéresser aux méthodes de tarification des traités en Excédent de Sinistres.

La deuxième section concerne les aspects théoriques de la cotation d'un traité en excédent de sinistres par l'approche déterministe de Burning Cost.

En dernier lieu, la troisième section sera dédiée à l'aspect théorique de la cotation d'un traité en excédent de sinistres par l'approche stochastique du modèle probabiliste Pareto-poisson.

### Section 1 : La tarification

#### 1. Aspects généraux :

##### 1.1 Objectif de la tarification :

La tarification consiste à élaborer une modélisation avant la souscription d'un contrat. C'est un indicateur important nécessaire à la décision de souscription d'un traité de réassurance non proportionnel.

La tarification d'un traité a pour premier objectif d'évaluer les coûts dégagés par le contrat pour assurer un résultat technique équilibré.

Le deuxième objectif de la tarification est relatif à l'estimation de la profitabilité du traité. Le test de profitabilité permet d'orienter le souscripteur dans la structuration du traité avant toute acceptation.

##### 1.2 Les composantes de la tarification technique :

La prime pure calculée par l'actuaire est égale à la valeur actuelle probable des engagements futurs liés aux sinistres. Les composantes de la tarification technique sont :

- La prime pure.
- Les chargements de sécurité et de profitabilité

Nous obtiendrons la prime commerciale après l'ajout des différents frais interne de gestion, de courtage.

##### 1.3 Distinction entre les branches courtes et les branches longues :

Les branches à développement court (short tail), type dommages aux biens ou frais de soins, voient la quasi-totalité des sinistres réglés en trois ans, une partie importante l'étant au cours de l'exercice de survenance.<sup>22</sup>

Pour faire une étude, Dans les branche à développement long (long tail), type responsabilité civile ou assurance construction, le montant ultime d'un sinistre peut n'être connu que longtemps après sa survenance.<sup>23</sup>

##### 1.4 La notion de tranche travaillante et non travaillante :

Une tranche travaillante c'est où il y a eu des sinistres qui ont dépassé la priorité.

Par contre une tranche non travaillante c'est où il n'y a pas eu des sinistres qui ont dépassé la priorité dans le passé. Le réassureur demande à la cédante, qui doit lui fournir, le détail de son portefeuille par limites de polices. L'expérience du réassureur lui permet de tarifier le risque par ajustement à des lois de survenance de sinistres adaptées au risque couvert.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Christine FINAS, « *Les tarifs des réassureurs sont-ils crédibles ?* », Mémoire pour l'obtention du diplôme d'actuariat, Instituts des Actuaires & ISFA, 2015, P12.

<sup>23</sup> Ibid, P12.

<sup>24</sup> Ibid, P12.

**1.5 Facteurs de tarification :**

Les facteurs du processus de tarification sont :<sup>25</sup>

**Tableau (II.1) : Les facteurs de tarification**

L'environnement socio-économique :	La politique de souscription de la cédante	Le profil du portefeuille de la cédante
<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'économie du pays.</li> <li>- Le comportement de la branche sur un marché donné.</li> <li>- Les comportements sociaux vis-à-vis de l'assurance.</li> <li>- La législation en vigueur sur les assurances (Existence ou non de limite pour les garanties tarifées....)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les règles de souscription (Critère de sélection, secteurs du marché ciblés...).</li> <li>- La composition du portefeuille de la cédante par rapport à la structure moyenne du marché.</li> <li>- La vulnérabilité plus ou moins grande des risques souscrits (Efforts de prévention...).</li> <li>- Les statistiques (primes et sinistres).</li> <li>- Le montant requis de la couverture.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les primes directes perçues.</li> <li>- La répartition des capitaux assurés.</li> <li>- Le plein de souscription de la cédante.</li> <li>- Le nombre de risque souscrits.</li> <li>- La définition des garanties accordées.</li> <li>- Les exclusions particulières appliquées.</li> </ul>

Source : Jacques Blondeau & Christian Patrat, « *La Réassurance, Approche technique* », P34.

**2. Les méthodes de tarification :**

Les deux principales méthodes de tarification en réassurance sont la méthode par exposition et la méthode par expérience.

La méthode par exposition tient compte des éléments du portefeuille actuel alors que la méthode par expérience reste influencée par le profil du risque des portefeuilles du passé et où il est difficile de faire une revalorisation en AS-IF.

**2.1 Méthode par expérience :**

Cette méthode est basée sur la sinistralité observée dans le passé pour prédire la sinistralité future potentielle du portefeuille. La tarification basée sur l'expérience est souvent utilisée pour calculer le prix de traité XS par risque. Elle permet de calculer un montant de prime à partir de l'historique des sinistres individuels, en tenant compte des principaux facteurs susceptibles d'influencer la sinistralité.<sup>26</sup>

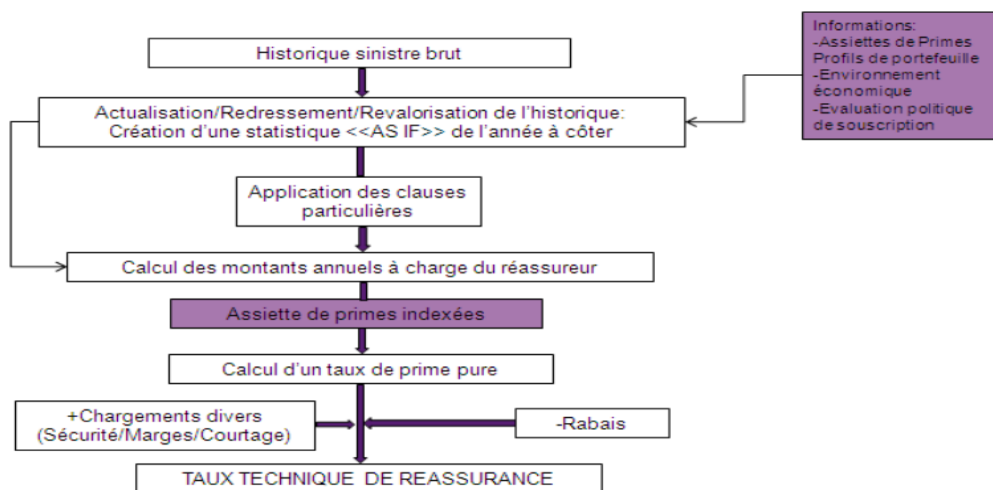
<sup>25</sup> Jacques Blondeau & Christian Patrat, « *La Réassurance, Approche technique* », Economica, France, 2003, P34.

<sup>26</sup> Yan CHEN, « *Détermination des programmes de réassurance optimaux d'une société d'assurance non-vie dans le cadre de Solvabilité II* », Université Paris Dauphine, P21.

Elle peut être décomposée en trois étapes :<sup>27</sup>

- Création d'une statistique As if.
- Calcul du taux pur.
- Calcul du taux commercial

**Figure (II.1) : Processus de la tarification basée sur l'expérience**



*Source* : Yan CHEN, Op.cite, P21.

### 2.1.1 Etape 1 : Création d'une statistique « as if » :

Il faut mettre les données en « as if », c'est-à-dire estimer le coût des sinistres passés comme s'il survenait aujourd'hui. Donc, il faut escompter toutes les données des sinistres afin de les actualiser à la date d'aujourd'hui, en répondant à la question suivante : si le sinistre survenu dans le passé à l'année  $i$ , survient aujourd'hui, qu'elle serait sa valeur ?<sup>28</sup>

#### A. Actualisation de la sinistralité :

Les sinistres et les primes doivent être actualisés par rapport à l'inflation monétaire afin de comparer les années entre elles.<sup>29</sup>

#### B. Redressement de la sinistralité :

Son objectif est de rétablir une base de portefeuille homogène dans le temps, compte tenu de l'évolution du profil des risques.<sup>30</sup>

#### C. Revalorisation des primes et sinistres :

C'est de prendre en compte les différents facteurs comme l'évaluation du coût du risque et le changement de l'environnement juridique. Ce qui permettra se placer sur la base d'un environnement homogène.<sup>31</sup>

<sup>27</sup> Jacques Blondeau & Christian Patrat, Op.cite, P35.

<sup>28</sup> Jacques Blondeau & Christian Patrat, Ibid, P35.

<sup>29</sup> Ibid, P35.

<sup>30</sup> Ibid, P35.

<sup>31</sup> Ibid, P35.

### 2.2 La méthode par exposition :

Au lieu d'estimer le tarif de l'XS sur la base unique des sinistres, on va essayer de le faire sur la base du portefeuille qui les génère (détail des sommes assurées, nombre de polices par tranches des capitaux...). La fonction d'exposition représente la probabilité pour qu'un sinistre coûte moins x% de la somme assuré. Et la prime pure : <sup>32</sup>

$$P_{pure} = F_{exposition} \left( \frac{L'exposition\ de\ l'XS}{Capitaux\ exposés} \right) * Prime\ nette\ de\ chargement$$

### Section 2 : Aspect théorique de Tarification par la méthode de « Burning Cost ».

Il s'agit d'une méthode basée sur la sinistralité observée. C'est une approche par la méthode des moments. Il faut avoir à disposition un historique des primes et des sinistres concernés par le traité de réassurance. <sup>33</sup>

Elle présente deux étapes :<sup>34</sup>

- La Mise en As If : chaque élément statistique est actualisé en vue d'être utilisé comme élément As IF de l'exercice au cours duquel il couvrira le risque.
- Cotation relative en pourcentage d'une assiette contractuellement définie : la cotation n'est pas réalisée sous forme d'un montant absolu de prime mais sous la forme d'un taux appelé taux pur de l'appliqué à une assiette, généralement le montant de primes de la branche considérée perçu à la source par la cédante.

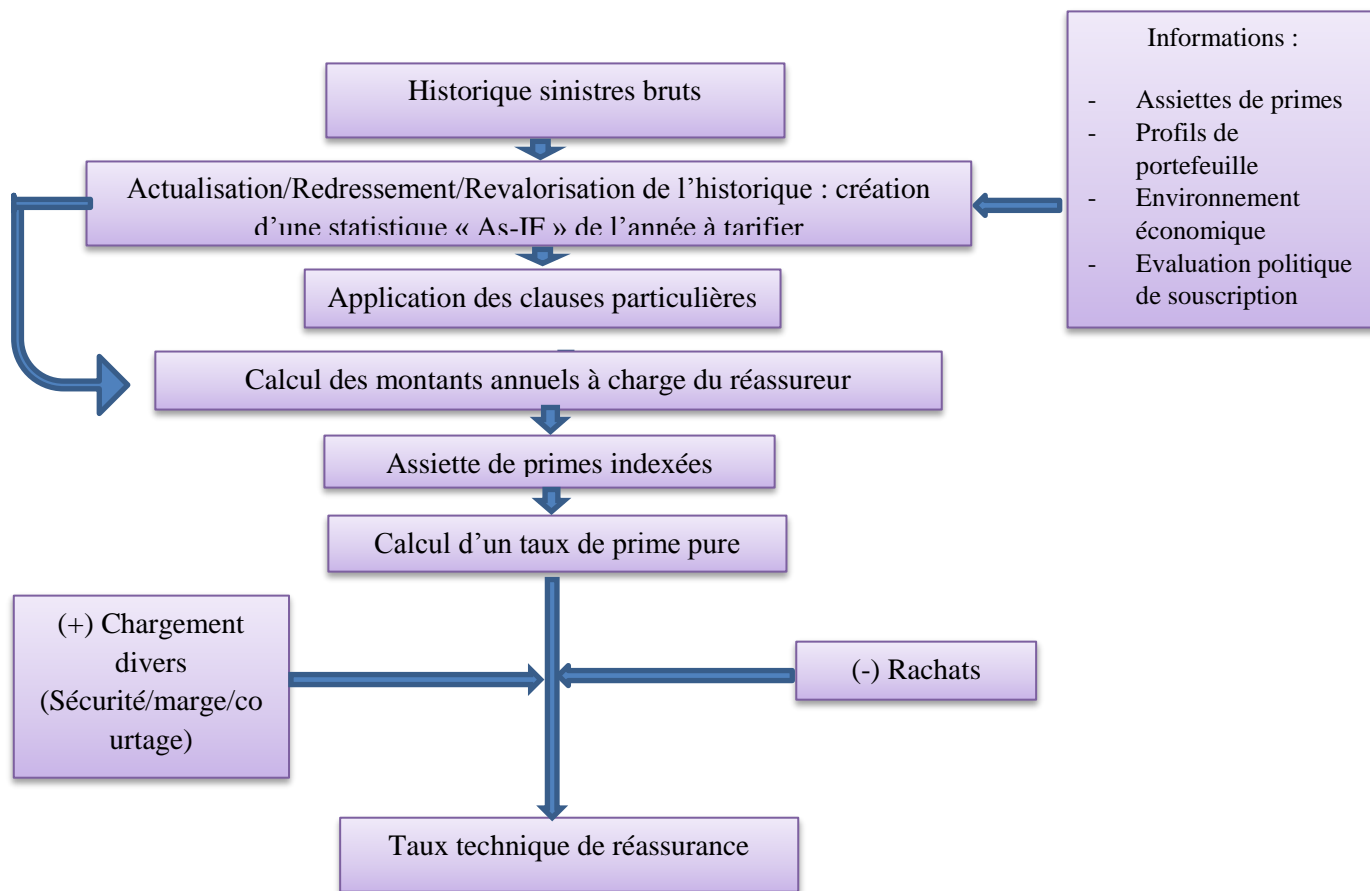
---

<sup>32</sup> Yan CHEN, Op.cite, P30.

<sup>33</sup> Jacques Blondeau & Christian Patrat, Op.cite, P37.

<sup>34</sup> Ibid, P37.

Figure (II.2) : Processus de la Tarification de Burning Cost :



Source : Jacques Blondeau & Christian PARTRAT, Ibid, P38

### 1. Mise en place d'une statistique As-If :

Il s'agit de la transformation des données historiques en données AS-IF en leur appliquant un coefficient. Ces données historiques doivent être actualisées, redressées et revalorisées comme on l'a déjà cité la partie précédente.

L'indice de revalorisation pour une année donnée se calcule de la façon suivante :

$$J_k = \frac{I_n}{I_k}$$

Avec :  $k = 1, 2, \dots, n$ .

$I_n$  : L'indice de l'année  $n$  : ces indices sont différents selon la branche à tarifier.

$I_k$  : L'indice de l'année  $k$ .

A cet effet, le montant « As-If » d'un sinistre représente le coût de celui-ci, s'il survenant avec les mêmes caractéristiques dans l'environnement présent à la date de l'étude. Par conséquent, le choix du coefficient d'actualisation est essentiel.

### 2. Détermination des indices primes et sinistres :

Pour la construction d'une statistique « As If », on utilise les deux indices suivants :

#### 2.1 L'indice des primes :

Il est déterminé par l'évolution de la prime moyenne, qui reflète l'évolution des tarifs et des garanties. Il est utilisé pour ajuster la mesure d'exposition de chaque année de survenance pour tenir compte des fluctuations des primes originales. Cet indice est calculé sur la base des informations publiées par la FFSA (de marché français par exemple). Les variations de primes originales étant en général beaucoup plus faibles que l'inflation des sinistres, l'indexation des primes revêt un caractère moins important que l'indexation des sinistres.

On détermine l'indexation des assiettes de primes comme suit :

$$P_k(\text{as} - \text{if}) = P_k \frac{I_n}{I_k}$$

$P_k(\text{as-if})$  : Assiette de prime actualisée de l'année k.

$P_k$  : Assiette de primes de l'année k.

#### 2.2 L'indice des sinistres :

Il reflète l'évolution du coût du sinistre. Dans le cadre de la procédure « As-If », l'indexation des sinistres provenant d'années de survenance différentes de l'année d'étude est primordiale. Pour calculer cet indice de manière rétrospective, on étudie l'évolution du coût des dossiers similaires au fil du temps et on en déduit une inflation annuelle. Pour la partie prospective de l'indice, il est nécessaire de définir des scénarios d'évolution future des différents postes de préjudice composant les sinistres.

On détermine la revalorisation des montants de sinistres de la façon suivante :

$$S^{ik} = S_{ik} \frac{I_n}{I_k}$$

$S_{ik}$  : Le sinistre n°(i) de l'année (k).

$S^{ik}$  : Le sinistre actualisé n°(i) de l'année (k).



### 3. La prime de réassurance d'un traité non proportionnel en excédent de sinistres :

C'est la prime originale de la partie du portefeuille protégée par le traité. Cette prime est déterminée en multipliant un taux appelé « taux de prime » par une assiette de prime. Ce taux de prime est un taux commercial ; majoré par les chargements de gestion. Ce taux est décomposé en deux parties :

- Taux de prime pure issu de la modélisation actuarielle de la charge moyenne des sinistres.
- Chargement de gestion destiné à couvrir les frais de gestion du réassureur.

#### 3.1 Calcul du Burning Cost moyen (BCM) :

Le prix du risque est calculé de telle manière que le réassureur est en mesure à long terme, de régler tous les sinistres qui lui incombent en vertu de ses obligations contractuelles. Une prime conforme au risque correspond donc à la charge moyenne des sinistres estimés pour la durée du traité (BCM).

On définit le BCM (prix du risque) de l'excédent de sinistres par le rapport de la moyenne des ratios sinistres revalorisés as-if (à la charge de l'XL) par l'assiette de primes revalorisées.

Le Burning Cost Annuel est calculé de la façon suivante :<sup>35</sup>

$$BCA_k = \frac{CE^k}{P^k}$$

Avec :

- $CE^k$  : La charge sinistre actualisée de l'année (k).
- $P^k$  : L'assiette de prime actualisée de l'année (k)

Le Burning Cost moyen (taux de prime) se calcul selon la formule suivante :<sup>36</sup>

$$BCM_{pur} = \frac{\sum_{k=1}^n CE^k}{\sum_{k=1}^n P^k}$$

Avec :

- $CE^k$  : La charge sinistre actualisée de l'année (k).
- $P^k$  : L'assiette de prime actualisée de l'année (k).

<sup>35</sup> Arthur Charpentier, « *Cours Actuariat IARD : Réassurance et grands risques* », Université du Québec Montréal, 2013, P88.

<sup>36</sup> Ibid, P88.

Le Burning Cost représente la moyenne des sinistres à la charge du réassureur et les primes perçues par la cédante (S/P).

### 3.2 Calcul de la prime de Risque (PR) :

Cette prime pure représente une « moyenne des charges observées pour le réassureur, mises en As If, et pondérées par les coefficients de variation d'assiettes reflétant les variations du portefeuille ».<sup>37</sup>

$$P_{risque} = BCM \times P^t$$

La prime pure correspondante est :

Avec :

- $P^t$  : L'assiette de prime estimée de l'année contractuelle (t).

### 3.3 Calcul des Chargement de sécurité :

Pour calculer le chargement de sécurité, Gunnar Benktander propose le calcul d'une dispersion D :<sup>38</sup>

$$D = \frac{2 \times BCM_{pur}}{\left(1 + \frac{f}{p}\right) \sqrt{\sum_{historique} Nb \text{ de sinistres } XS} \sqrt{\frac{Assiette \text{ année de tarification}}{\sum_{historique} Assiette \text{ de prime revalorisée}}}}$$

Avec :

- f : La priorité.
- p : La portée.
- Nb de sinistres XS : c'est le nombre de sinistres dépassant la priorité.
- Assiette année de tarification : c'est la Prime prévisionnelle.
- Assiette de prime revalorisée : c'est les primes revalorisé.

### 3.4 Calcul de la prime commerciale :

Selon Jacques Blondeaux et Christian Partrat (2003), La prime commerciale est calculée selon la formule citée ci-dessous :

<sup>37</sup> Jacques Blondeau & Christian Patrat, Op.cite, P38.

<sup>38</sup> Jacques Blondeau & Christian Patrat, Ibid, P94.

$$PC = \frac{Prisque(1 + 20\%D)}{(1 - FG) \times (1 - FC)}$$

Avec :

- FC : Frais de courtage.
- FG : Frais de gestion.
- D : Dispersion.

Les frais de gestion (incluant la marge bénéficiaire) sont généralement de l'ordre de 15% de la prime pure.

Le taux de courtage est en moyenne de 10% de la prime pure.

**4. Les avantages et les inconvénients de la méthode « Burning cost » :**

Le tableau ci-dessous présente les avantages et les inconvénient de la méthode de Burning Cost.

**Tableau (II.2) : Les avantages et les inconvénients de la méthode de Burning Cost**

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facile à calculer.</li> <li>- Ne nécessite pas un modèle.</li> <li>- Donne une bonne information sur les tranches basses lorsque le nombre d'observation est suffisant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La tarification des tranches non sinistrées n'est pas possible.</li> <li>- Le choix des indices peut être compliqué.</li> <li>- La tarification est volatile d'une année à l'autre.</li> <li>- Les changements de structure compliquent les calculs et supposent des informations de base détaillées (si les sinistres sont donnés sur la base d'une rétention historique, ils ne correspondent plus à la politique de cession actuelle).</li> </ul>

Source : Jacques Blondeau & Christian Patrat, *Ibid.*

**Section 3 : Aspect théorique de tarification par la méthode Probabiliste Pareto-Poisson**

Cette méthode nécessite de modéliser le montant annuel à la charge du réassureur à travers une loi composée Poisson-Pareto, « le prix de l'XS est alors  $P = E(S_N)$ <sup>39</sup>

<sup>39</sup> Jacques Blondeau & Christian Patrat, *Op.cite*, P39.

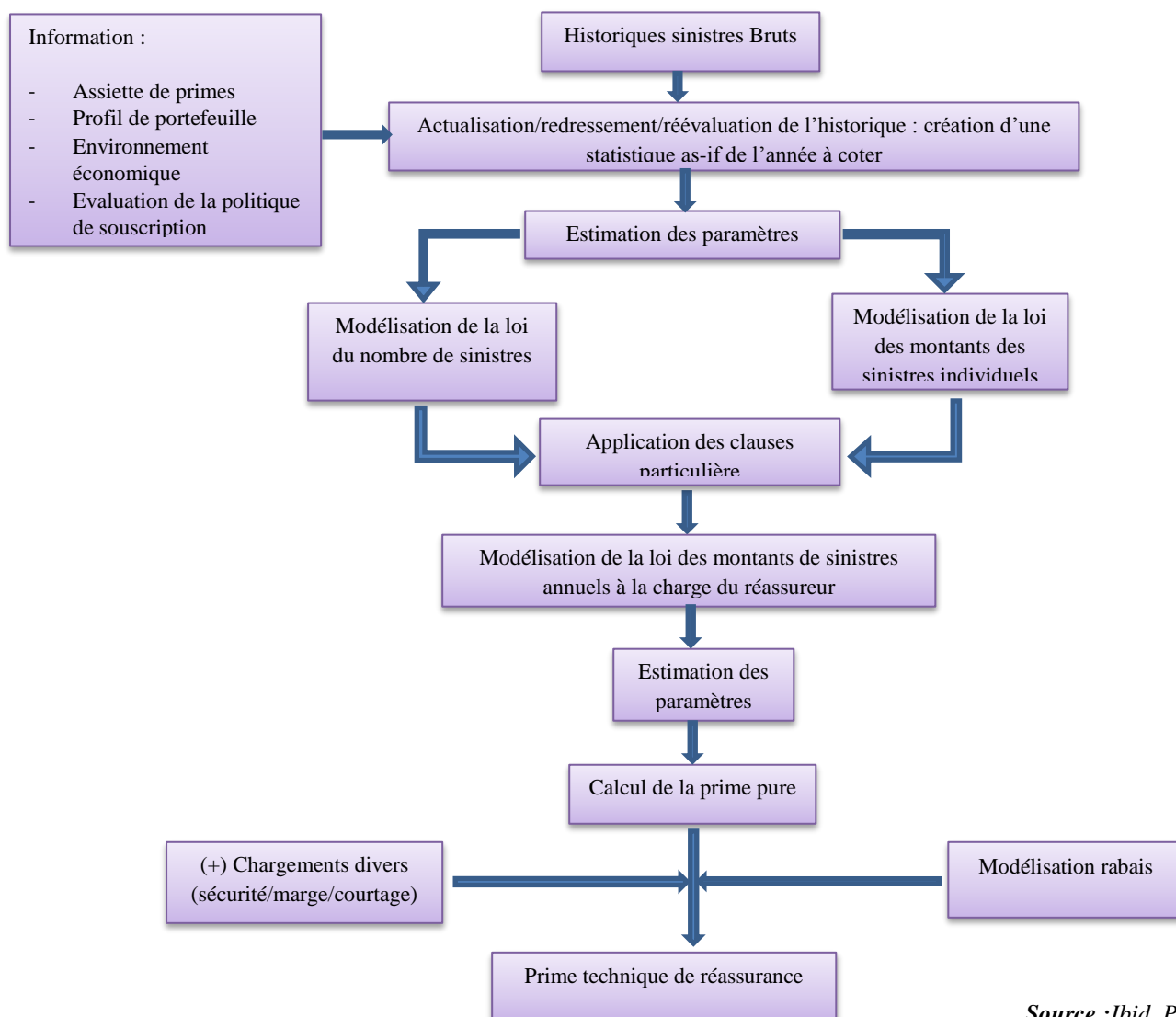
Pour estimer cette prime, il faut donc éclater le montant à la charge du réassureur en deux composantes :<sup>40</sup>

- la fréquence des sinistres (N) modélisé par une loi de Poisson ;
- le montant des sinistres (X) modélisé par une loi de Pareto.

Deux hypothèses doivent être considérées avant l'utilisation de ce modèle :<sup>41</sup>

- **Hypothèse 01** : les variables représentant les montants de sinistres individuels sont indépendantes et identiquement distribuées.
- **Hypothèse 02** : l'indépendance entre la fréquence et le coût des sinistres.

**Figure (II.3) : Processus de la Tarification Probabiliste**



Source :Ibid, P38.

<sup>40</sup> Ibid, P39.

<sup>41</sup> Ibid, P39

**1. Modélisation de la loi des montants de sinistres individuels :**

La loi de Pareto est la plus utilisée pour la tarification en réassurance, elle est caractérisée par « la simplicité de son expression analytique et la lourdeur de sa queue de distribution ». <sup>42</sup>

La modélisation de la loi des montants de sinistres individuels regroupe les étapes suivantes :

**1.1 Etape 01 : Création de la statistique « As If »**

Cette étape consiste à revaloriser les montants de sinistres au-delà du seuil d'observation  $X_0$ .

**1.2 Etape 02 : Estimation du paramètre  $\alpha$  :**

Le paramètre  $\alpha$  est déterminé par la méthode de maximum de vraisemblance, pour un seuil  $X_0$  donné. <sup>43</sup>

$$\hat{\alpha} = \frac{n - 1}{\sum_{k=1}^n \ln \frac{X_k}{X_0}}$$

Avec :

$n$  : Le nombre de sinistres dépassant  $X_0$ .

$X_k$  : Le montant de sinistre individuel en excès du  $X_0$ .

$X_0$  : Le seuil d'observation. L'estimateur de maximum de vraisemblance de  $X_0$  est de la forme :  $\widehat{X_0} = \min_k(X_k)$ . Le seuil d'observation est défini comme la valeur minimum du maximum atteint par les sinistres indexés et étalés sur tout l'horizon d'expérience.

**1.3 Etape 03 : La mise en œuvre d'un test d'ajustement Khi deux :**

Le test de Khi deux permet de tester les hypothèses suivantes :

**Hypothèse 01 :** les observations suivent une distribution théorique spécifiée.

**Hypothèse 02 :** les observations ne suivent pas une distribution théorique spécifiée.

Pour mettre en œuvre ce test d'ajustement, il faut : <sup>44</sup>

- Classer les observations en  $r$  intervalles  $I_1, \dots, I_r$  d'égale étendue ou non.
- Définir la variable de décision permettant de mesurer les écarts entre la distribution théorique et la distribution empirique de l'échantillon, c'est la statistique :

<sup>42</sup> Ibid, P46.

<sup>43</sup> Ibid, P46.

<sup>44</sup> R.Veysseyre, « Statistique et probabilités pour l'ingénieur, édition Dunod, Paris, 2006, P284.

$$D^2 = \sum_{k=1}^r \frac{(n_k - np_k)^2}{np_k}$$

**Avec :**

$n_k$ : La fréquence observée dans la classe  $I_k$ .

$np_k$ : La fréquence théorique espérée dans la même classe  $I_k$

$P_k$  : La probabilité de survenance d'un sinistre dans la classe  $I_k$ .

$P_k = F(X_{k+1}) - F(X_k)$ . Tels que :

$F(X_{k+1})$  : La borne supérieure de la classe  $k$ .

$F(X_k)$  : La borne inférieure de la classe  $k$ .

Sachant que :  $F(X_k) = 1 - \left(\frac{X_0}{X_k}\right)^\alpha$

- Enoncer la règle de décision en rejetant l'hypothèse  $H_0$  si la valeur de la statistique  $D^2$  obtenue à partir de l'échantillon est supérieure à une valeur  $n'$  ayant qu'une probabilité  $\beta$  d'être dépassée par la variable  $\chi^2_{(\beta, r-k-1)}$ . Sinon on garde l'hypothèse  $H_0$ .

## 2. Modélisation de la fréquence de sinistres <sup>45</sup>

La loi de Poisson est connue comme une loi des événements rares, telle la fréquence de souvenance d'un sinistre extrême.

La principale caractéristique de cette loi est que la moyenne et la variance sont égales (égales au paramètre  $\lambda$ ).

D'après cette caractéristique, « la loi de Poisson peut être considérée comme un modèle représentant des données statistiques discrètes pour lesquelles la variable ne comprend que des valeurs entière, positive ou nulle, et pour lesquelles, la moyenne et la variance sont sensiblement égales ». Dans la pratique, il est indispensable de justifier le choix d'un modèle par un test d'ajustement.

<sup>45</sup> B.Goldfard, C.Pardoux, « Introduction à la méthode statistique : manuel et exercices corrigés », Dunod, Paris, 2011, P203.

La modélisation de la fréquence de sinistres s'effectue selon les étapes suivantes :

**2.1 Etape 01 : La revalorisation de la fréquence des sinistres :**

Avant de procéder la modélisation de la fréquence des sinistres, il est nécessaire de la revaloriser sur la base de nombre de polices par année car la probabilité de souvenance d'un sinistre dépend du nombre de polices couvertes. Nous rappelons que dans le cas d'absence des données sur le nombre de polices, nous pouvons utiliser les assiettes des primes pour revaloriser la fréquence par la formule suivante :

$$n_k^* = n_k \times \frac{a_{\text{année de cotation}}}{a_{As If}}$$

Avec :

$n_k$  : C'est la fréquence des sinistres.

$a_{\text{année de cotation}}$  : C'est l'assiette de prime prévisionnelle de l'année de cotation.

$a_{As If}$  : C'est l'assiette de prime revalorisée.

**2.2 Etape 02 : Estimation de paramètre de la loi Poisson ( $\lambda$ )**

L'estimateur du paramètre  $\lambda$  calculé par la méthode de vraisemblance est donné par la formule suivante :

$$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{k=1}^N n_k^*}{N}$$

Avec :

$N$  : Le nombre d'observation.

$n_k^*$  : Le nombre de sinistres indexé pour la kème année.

Cet estimateur correspond à la moyenne empirique des observations.

**2.3 Etape 03 : La mise en œuvre d'un test d'ajustement Khi deux :**

Cette étape est identique à celle de la modélisation du montant individuel de sinistres.

**3. Le calcul de la prime pure :**

La prime pure de l'excédent de sinistre correspond à l'espérance mathématique de la charge annuelle du réassureur  $S_N$ . Elle est donnée par la formule suivante :

$$E(S_N) = E(N) \times E(Y)$$

Avec :

$$E(N) = \hat{\lambda}$$

$$E(Y) = \frac{X_0^\alpha}{\alpha - 1} (f^{1-\alpha} - l^{1-\alpha})$$

Avec :

f : C'est la priorité.

l : C'est le plafond (Priorité + portée).

#### 4. Calcul de la prime commerciale :

##### 4.1 Calcul de chargement de sécurité :

Jacques Blondeau et Christian Partrat (2003) considèrent le chargement de sécurité comme un pourcentage de l'écart type de la distribution du montant total à la charge de réassureur. Ce pourcentage est appliqué de telle manière à assurer une convergence de la variable aléatoire Primes-sinistres vers 0, afin de couvrir les fluctuations de montant total des sinistres par rapport à la moyenne. Ce chargement doit augmenter avec la variabilité de risque et l'aversion au risque de souscripteur

Il est calculé comme suit :

$$\text{Chargement de sécurité} = \min\left(5\% \times \frac{\sqrt{\text{Var}(S_N)}}{\widehat{E}(S_N)}; 20\%\right)$$

Avec :

$\sqrt{\text{Var}(S_N)}$  : L'écart type de la charge du Réassureur.

$\widehat{E}(S_N)$  : C'est la prime pure.

Si X suit une loi de Pareto  $P(X_0; \alpha)$ , La variance de la charge annuel du réassureur est donnée dans le tableau suivant pour le cas où la limite est finie.



**Tableau (II.3) : La variance de la charge annuelle des sinistres**

$\alpha \neq 1$ et $\alpha \neq 2$	$Var(S_N) = \lambda \left[ 2t^\alpha \left( \frac{l^{2-\alpha} - f^{2-\alpha}}{2-\alpha} - \frac{f}{1-\alpha} (l^{1-\alpha} - f^{1-\alpha}) \right) \right]$
$\alpha = 1$	$Var(S_N) = \lambda \left[ 2tf \left( \frac{l}{f} - \ln \left( \frac{l}{f} \right) - l \right) \right]$
$\alpha = 2$	$Var(S_N) = \lambda \left[ 2t^2 \left( \ln \left( \frac{l}{f} \right) - l - \frac{f}{l} \right) \right]$

*Source* : Jacques Blondeau & Christian PARTRAT, P48.

**4.2 Le calcul de la prime commerciale :**

La prime commerciale est donnée par cette formule :

$$Prime_{Commerciale} = \frac{Prime_{pure}(1+Taux\ de\ chargement\ de\ sécurité)}{(1-Taux\ de\ courtage)(1-Taux\ des\ frais\ de\ gestion)}$$

Elle est déterminée de la même manière que la méthode de Burning Cost.

**5. Avantage et Inconvénient de la méthode probabiliste :**

Le tableau ci-dessous présente les avantages et les inconvénients de la méthode probabiliste.

**Tableau (II.4) : Les avantages et les inconvénients de la méthode probabiliste**

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite peu de paramètres.</li> <li>- Le processus de calcul n'est pas long.</li> <li>- Idéale pour les tranches non travaillantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les sinistres doivent être indépendants.</li> <li>- La sinistralité doit suivre la même fonction de distribution, ce qui implique que les risques doivent être homogènes.</li> <li>- Le choix des paramètres est crucial.</li> <li>- Un choix incertain du point d'observation.</li> </ul>

*Source* : Jacques Blondeau & Christian Patrat, Op.cite.

Dans le cadre de ce chapitre, nous avons présenté les méthodes de tarification des traités de réassurance basées sur l'expérience.

Nous avons donné une introduction aux modèles de tarification, ensuite nous avons développé les méthodes de tarification des traités en excédent de sinistres.

La méthode déterministe de Burning Cost consiste à calculer le rapport entre la charge du réassureur et des primes encaissées par la cédante dans la branche considéré pour l'année de cotation.

Tandis que la méthode probabiliste Poisson-Pareto permet d'établir le rapport entre montant et la fréquence de sinistres après l'ajustement de la distribution des montants de sinistres et celle de la fréquence. Cette méthode nécessite de mettre en place certains outils mathématiques, les méthodes d'estimations des paramètres des lois, affectation des tests d'ajustement et en fin calcule de la prime de réassurance.

Dans le chapitre qui suit, nous allons appliquer les deux méthodes (Burning Cost et Pareto-Poisson) de tarification sur les données de la compagnie algérienne d'assurance et de réassurance afin de déterminer la prime de réassurance pour cette compagnie

A decorative orange border with rounded corners and scroll-like details at the top and bottom edges, framing the chapter title.

## **Chapitre 3 : Partie Empirique**

### **CHAPITRE 3 : Partie empirique.**

Nous allons présenter dans ce chapitre en premier lieu la Compagnie Algérienne d'Assurance et de Réassurance CAAR.

La deuxième section concerne L'activité technique de la CAAR ainsi que sa politique de réassurance.

Tandis que dans la troisième section nous allons appliquer la méthode de Burning Cost sur la Branche Transport de La CAAR.

En dernier lieu, la quatrième section sera dédiée à l'application de la méthode probabiliste Pareto-Poisson ainsi qu'une comparaison entre les deux méthodes selon les résultats obtenus.

### Chapitre 3 : Partie Empirique

#### Section 1 : Présentation de CAAR Assurance

La CAAR est la première compagnie algérienne à voir le jour, le 08 Juin 1963, dans un marché dominé, à l'époque, par des sociétés étrangères hostiles à toute création de compagnie d'assurance nationale. A partir d'un volontarisme qui a battu en brèche tous les écueils, est née la CAAR. Naissance difficile et éprouvante, mais la CAAR fait partie de ces premières réalisations qui ont contribué à la reconquête de l'Indépendance nationale. La CAAR à aider peu à peu à construire un secteur fiable de l'assurance en Algérie.

##### 1. Historique de la CAAR :

L'Algérie a commencé à réfléchir, avant même l'indépendance, de mettre en œuvre les moyens qui permettent de contrôler le secteur des assurances en Algérie. Le gouvernement provisoire était chargé de préparer le projet de loi ayant pour objectif, de permettre à l'Etat Algérien de récupérer sa souveraineté et d'opérer son contrôle sur cette branche vue son importance dans le développement de toute économie.

Après l'indépendance, ce projet de loi a été soumis au ministre de l'économie pour approbation, portant création d'une caisse qui sera alimentée par une partie des primes ou cotisations afférentes aux opérations réalisées par les entreprises d'assurance activant dans le territoire algérien.

La loi n°63.197 du 08 juin 1963 vient annoncer officiellement la naissance de la Caisse Algérienne d'Assurance et de Réassurance 'CAAR'. Sa mission consistait à mettre en place le dispositif de la réassurance légale et prendre en charge toutes les mesures qui permettent à l'Etat Algérien de sauvegarder ses intérêts en matière d'assurance, dans la mesure où, les compagnies ou les filiales des compagnies étrangères qui activaient à l'époque étaient obligées de céder une partie de 10% des primes émises à la CAAR.

A partir de 1964, suite au départ des sociétés étrangères, la CAAR a été autorisée de pratiquer les opérations d'assurance, à côté de la réassurance qui était sa vocation première.

L'ordonnance 66.127 du 26 mai 1966 portant monopole de l'Etat sur les opérations d'assurance, autorise la CAAR à pratiquer toutes les branches d'assurance, à l'exception de l'assurance agricole qui était confiée à une mutuelle spécialisée, nommée CNMA.

La CAAR avait le monopole de l'assurance en Algérie, à côté de la SAA (société Algéro-égyptienne nationalisée suite à la promulgation de l'ordonnance 66.127)

En 1975, le portefeuille de réassurance de la CAAR a été cédé à la Compagnie Centrale de Réassurance 'CCR', entreprise nouvellement créée, à laquelle l'état a confié la gestion de l'activité de réassurance.

L'année 1976, vient redéfinir le champ d'action de la CAAR dans le marché pour se voir confier la gestion des risques industriels suite à la mise en place de la spécialisation des compagnies d'assurance suite à la promulgation de la loi 76-80 du 23 octobre 1976, c'est ainsi que le portefeuille des risques simples et automobile a été transféré à la SAA.

L'année 1985 a vu la restructuration de la CAAR pour préparer la naissance de la CAAT, suite à l'application du décret n°85-82 du 30 avril 1985, qui consiste à prendre en charge le voler lié à la gestion des assurances transports. Le portefeuille des risques transports a été transféré à cette nouvelle compagnie.

L'année 1988 a marqué les réformes économiques introduites par les pouvoirs publics, à cet effet, la CAAR a été transféré en société par actions dont l'Etat détient seul les actions suite à la promulgation de la loi 88-04 portant autonomie des entreprises publiques, le capital social actuel de la CAAR est de 17 Milliards de Dinars entièrement libéré.

L'année 1995 est l'année de la levée du monopole de l'Etat sur les activités d'assurance, la CAAR a été autorisée, suite à l'ordonnance 95-07, à pratiquer toutes les opérations d'assurance y compris la réassurance.

Au cours des années 2000, la CAAR a évolué dans un marché fortement concurrentiel, ouvert notamment aux compagnies privées nationales et étrangères.

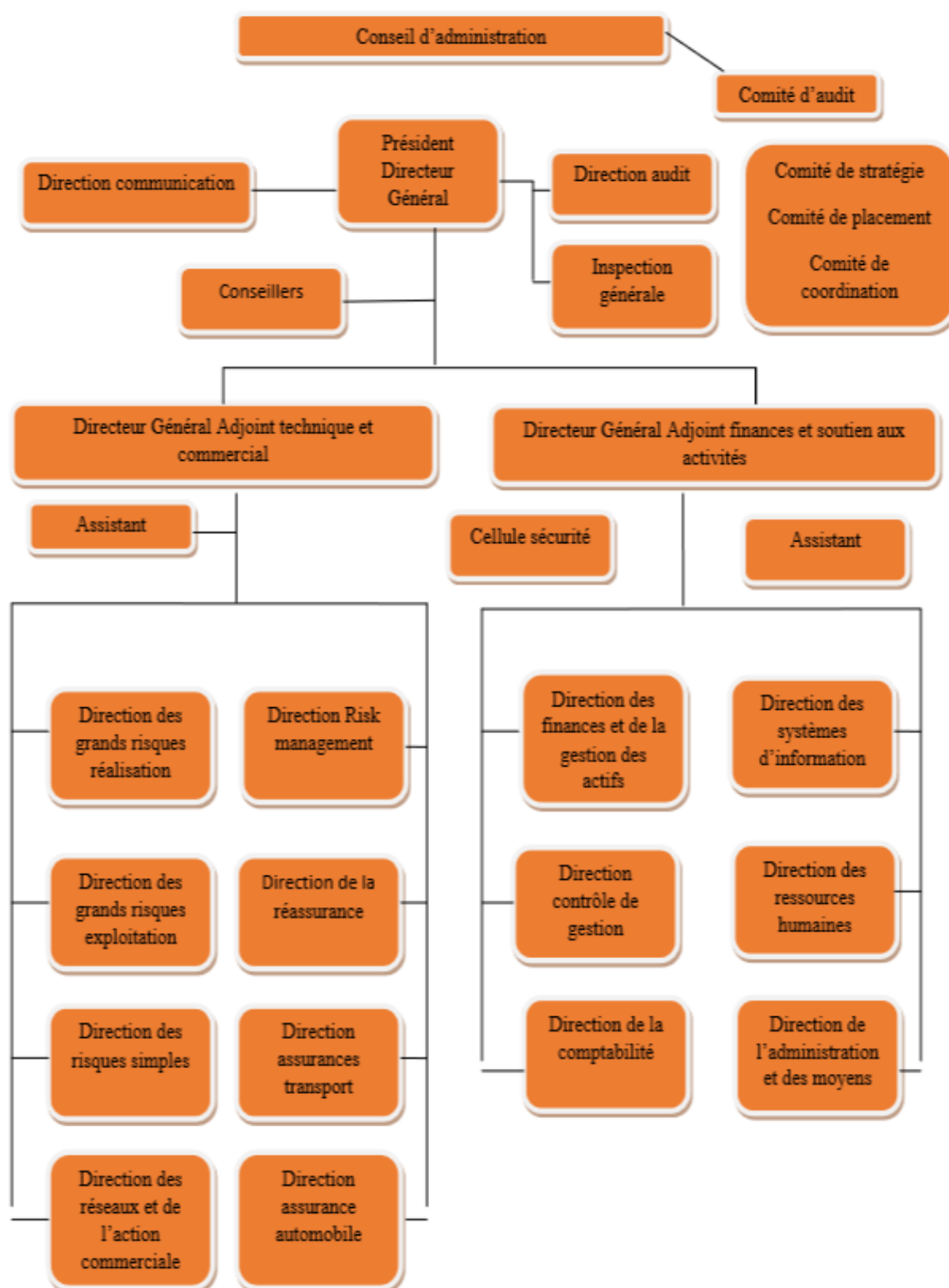
En 2011, la CAAR a créé une nouvelle filiale spécialisée dans l'assurance de personnes 'CAARAMA Assurance' conformément à la loi 06-04 relative aux assurances portant la séparation des activités vie et non vie.

### **2. L'organisation Interne de la CAAR :**

Afin de permettre à la CAAR de suivre les mutations de son environnement, notamment suite à promulgation de la loi 06-04 du 20 février 2006, un nouvel organigramme a été mis en place pour mieux anticiper le potentiel offert par le marché des assurances.

Son organisation a été conçue pour mieux servir le client et répondre aux besoins évolutifs exprimés par le marché. Le plan d'actions de la CAAR propose une nouvelle organisation de l'entreprise avec de nouvelles structures et de nouvelles stratégies qui portent sur la décentralisation des structures pour atteindre les objectifs fixés.

Figure (III.1) : Organigramme de la CAAR



Source : Document interne de la compagnie

### 3. Les différents niveaux de gestion de la CAAR :

La structure de la CAAR prend en considération les besoins du marché en matière d'implantation géographique, et le volume important d'affaires que l'entreprise gère. Pour assurer une meilleure coordination entre les différentes agences et le niveau central, son processus a été conçu de la manière suivante :

#### 3.1 Le niveau siège :

Il représente l'organe central chargé de concevoir la stratégie et la politique de l'entreprise et assurer leur mise en place.

#### 3.2 Les succursales :

Elles sont attachées directement au siège et veillent à la coordination, l'animation, le contrôle et la gestion des agences directes et indirectes qui leurs sont confiées. Elles sont réparties comme suit :

- Succursale d'Alger (Cheraga).
- Succursale d'Alger (Bouzareah).
- Succursale d'Oran.
- Succursale d'Annaba.
- Succursale de Constantine.

#### 3.3 Le réseau de distribution :

La CAAR dispose d'un réseau de distribution implanté à travers le territoire nationale, composé de :

##### 3.3.1 Le réseau direct :

Ce réseau est constitué de 90 agences implantées à travers le territoire national, cela est le fruit d'une politique d'investissement, qui met au centre de ses préoccupations, le développement du réseau pour permettre à la CAAR de mieux servir sa clientèle.

##### 3.3.2 Le réseau indirect :

Ce réseau est composé de :

###### Les agents généraux :

A côté des conditions posées par la législation en vigueur pour l'octroi d'agrément des agents généraux. Dans un souci permanent de maintenir l'image de marque de la compagnie, la CAAR impose d'autres conditions particulières pour la sélection du réseau indirect, dans la mesure où l'agent général est le mandataire de la compagnie, c'est la raison pour laquelle, le réseau de la CAAR ne comporte que 49 agents généraux répartis à travers le territoire national, ce nombre ne représente que 35% du réseau de distribution global.

###### Le réseau de la bancassurance :

La CAAR est partenaire avec les banques publiques, qui commercialisent les produits dans le respect des dispositions réglementaires en vigueur, le réseau des agences actuel est de 55 entre le Crédit Populaire d'Algérie et la Banque Nationale d'Algérie.



### Les courtiers d'assurances :

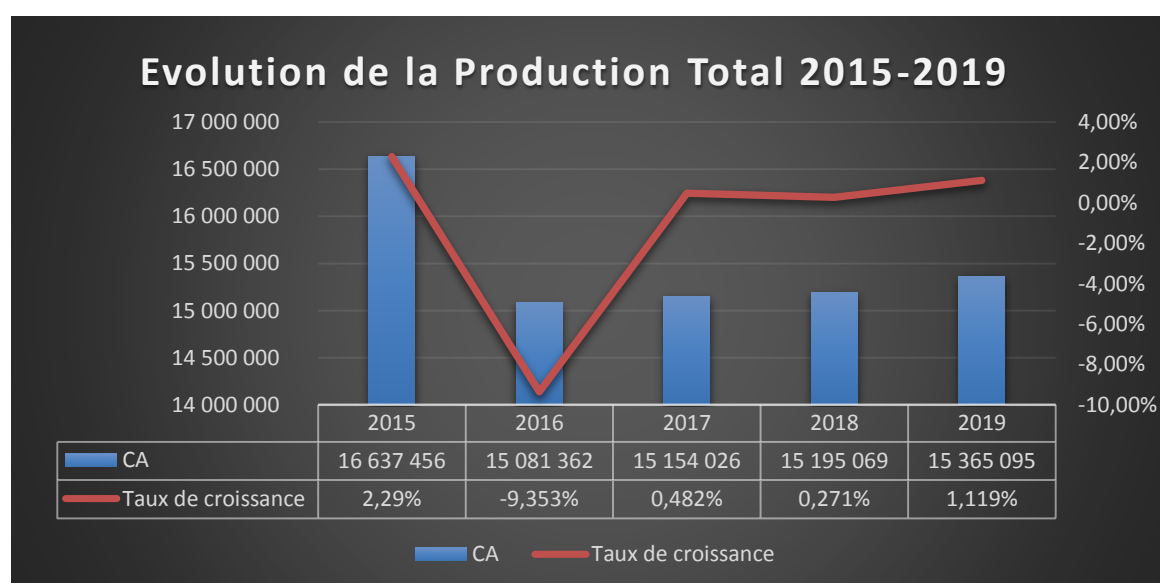
C'est une personne physique ou morale qui agit à titre principale en qualité de mandataire de proposants ou d'assurés en vue de placer les risques auprès d'entreprise d'assurance, sa rémunération est généralement fixée en pourcentage du montant de la transaction (commission).

## Section 2 : L'activité technique de la CAAR :

### 1. L'Evolution de la production :

La figure suivante représente l'évolution de la production Total de la Compagnie de l'année 2015 à 2019.

**Figure (III.2) : Evolution de la production 2015-2020**



*Source : Elaboré par nos soins à partir des documents interne de la CAAR.*

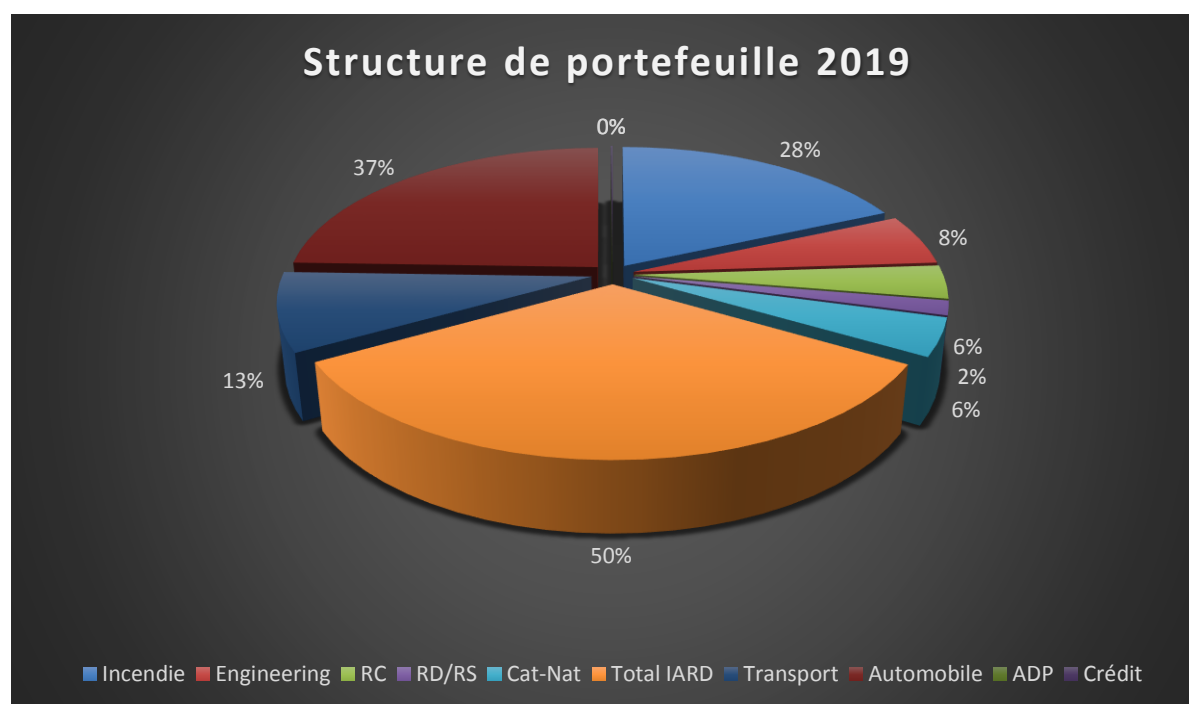
Le chiffre d'affaire de la CAAR est passé de 16,6 milliards de dinars en 2015 à 15,3 milliards de dinars en 2019. Soit une décroissance moyenne de 1,04% dû principalement aux circonstances macroéconomique défavorable.

La CAAR a connu une baisse très importante de son chiffre d'affaire en 2016, une décroissance de 9% par rapport à 2015. Ce qui est dû à la chute importante du prix des hydrocarbures.

### 2. La structure du portefeuille de la CAAR :

La branche Automobile détient la part la plus importante du portefeuille avec une part de 37%, suivie par la branche incendie qui détient une part de 27%, ensuite viennent les branches transport et engineering avec des pourcentages de 13% et 10%, les RD/RS détiennent une part de 2%, RC avec une part de 5% et enfin la branche CAT-NAT qui représente 6% seulement du portefeuille de la CAAR en 2017.

Figure (III.3) : Structure du portefeuille en 2019



Source : Elaboré par nos soins   partir des documents interne de la CAAR.

### 3. Indemnisation de la CAAR :

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des indemnisations par branche.

Tableau (III.1) : Evolution des Indemnisation par Branche

Année	2018		2019		Evolution
Incendie	2 477 895	26,60%	2 184 001	26,10%	-11,90%
Engineering	143 226	1,50%	139 463	1,70%	-2,60%
RC	32 384	0,30%	94 593	1,10%	192,10%
RD/RS	32 030	0,30%	61 720	0,70%	92,70%
Transport	1 736 781	18,60%	895 587	10,70%	-48,40%
Automobile	4 883 967	52,40%	4 984 772	59,50%	2,10%
ADP	8 958	0,10%	19 531	0,20%	118,00%
Crédit	7 960	0,10%	2 260	0,0%	-71,60%
Total	9 323 212	100%	8 381 927	100%	-10,10%

Source : Elaboré par nos soins   partir des documents interne de la CAAR

En matière de sinistres réglés, nous constatons la même tendance que l'année 2018, les indemnités payées au profit des assurés s'élèvent à 8,3 milliards de dinars en 2019 contre 9,3 milliards de dinars en 2018, soit une relative stabilité.

#### 4. Capacités financières :

Les indicateurs clés de l'activité financière de la CAAR attestent sa solidité au plan national.

Un dispositif réglementaire impose à l'ensemble des compagnies d'assurance de se conformer aux seuils minimal de constitution de la marge de solvabilité et de respecter les engagements réglementés conformément aux dispositions du décret exécutif n°13-114 du 28 mars 2013, afin de sauvegarder les intérêts des assurés.

La solvabilité doit être égale au moins à :

- 15% du montant des dettes techniques,
- 20% du montant de la production (Chiffre d'affaires) nette de réassurance.

**Tableau (III.2) : Marge de solvabilité de la CAAR**

Année	2015	2016	2017	2018	2019
Marge de solvabilité	21 213 115	21 108 695	20 857 818	21 289 488	21 889 457
dettes techniques	22 096 995	19 365 775	18 817 089	17 938 727	18 532 433
Primes nette	17 263 277	15 077 639	15 154 026	15 195 068	15 365 095
Fonds propres	18 446 187	17 590 579	19 653 792	19 901 344	20 455 302
Marge de Solvabilité/dettes techniques	96%	109%	111%	119%	118%
Marge de Solvabilité/Primes nette	123%	140%	138%	140%	142%
Marge de Solvabilité/ fonds propres	115%	120%	106%	107%	107%

*Source : Elaboré par nos soins à partir des documents internes de la CAAR.*

S'agissant de la marge de solvabilité de la CAAR, les seuils minimum réglementaires ont été largement dépassés. La solvabilité représente en 2019 une proportion de 118% des dettes techniques, sachant que le minimum requis est de 15%. Elle représente ainsi 142% en 2019 des primes nettes, sachant que le minimum requis est de 20%.

Concernant la représentation des engagements réglementés, le taux de représentation est de 107% en 2019, donc, la compagnie est en conformité à la réglementation.

### 5. La politique de réassurance au sein de la CAAR

La CAAR dispose d'une Direction Centrale de Réassurance, sachant que lors de la création de la CAAR, la fonction de réassurance lui a été attribuée au titre de la cession légale des sociétés étrangères qui exerçaient en Algérie à l'époque.

La direction de réassurance est rattachée à la Direction Générale Adjoint Technique et Commercial. Cette direction est subdivisée en trois sous directions :

- Sous-direction de la réassurance non marine : concerne les branches incendie et pertes d'exploitation et engineering.
- Sous-direction de la réassurance marine : concerne la branche Transport avec toutes les branches afférentes.
- Sous-direction des catastrophes naturelles et risques assimilés : concerne les branches catastrophe naturelles, responsabilité civile et l'assurance voyage à l'étranger.

#### 5.1 Situation de la Réassurance de la CAAR :

La politique arrêtée en matière de réassurance dans son plan prévisionnel 2018, a permis à la compagnie de consolider ses capacités de souscription à travers le basculement du mode de réassurance proportionnel vers le non proportionnel des principaux traités de la CAAR, non marine couvrant les branches incendie et engineering ainsi que le traité marine sur facultés.

**Tableau (III.3) : Situation de la Réassurance de la CAAR en 2019**

Branches	Production 2019	Cessions 2019	taux de cession	commissions reçues	Taux de commissions
Incendie	4 228 992	3 070 675	72,61%	432 772	14%
Engineering	1 297 252	880 061	67,84%	140 718	16%
RC	850 358	354 337	41,67%	34 779	10%
RD/RS	367 814	19 253	5,23%	3 955	21%
Cat-Nat	967 412	716 621	74,08%	67 672	9%
Total IARD	7 711 828	5 040 947	65,37%	679 896	13%
Transport	2 003 255	1 287 321	64,26%	89 005	7%
Automobile	5 625 386	8 191	0,15%	410	5%
ADP	-	-	0,00%	-	0%
Crédit	24 626	-	0,00%	-	0%
Total GL	15 365 095	6 336 459	41,24%	769 311	12%

Source : Document interne de la CAAR

**Tableau (III.4) : Synthèse de l'activité de réassurance**

Branche			Variation	
	2018	2 019	Absolue	Relative
Cessions	5 753 787	6 336 459	582 672	10%
Commissions	670 474	769 311	98 837	15%
Taux de cessions	38%	41%		9%
Taux de commissions	12%	12,14%		1,17%

*Source : Document interne de la CAAR*

L'activité de la réassurance se caractérise en 2019 par les principaux éléments suivants :

- Les primes cédées ont atteint 6,3 milliards de dinars avec une croissance de 10% par rapport à l'année précédente.
- La proportion des primes cédées par rapport aux primes émises en 2019 est de 41,24% contre 38% en 2018.
- Les commissions reçues des réassureurs passent de 670 millions de dinars en 2018 à 769 millions de dinars en 2019, soit une croissance de 15%.
- Les commissions se répartissent comme suit :
  - Sur traités : 1,9 milliards de dinars du total des cessions globales, avec une part de 31%.
  - Sur facultatives : 4,3 milliards de dinars du total des cessions globales avec une part de 69%.

### **5.2 Politique de sécurité de la CAAR :**

La CAAR a retenu des relations privilégiées avec tous les courtiers de réassurance Londoniens tels que :

- WILLIS FEBER ;
- UNITEED INSURANCE BROCKERS (UIB) ;
- MARSH ;

La CAAR offre à ses clients un maximum de sécurité à travers la participation des compagnies de Réassurance de renommées mondiale telles que :

- SCOR (paris);
- CCR Alger ;
- Swiss Re ;
- Munich Re ;
- LLOYD'S ;
- AFRICA-RE ;
- Gerling Cruppe ;

- Arig London ;
- SIRUIS ;
- ODYSSEY RE

En termes de capacité de souscription, la CAAR dispose de la plus grande capacité de souscription au niveau national, ce qui lui permet de répondre aux exigences des clients en matière de couverture.

### Section 3 : Tarification par la méthode déterministe « Burning-Cost »

La CAAR a retenu le traité proportionnel pour la branche Transport, et en 2018, elle a changé vers le non proportionnel. Dans cette étude, nous nous intéressons aux traités de réassurance en excédent de sinistre appliqués sur le portefeuille de la branche Transport de la CAAR. Notre objectif est de déterminer le prix de réassurance pour l'année 2020 pour chaque tranche XS du programme de réassurance.

#### 1. Présentation des données

La Direction de la réassurance marine a mis à notre disposition une base de données du portefeuille Transport sur facultés pour la période 2010-2019 sous la forme de bordereaux de sinistres et bordereaux de production. A partir de ces bordereaux, nous avons extrait les coûts des sinistres et leurs fréquences.

##### 1.1 Définition des variables retenus :

Nous avons retenu trois variables tarifaires :

- Le coût de sinistres : c'est le montant de dommage constaté pour chaque sinistre.
- La fréquence de sinistre : C'est le nombre des sinistres survenus durant une période déterminée.
- L'assiette des primes : C'est le montant des primes encaissées sur une année pour l'ensemble des affaires de la Branche marine sur facultés couvertes par le programme non proportionnel.

##### 1.2 Analyse du portefeuille retenu :

L'objectif de notre étude consiste à établir une cotation de la tranche **P XS f** avec la priorité (franchise) **f** et la portée **P**, selon les tranches de cotation ci-dessous, afin de suivre l'impact du niveau de portée sur le prix de la réassurance, qui nous permettra de comparer les résultats dégagés par les deux méthodes.

Tableau (III.5) : Options de programme à tarifier

Options	Portée	Priorité	Tranche à tarifier
1ere Tranche	90 000 000	10 000 000	90 000 000 XS 10 000 000
2eme Tranche	200 000 000	100 000 000	200 000 000 XS 100 000 000
3eme Tranche	300 000 000	300 000 000	300 000 000 XS 300 000 000

## CHAPITRE 3 : PARTIE EMPIRIQUE

<b>4<sup>ème</sup> Tranche</b>	400 000 000	600 000 000	400 000 000 XS 600 000 000
<b>5<sup>ème</sup> Tranche</b>	300 000 000	1 000 000 000	300 000 000 XS 1 000 000 000

*Source : Document interne de la CAAR*

### **1.3 Les primes encaissées relatives à la période de notre étude :**

Les primes encaissées de la branche marine sur facultés de la CAAR relatives aux exercices 2010-2019 sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau (III.6) : Les primes encaissées**

<b>Année</b>	<b>Assiette de prime</b>
<b>2010</b>	<b>619 954 838,55</b>
<b>2011</b>	<b>621 390 095,69</b>
<b>2012</b>	<b>614 620 031,44</b>
<b>2013</b>	<b>613 282 673,56</b>
<b>2014</b>	<b>580 519 547,38</b>
<b>2015</b>	<b>580 710 841,90</b>
<b>2016</b>	<b>586 257 699,18</b>
<b>2017</b>	<b>613 033 122,51</b>
<b>2018 XL</b>	<b>485 569 897,35</b>
<b>2019 XL</b>	<b>484 557 104,44</b>
<b>2020 Prévisionnel</b>	<b>600 000 000,00</b>

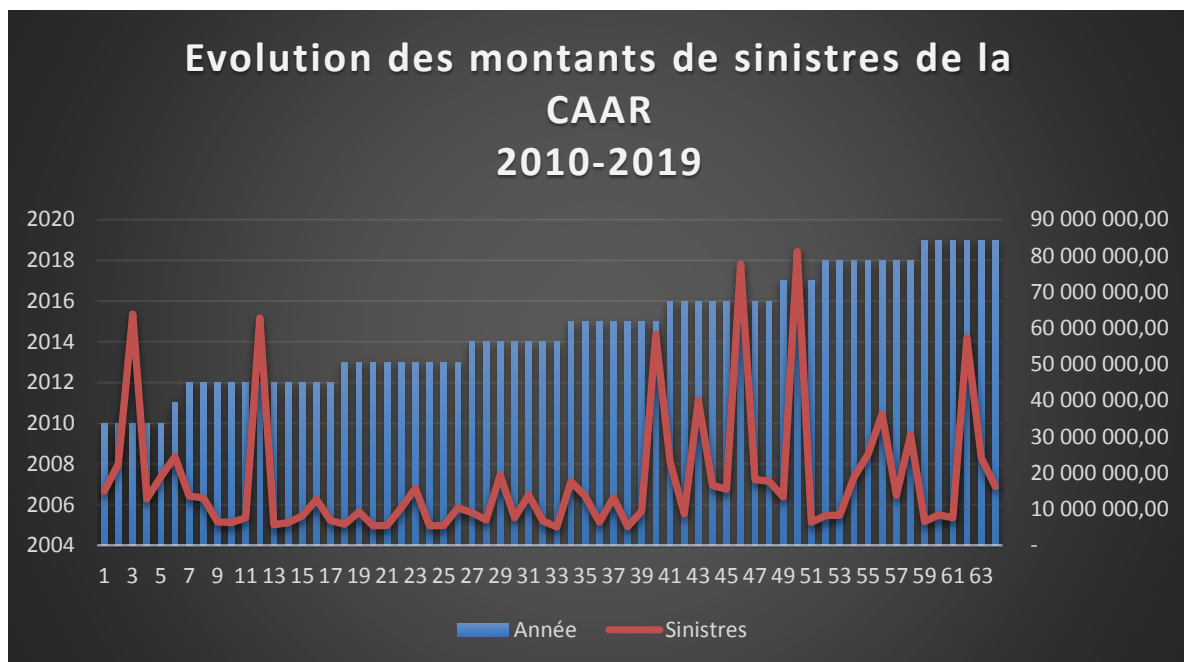
*Source : Document interne de la CAAR*

### **1.4 Les montants des sinistres relatifs à la période de notre étude :**

La Direction de réassurance marine a mis à notre disposition les montants des sinistres graves relatifs à la période 2010-2019. Les sinistres graves sont les sinistres qui dépassent 50% de la priorité de la compagnie qui est égale à 5 000 000 DA.

L'évolution des montants de sinistres graves de la CAAR est présentée dans la figure ci-dessous :

Figure (III.4) : Evolution des montants de sinistres graves de la CAAR 2010-2019



Source : Elaboré par nos soins.

Sur l'horizon de notre étude, les années 2017 et 2016 comportent les sinistres les plus importants de la période, un montant de 81 170 630 DA, du au sinistre de la filiale de CEVITAL pour l'année 2017, et un montant de 77 740 595 DA, du au sinistre d'une entreprise d'importation de produits alimentaires humaine et divers pour l'année 2016.

## 2. Application de la méthode du Burning Cost sur le portefeuille marine de la CAAR

Nous rappelons que la méthode de Burning Cost est utilisée lorsque les sinistres déjà survenus dans le passé sont considérés représentatifs des sinistres qui sont susceptibles de se produire durant l'année de tarification.

Nous allons calculer la prime de réassurance pour l'année 2020 en utilisant :

- L'historique des sinistres dépassant la priorité du traité pour la période 2010-2020.
- Les limites du traité qu'elle souhaite conclure, à savoir la portée et la priorité.
- Les assiettes de primes antérieures à l'année de tarification, ainsi que l'assiette de prime prévisionnelle relative à l'année de tarification.

### 2.1 La démarche de tarification :

Afin de calculer la prime de réassurance de la CAAR pour le traité en Excédent de sinistre de la branche marine en utilisant la méthode de Burning Cost, nous allons suivre la démarche suivante :



## 2.1 Première étape : Préparation des données

### 2.1.1 La mise en place de la statistique AS-If :

On rappelle que la mise en place de la statistique As-if consiste à créer une base homogène sur la période de 2010 à 2019 à partir des coefficients de revalorisation calculés sur la base d'un indice des prix à la consommation<sup>46</sup>.

#### A. Calcul du coefficient de revalorisation :

Nous allons utiliser l'indice des prix à la consommation présenté dans le tableau ci-dessous pour calculer les coefficients de revalorisation.

Nous remarquons que l'indice des prix à la consommation a une tendance haussière d'une année à l'autre.

**Tableau (III.7) : Evolution de l'indice des prix à la consommation et l'indice de revalorisation (2010-2020)**

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Indice de prix à la consommation	138,22	145,4	158,5	160	168,72	176,08	188,33	197,6	202,96	207,9	209,6
Indice de Revalorisation	1,5164	1,442	1,323	1,31	1,2423	1,1904	1,11294	1,061	1,03272	1,008	1

*Source : Elaboré par nos soins.*

#### B. Revalorisation des assiettes des primes :

La CAAR nous a communiqué les assiettes de primes relatives à l'horizon de notre étude (2010-2019) que nous avons revalorisée comme indiquée dans le tableau suivant :

**Tableau (III.8) : Assiettes des primes revalorisées**

Année	Assiette de primes	de Indice de Revalorisation	Assiette des primes Revalorisées
2010	619 954 838,55	1,516	940 113 834,176
2011	621 390 095,69	1,442	896 067 176,174
2012	614 620 031,44	1,323	812 874 549,410

<sup>46</sup>National Office of statistic, consulter sur le site : [ <https://www.ceicdata.com/en/algeria/consumer-price-index-2001100-algiers/consumer-price-index-cpi-algiers?fbclid=IwARIRjACG2ckXioPpHHUqRVnUsM29ThkhEfiQq8DcsBYJkhz7ZBUhp8132FA> ]

2013	613 282 673,56	1,308	801 896 745,961
2014	580 519 547,38	1,242	721 176 488,447
2015	580 710 841,90	1,190	691 259 611,894
2016	586 257 699,18	1,113	652 469 674,234
2017	613 033 122,51	1,061	650 196 045,330
2018 XL	485 569 897,35	1,033	501 455 707,946
2019 XL	484 557 104,44	1,008	488 519 331,840
2020 Prévisionnelle	600 000 000,00	1,000	600 000 000,000

*Source : Elaboré par nos soins.*

**C. Revalorisation des Sinistres :**

La revalorisation des sinistres est présentée dans l'annexe n°1

**2.2 Deuxième étape : Application de la méthode**

**2.2.1 Première Tranche : 90 000 000 XS 10 000 000**

**2.2.1.1 Calcul du taux pur de la première tranche :**

Le calcul du Burning Cost nécessite le calcul de la charge du réassureur après soustraction de la priorité des montants de sinistres revalorisés retenus.

Après avoir calculé la charge du réassureur, nous avons déterminé les taux du burning cost annuel à l'aide des assiettes de primes revalorisées.

Le détail des calculs sont présentés dans l'annexe n°2.

Nous avons ensuite calculé le Burning Cost moyen présenté dans le tableau suivant :

**Tableau (III.9) : Calcul de Burning Cost Moyen**

<b>Somme des charges XS</b>	<b>665 086 788,39</b>
<b>Somme des assiettes de primes</b>	7 156 029 165,41
<b>Burning Cost Moyen BCM</b>	9,29%

*Source : Elaboré par nos soins.*



commerciale pour la deuxième tranche (tranche non travaillante). Ce qui va de même pour les autres tranches.

Ceci est expliqué par le fait que cette méthode ne permet pas de tarifier les tranches non travaillantes.

**Tableau (III.13) : Primes commerciales des différentes tranches par la méthode de Burning Cost**

Méthode de Burning Cost

Tranche 1	<b>73 279 167,79</b>
Tranche 2	-
Tranche 3	-
Tranche 4	-
Tranche 5	-
Somme	<b>73 279 167,79</b>

*Source* : Elaboré par nos soins.

#### Section 4 : Tarification par la méthode probabiliste Pareto-Poisson

Cette partie sera consacrée à l'application de la méthode probabiliste Pareto-Poisson, afin de déterminer le prix de réassurance d'un traité en excédent de sinistre de la branche marine de la CAAR relative à l'année contractuelle 2020, en gardant les mêmes tranches que la méthode de Burning Cost.

Pour appliquer cette méthode, nous allons suivre les étapes suivantes :

- Première étape : Modélisation des montants des sinistres ( $X_i$ ) par une loi de Pareto.
- Deuxième étape : Modélisation de la fréquence des sinistres (N) par une loi de Poisson.
- Troisième étape : Détermination du prix de réassurance

On rappelle que pour appliquer cette méthode, deux hypothèses doivent être considérées :

Hypothèse 01 : Les variables représentant les montants de sinistres individuels sont indépendantes et identiquement distribuées.

Hypothèse 02 : L'indépendance entre la fréquence et le coût des sinistres.

##### 1. Application de la méthode probabiliste Pareto-Poisson

###### 1.1 Première étape : Modélisation des montants des Sinistres

Afin de pouvoir modéliser les montants des sinistres, nous allons supposer en premier temps que ces montants de sinistres suivent une loi de Pareto de paramètre  $\alpha$  que nous allons estimer. Ensuite, nous allons effectuer un test de Khi deux pour confirmer notre supposition.

En se basant sur les données que la CAAR a mis à notre disposition, notre échantillon de travail comporte 30 observations (N=30) qui représentent le nombre de sinistres retenus par la CAAR.

**1.1.1 Détermination du seuil d'observation  $X_0$  :**

Comme nous l'avons déjà défini, le seuil d'observation  $X_0$  est la valeur minimum du maximum atteint par les sinistres indexés et étalés sur tout l'horizon de l'étude.

En se basant sur la formule suivante :  $\widehat{X}_0 = \min_i(X_i)$ , nous avons dégagé le seuil d'observation, qui est égal à 11 989 422,62 DA.

**1.1.2 Estimation du paramètre  $\alpha$  par la méthode du maximum de vraisemblance :**

Le paramètre  $\alpha$  estimé à un point d'observation  $X_0 = 11\,989\,422,62$  DA est calculé dans le tableau ci-dessous, le détail de calcul est présenté dans l'annexe n°

**Tableau (III.14) : Estimation du paramètre  $\alpha$**

<b>N</b>	<b>30</b>
$\sum_{i=1}^{30} \ln \frac{X_i}{X_0}$	<b>23,11</b>
Alpha	<b>1,25</b>

*Source : Elaboré par nos soins.*

**1.1.3 Test de Khi deux :**

Le test de Khi deux consiste à vérifier si la statistique des montants de sinistres suit une loi de Pareto. Les hypothèses relatives à ce test sont :

- $H_0$  : La statistique des montants de sinistres suit une loi de Pareto de paramètre  $\alpha=1.25$ .
- $H_1$  : La statistique des montants de sinistres ne suit pas une loi de Pareto de paramètre  $\alpha=1.25$ .

**L'estimation de la statistique Khi deux D :**

Pour mettre en œuvre ce test, nous allons, en premier temps, regrouper les montants de sinistres individuels dans trois classes, ensuite nous calculons la statistique de khi deux D.

Le calcul de la statistique de Khi deux D est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau (III.15) : Le calcul de la statistique de Khi deux (Pareto)**

Classe	$n_k$	$p_k$	$N * p_k$	D
[11 989 423- 20 000 000[	<b>14</b>	<b>0,47</b>	<b>14,21</b>	<b>0,003183</b>
[20 000 000- 40 000 000[	<b>9</b>	<b>0,31</b>	<b>9,17</b>	<b>0,003178</b>

[30 000 000- 96 922 100,72[	<b>9</b>	<b>0,22</b>	<b>6,62</b>	<b>0,85856</b>
			<b>Khi deux calculé</b>	<b>0,86492</b>
			<b>Khi deux (3-1-1 ; 5%)</b>	<b>3,8400</b>

*Source : Elaboré par nos soins.*

La statistique de Khi deux calculée D est de 0.86, avec un niveau d'erreur de 5%, la table de Khi deux nous permet de lire la statistique :  $\chi^2_{(3-1-1;5\%)} = 3.84$ . Voir l'annexe n °4 de la table de khi deux.

 **Critère de décision :**

- $H_0$  est rejeté si  $D \geq \chi^2_{(3-1-1;5\%)}$ .
- $H_0$  est retenu si  $D \leq \chi^2_{(3-1-1;5\%)}$ .

 **Résultat du test :**

Nous remarquons que  $D \leq \chi^2_{(3-1-1;5\%)}$ . Donc, on accepte l'hypothèse  $H_0$  et on rejette l'hypothèse  $H_1$ .

Ce qui implique que les montants de sinistres suivent la loi de Pareto de paramètre  $\alpha=1.25$ .

**1.2 Deuxième étape : Modélisation de la fréquence des sinistres :**

Pour la modélisation de la fréquence des sinistres, nous allons d'abord revaloriser la fréquence des sinistres dépassant le seuil d'observation  $X_0$ .

Ensuite nous allons supposer que la fréquence des sinistres suit une loi de poisson et estimer le paramètre  $\lambda$ . Et enfin, nous allons effectuer un test de Khi deux pour confirmer notre hypothèse.

**1.2.1 Revalorisation de la fréquence des sinistres et l'estimation du paramètre  $\lambda$  :**

La revalorisation de la fréquence des sinistres et le paramètre  $\lambda$  estimé par la méthode de vraisemblance est présenté dans le tableau ci-dessous :

**Tableau (III.16) : L'estimation du paramètre  $\lambda$**

Année	Assiette de prime Revalorisée	Fréquence	Fréquence indexée
<b>2010</b>	940 113 834,18	2	1,28
<b>2011</b>	896 067 176,17	0	0,00
<b>2012</b>	812 874 549,41	4	2,95
<b>2013</b>	801 896 745,96	2	1,50
<b>2014</b>	721 176 488,45	2	1,66

## CHAPITRE 3 : PARTIE EMPIRIQUE

<b>2015</b>	691 259 611,89	3	2,60
<b>2016</b>	652 469 674,23	7	6,44
<b>2017</b>	650 196 045,33	4	3,69
<b>2018 XL</b>	501 455 707,95	4	4,79
<b>2019 XL</b>	488 519 331,84	2	2,46
	600 000 000,00	<b>Assiette de prime prévisionnelle 2020</b>	600 000 000,00
		<b>Somme des fréquences indexées</b>	27,36
		<b>lambda <math>\lambda</math></b>	<b>2,74</b>

*Source : Elaboré par nos soins.*

### 1.2.2 Test de Khi deux :

Nous allons vérifier dans ce test l'adéquation entre le modèle de Poisson et la fréquence de sinistres.

Les hypothèses relatives à ce test sont :

- $H_0$  : La fréquence des sinistres suit une loi de poisson de paramètre  $\lambda=2.74$ .
- $H_1$  : La fréquence des sinistres ne suit pas une loi de poisson de paramètre  $\lambda=2.74$

Cette étape est identique à celle de la modélisation du montant individuel de sinistres.

Le calcul est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau (III.17) : Le calcul de la statistique de Khi deux :**

K	$n_k$	$p_k$	$N \cdot p_k$	Q
<b>0</b>	1	0,065	1,94	0,46
<b>1</b>	0	0,177	5,32	5,32
<b>2</b>	4	0,243	7,28	1,48
<b>3</b>	1	0,221	6,64	4,79
<b>4</b>	3	0,151	4,54	0,52
<b>5</b>	0	0,083	2,49	2,49
<b>6</b>	0	0,038	1,13	1,13
<b>7</b>	1	0,015	0,44	0,70
			<b>Q</b>	<b>16,89</b>
			<b>Khi deux (6-1-0,1%)</b>	<b>18,4700</b>

*Source : Elaboré par nos soins.*

La statistique de Khi deux calculée  $Q$  est de 16,89 avec un niveau d'erreur de 0.1% la table de Khi deux nous permet de lire la statistique :  $\chi^2_{(6-1-1;0,1\%)} = 18,47$ . Voir l'annexe n°4 de la table de khi deux.

 **Critère de décision :**

- $H_0$  est rejetée si  $D \geq \chi^2_{(6-1-1;0,1\%)}$ .
- $H_0$  est retenu si  $D \leq \chi^2_{(6-1-1;0,1\%)}$ .

 **Résultat du test :**

Nous remarquons que  $D \leq \chi^2_{(6-1-1;0,1\%)}$ . Donc, on accepte l'hypothèse  $H_0$  et on rejette l'hypothèse  $H_1$ .

D'où, la loi de poisson de paramètre  $\lambda=2.74$  est bien adaptée pour modéliser la fréquence des sinistres.

**1.3 Troisième étape : Détermination du prix de réassurance**

La prime commerciale pour chaque tranche est présentée dans le tableau ci-dessous

Le détail des différents calculs, Prime pure, Taux de chargement de sécurité, est présenté dans les annexes n°5 et n°6.

**Tableau (III.18) : La prime commerciale par la méthode Pareto-Poisson**

	Taux de chargement de sécurité	de Prime pure en DA de	Prime commerciale en DA
<b>Tranche 1</b>	<b>0,05</b>	<b>43 788 069,70</b>	<b>60 825 384,59</b>
<b>Tranche 2</b>	<b>0,15</b>	<b>18 321 193,00</b>	<b>27 432 392,97</b>
<b>Tranche 3</b>	<b>0,20</b>	<b>9 183 790,02</b>	<b>14 405 945,14</b>
<b>Tranche 4</b>	<b>0,20</b>	<b>4 667 025,29</b>	<b>7 320 823,98</b>
<b>Tranche 5</b>	<b>0,20</b>	<b>2 699 645,01</b>	<b>4 234 737,26</b>

*Source : Elaboré par nos soins.*

En lisant le tableau, nous remarquons que la prime diminue avec la priorité, car les tranches ont moins de chance d'être touchées par la sinistralité.

La prime totale cédée au réassureur correspond à la somme des primes des cinq tranches.

La prime totale cédée en 2020 en DA 114 219 283,94

Pour bénéficier de la couverture de réassurance en Excédent de sinistre dans le portefeuille marine, la CAAR doit payer une prime de 114 219 283.94 DA.



**2. Comparaison entre les deux méthodes :**

A travers les méthodes développées précédemment, nous avons pu calculer la prime de réassurance pour l'année 2020. La direction de réassurance marine nous a fourni la prime réellement cédée par la CAAR du traité en excédent de sinistre pour l'année 2020, au titre de la branche Transport, qui est égale à 90 504 000 DA.

**Tableau (III.19) : Comparaison des résultats obtenus par les deux méthodes avec la prime de la CAAR.**

	Méthode Burning Cost	Méthode probabiliste
Prime estimé en DA	<b>73 279 167,79</b>	<b>114 219 283,94</b>
Ecart observé	- 17 224 832,21	23 715 283,94

*Source : Elaboré par nos soins.*

Nous remarquons que la méthode de Burning Cost a fourni une prime inférieure à celle de la méthode probabiliste. Cette prime est proche de la prime réellement cédée par la CAAR mais avec un écart négative de 17 224 832,21 DA.

La méthode probabiliste a fourni une prime supérieure à celle cédée réellement par la CAAR, avec un écart positif de 23 715 283,94 DA. Nous pouvons dire que cette méthode fourni une bonne approximation de la prime, parce que si la CAAR adopte la méthode de Burning Cost pour estimer le prix de la réassurance, elle courra le risque de sous tarification de ce prix.

Le tableau ci-dessous présente les primes estimés pour chaque tranche par les deux méthodes développées, ainsi que les primes de la CAAR pour chaque tranche.

**Tableau (III.20) : Comparaison des résultats pour chaque tranche**

Les résultats obtenus à travers les méthodes Prime de la CAAR pour l'année 2020  
utilisées dans la partie empirique

	Méthode Burning Cost 2	Méthode probabiliste	Taux de prime (Méthode probabiliste)	Taux de prime CAAR	PMD à 100% CAAR
Tranche 1	73 279 167,79	60 825 384,59	10,13756%	6,805%	40 830 000,00
Tranche 2	-	27 432 392,97	4,572%	3,657%	21 942 000,00
Tranche 3	-	14 405 945,14	2,401%	1,984%	11 904 000,00
Tranche 4	-	7 320 823,98	1,220%	1,533%	9 198 000,00
Tranche 5	-	4 234 737,26	0,706%	1,105%	6 630 000,00
<b>Somme</b>	<b>73 279 167,79</b>	<b>114 219 283,94</b>		<b>Somme</b>	<b>90 504 000,00</b>

*Source : Elaboré par nos soins.*

Nous remarquons que la méthode de Burning Cost ne permet pas de calculer la prime de la deuxième tranche est nulle, car la CAAR n'a enregistré aucun sinistre revalorisé qui touche ses tranches. D'où, nous pouvons dire que cette méthode ne permet pas d'estimer le prix de réassurance pour les tranches non travaillantes, ce qui ne permet pas de faire une bonne prédiction de la prime totale cédée.

Concernant la méthode probabiliste, il y a un écart important entre la prime estimée et la prime réellement cédée pour la première tranche, ce qui est expliqué par la forte sinistralité dans cette tranche qui est une tranche travaillante. Tandis que les primes estimées pour les autres tranches par cette méthode sont très proches de la réalité. D'où l'avantage de cette méthode.

D'après les résultats dégagés par ces deux méthodes, nous pouvons conclure que :

La CAAR peut opter sur la méthode probabiliste pour estimer le prix de réassurance des tranches non travaillante, car cette méthode donne une bonne estimation pour ses tranches.

### 3. Analyse de l'apport d'un traité en excédent de sinistre sur les résultats de la CAAR :

#### 3.1 Calcul de la prime cédée

Prime cédée de l'exercice N = Prime cédée N + Prime cédée reportée N – Prime cédée à reporter N

D'après le tableau ci-dessous, nous remarquons que le montant de primes cédées est assez important durant les trois premières années, ce qui est dû au partage proportionnel du risque entre la CAAR et le réassureur. Contrairement aux années 2018 et 2019, où la CAAR a tournée vers le non proportionnel, ce qui explique la chute des montants de prime cédée en 2018.

**Tableau (III.21) : Prime cédée**

Année	Prime cédée
2015	460 963 706,00
2016	411 313 445,00
2017	400 714 224,00
2018	112 268 132,00
2019	72 690 033,00

*Source : Elaboré par nos soins.*

### 3.2 Calcul du taux de cession de la branche Transport

$$\text{Taux de cession} = \frac{\text{Prime cédées} + \text{Prime cédées reporté} - \text{Prime reportées}}{\text{Production} + \text{prime reportées} - \text{prime à reportées}}$$

D'après le tableau ci-dessus, nous remarquons que le taux de cession de la CAAR est en diminution du moment où elle a opté pour le traité en Excédent de sinistre. Le taux de cession est passé de 71.21% en 2017 à 21.29% en 2018. Ce qui veut dire que la CAAR prend plus de risque et joue le rôle de l'assureur et non pas de l'intermédiaire d'assurance.

**Tableau (III.22) : Taux de cession de la CAAR**

Année	Taux de cession
2015	70,47%
2016	74,06%
2017	71,62%
2018	21,29%
2019	13,87%

*Source : Elaboré par nos soins.*

### 3.3 Le résultat de réassurance :

$$\text{Résultat de la réassurance} = \text{Prime cédé} + \text{prime cédé reporté} - \text{prime cédé à reportées} - \text{commission} - \text{sinistre à la charge de la réassurance}$$

D'après le tableau ci-dessous, nous remarquons que le résultat de la réassurance est positif sauf pour l'année 2018.

Effectivement, la CAAR a enregistré un résultat négatif de 80 421 820 DA, qui coïncide avec l'année de l'instauration des traités en Excédent de Sinistre de la Branche. Cette année est non fiable pour l'analyse de la stratégie de réassurance.

En effet, la CAAR a enregistré un résultat de réassurance positif en 2019 qui est égal à 136 885 473 DA. Mais ces résultats restent insuffisants pour évaluer la couverture de la branche transport maritime.

**Tableau (III.23) : Résultat de la réassurance**

Résultat de la réassurance

2015	226 248 772,51
2016	71 799 740,04
2017	97 616 998,91
2018	<b>- 80 421 820,98</b>
2019	136 885 473,56

*Source : Elaboré par nos soins.*

Dans le cadre de ce chapitre, nous avons présenté en premier temps la Compagnie Algérienne d'Assurance et de Réassurance CAAR ainsi que ses activités techniques.

Ensuite, nous nous sommes intéressés à la tarification d'un traité en Excédent de sinistre pour la branche marine de la CAAR. Nous avons opté pour la méthode déterministe « Burning Cost » ainsi que la méthode probabiliste Pareto-Poisson. Notre objectif était de déterminer le prix de réassurance pour chaque tranche du programme XS de l'année contractuelle 2020.

A partir des résultats obtenus, nous pouvons conclure que dans la pratique, il n'y a pas une méthode meilleure qu'une autre. Le choix entre ces méthodes varie du fait qu'on veut tarifier une tranche travaillante ou non travaillante.

La méthode de Burning Cost nous a permis d'avoir une prime totale proche de la prime cédée réellement par la CAAR. Mais son inconvénient c'est qu'en cas d'absence de sinistres dépassant la priorité dans le passé, la tarification ne peut pas se faire. D'où cette méthode ne permet pas de tarifier les tranches non travaillantes.

Tandis que la méthode probabiliste, nous a permis d'obtenir des primes très proches des primes réellement cédées par la CAAR pour les tranches non travaillantes. Ainsi, cette méthode permet d'évaluer la fréquence des sinistres et les montants des sinistres en modélisant la fréquence par une loi de poisson et les montants des sinistres par une loi de Pareto, ce qui constitue l'avantage de cette méthode. D'où la CAAR peut opter pour cette méthode afin d'estimer le prix de la réassurance car elle permet de tarifier les tranches travaillantes et non travaillantes en même temps.

L'effet sur le résultat dû à la nouvelle stratégie de la CAAR, Changement du traité proportionnel au traité non proportionnel en 2018, n'est pas clair.

A decorative orange border with rounded corners and a scroll-like effect on the left and right sides, framing the text.

## **CONCLUSION GENERALE**

# Conclusion générale

---

## Conclusion générale

Les assurances font aujourd'hui partie intégrante de notre vie. La réassurance, en revanche, reste quasiment inconnue par le grand public. Pourtant, elle joue un rôle extrêmement important, non seulement dans la prise en charge des risques, mais aussi comme moteur de la croissance et du progrès économique.

La réassurance est donc l'assurance des sociétés d'assurance, considérée comme une répartition verticale du risque. Il convient de noter qu'il existe plusieurs types de réassurance, à savoir, les traités de réassurance proportionnelle et les traités de réassurance non proportionnelle, et l'assureur peut faire plusieurs combinaisons de plusieurs types de traité de réassurance. L'assureur dans ce cas, se trouve obligé de choisir un programme de réassurance adéquat à son activité et conforme aux particularités de chaque branche. En effet l'assureur doit établir une stratégie de réassurance adéquate à son portefeuille d'assurance.

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux traités de réassurance non proportionnelle en excédent de sinistre. Notre problématique s'est accentuée sur le choix de la méthode de tarification la plus adéquate d'un traité en excédent de sinistre pour la branche Transport de la CAAR, qui a commencé récemment à souscrire ce type de traité pour cette branche.

La méthode déterministe de Burning Cost représente un rapport entre la charge des sinistres et l'assiette des primes. Tandis que la méthode probabiliste Pareto-Poisson représente une analyse plus approfondie des risques en modélisant des variables tarifaires.

Dans le cadre de la partie empirique de ce mémoire, nous avons appliqué ces deux méthodes de tarification. Dans un premier temps la méthode de Burning Cost nous a permis de dégager une prime inférieure à celle réellement cédée par la CAAR. En outre, cette méthode risque d'être inutile dans le cas d'absence de sinistres dépassant la priorité dans le passé. D'où elle ne permet pas de tarifier les tranches non travaillantes en cas d'absence de la charge des sinistres dépassant la priorité.

Ensuite, nous avons appliqué la méthode probabiliste Pareto-Poisson, son avantage c'est qu'elle permet de modéliser les montants de sinistres ainsi que la fréquence et établir le lien entre eux. Nous avons dégagé une prime proche à celle réellement cédée par la CAAR et supérieure à celle de Burning Cost. Elle nous a donné la meilleure prédiction de la prime, car elle nous a permis de tarifier les tranches travaillantes et non travaillantes.

En conclusion, nous pouvons dire que la méthode probabiliste est la plus adéquate pour tarifier les traités en excédent de sinistres en se basant sur les données historiques, ce qui permettra aux chargés de la réassurance au sein de la CAAR de mieux négocier les traités de réassurance en excédent de sinistre dans cette branche.

Face au manque de données observées, l'historique de sinistre ne constitue pas souvent une base fiable pour refléter le comportement de la sinistralité future, d'où ces méthodes basées sur l'expérience introduisent une forte volatilité dans la tarification. Dans ce contexte, nous recommandons l'utilisation de nouvelles méthodes de tarification alternative, qui permettent

## Conclusion générale

---

d'affranchir les contraintes liées aux manques de données. Citant la méthode de Monte Carlo qui permet de simuler des sinistres, qui reflète le comportement du portefeuille et qui prend en considération tous les scénarios possibles sur la sinistralité.

Par ailleurs, nous souhaitons que les points traités dans ce mémoire soient approfondies en favorisant l'utilisation des techniques actuarielles et statistiques notamment :

- L'application des méthodes de simulation de Monte Carlo pour la tarification de ces traités.
- Développement d'un processus de tarification pour une branche à développement longue.





# **BIBLIOGRAPHIE**

# Bibliographie

---

## Bibliographie

### Ouvrage :

- Blondeau.J & Patrat.C, « *La réassurance, Approche technique* », Economica, France, 2003.
- Denuit.M & Charpentier.A, « *Mathématiques de l'assurance non vie : Tarification et provisionnement* », Tome 2, édition Economica, Paris, 2009.
- Golfard.B & Pardoux.C, « *Introduction à la méthode statistique : manuel et exercices corrigés* », Dunod, Paris, 2011.
- Veysseyre.R, « *Statistique et probabilités pour l'ingénieur* », Dunod, Paris, 2006.

### Revue :

- IRodolfo Wehrhahn, « *Introduction to Reinsurance* », Revue World Bank, 2009.
- Swiss Re, « *Introduction à la réassurance* », 2003.
- Swiss Re, « *Le guide essentiel de la réassurance* », 2016.
- Peugeot Patrick, « *Pourquoi les assureurs se réassurent-ils ?* », Revue d'économie financière n°11, 1989.

### Article:

- « *A quoi sert la réassurance* », Académia.
- Bilel Bourghod, « *La réassurance technique et marchés* », Séminaire, Université Ferhat Abbas, 2011.
- JEROME Speroni, « *Le renouveau des conventions de réassurance, Cahier pratique* ».

### Cours :

- Arthur Charpentier, « *Cours Actuariat IARD : Réassurance et grands risques* », Université du Québec Montréal, 2013.
- Bechir Elloumi, « *Cours du module de la réassurance* », IFID, 2020.
- Brahim Benkhalifa, « *La réassurabilité des risques de masses et des grands risques* », Atelier Doctoral, ENSSEA, 2018.

### Mémoire :

- El Madhi Belhoudji, « *Tarification des traités en excédant de sinistre de la branche Responsabilité Civile : une approche entre expérience et exposition* », 2014.

## Bibliographie

---

- Yan Chen, « *Détermination des programmes de réassurance optimaux d'une société d'assurance non-vie dans le cadre de solvabilité II* », Université Paris Dauphine.

### **Les Documents officiels :**

- L'ordonnance 06-04 du 20 février 2006.
- L'ordonnance 95-07 du 25 janvier 1995.

### **Sites internet :**

- [www.argusdelassurance.com](http://www.argusdelassurance.com)
- [www.ressources-actuarielles.net](http://www.ressources-actuarielles.net)
- [www.swiss-re.com](http://www.swiss-re.com)
- [www.atlass-magazine.com](http://www.atlass-magazine.com)



# **ANNEXES**

## Annexes

---

### Annexes

#### Annexe 1 : Revalorisation des montants de sinistres retenus

Année	Sinistres retenues	Indice de revalorisation	Sinistre Indexés
2010	63 914 946,38	1,52	96 922 100,72
2010	18 975 108,39	1,52	28 774 292,57
2012	13 630 647,72	1,32	18 027 408,90
2012	13 111 021,50	1,32	17 340 169,78
2012	36 216 859,87	1,32	47 899 128,15
2012	62 862 715,63	1,32	83 139 987,36
2013	10 366 316,09	1,31	13 554 459,47
2013	15 766 369,83	1,31	20 615 290,81
2014	11 604 115,20	1,24	14 415 733,43
2014	13 946 594,16	1,24	17 325 783,17
2015	17 625 828,41	1,19	20 981 222,37
2015	13 210 967,76	1,11	14 703 015,15
2015	58 193 200,00	1,06	61 720 952,94
2016	22 954 449,84	1,11	25 546 926,60
2016	40 126 237,80	1,11	44 658 097,19
2016	16 604 787,30	1,11	18 480 132,84
2016	15 472 943,20	1,11	17 220 458,21
2016	77 740 595,10	1,11	86 520 621,96
2016	18 144 000,00	1,11	20 193 184,30
2016	17 687 047,27	1,11	19 684 623,31
2017	81 170 630,12	1,06	86 091 306,92
2017	13 302 173,75	1,06	14 108 570,07
2017	31 320 000,00	1,06	33 218 662,08
2017	11 304 149,32	1,06	11 989 422,62
2018	18 739 099,55	1,03	19 352 164,30
2018	25 151 107,33	1,03	25 973 946,08
2018	13 788 848,31	1,03	14 239 961,60
2018	30 505 647,65	1,03	31 503 664,50
2019	16 336 340,61	1,01	16 469 923,00
2019	24 217 550,92	1,01	24 415 578,03

## Annexes

### Annexe 2 : Calcul du Burning Cost Moyen

Année	Sinistre Revalorisé	charge du réassureur	Assiette de prime rev	BC annuelle
2010	96 922 100,72	86 922 100,72		
2010	28 774 292,57	18 774 292,57		
Total 2010	125 696 393,28	105 696 393,28	940 113 834,18	11,24%
2011	-	-		
2011	-	-	896 067 176,17	0,00%
2012	18 027 408,90	8 027 408,90		
2012	17 340 169,78	7 340 169,78		
2012	47 899 128,15	37 899 128,15		
2012	83 139 987,36	73 139 987,36		
Total 2012	166 406 694,18	126 406 694,18	812 874 549,41	15,55%
2013	13 554 459,47	3 554 459,47		
2013	20 615 290,81	10 615 290,81		
Total 2013	34 169 750,27	14 169 750,27	801 896 745,96	1,77%
2014	14 415 733,43	4 415 733,43		
2014	17 325 783,17	7 325 783,17		
Total 2014	31 741 516,60	11 741 516,60	721 176 488,45	1,63%
2015	20 981 222,37	10 981 222,37		
2015	14 703 015,15	4 703 015,15		
2015	61 720 952,94	51 720 952,94		
Total 2015	97 405 190,46	67 405 190,46	691 259 611,89	9,75%
2016	25 546 926,60	15 546 926,60		
2016	44 658 097,19	34 658 097,19		
2016	18 480 132,84	8 480 132,84		
2016	17 220 458,21	7 220 458,21		
2016	86 520 621,96	76 520 621,96		
2016	20 193 184,30	10 193 184,30		
2016	19 684 623,31	9 684 623,31		
Total 2016	232 304 044,40	162 304 044,40	652 469 674,23	24,88%
2017	86 091 306,92	76 091 306,92		
2017	14 108 570,07	4 108 570,07		
2017	33 218 662,08	23 218 662,08		
2017	11 989 422,62	1 989 422,62		
Total 2017	145 407 961,69	105 407 961,69	650 196 045,33	16,21%
2018	19 352 164,30	9 352 164,30		
2018	25 973 946,08	15 973 946,08		
2018	14 239 961,60	4 239 961,60		
2018	31 503 664,50	21 503 664,50		

## Annexes

Total 2018	91 069 736,48	51 069 736,48	501 455 707,95	10,18%
2019	16 469 923,00	6 469 923,00		
2019	24 415 578,03	14 415 578,03		
Total 2019	40 885 501,03	20 885 501,03	488 519 331,84	4,28%
	Somme	788,39	665 086 7 156 029	165,41 9,29%

### Annexe 3 : Estimation du paramètre $\alpha$

Année	Sinistre Revalorisé	$\ln(X_i/X_0)$
2010	96 922 100,72	2,09
2010	28 774 292,57	0,88
2012	18 027 408,90	0,41
2012	17 340 169,78	0,37
2012	47 899 128,15	1,39
2012	83 139 987,36	1,94
2013	13 554 459,47	0,12
2013	20 615 290,81	0,54
2014	14 415 733,43	0,18
2014	17 325 783,17	0,37
2015	20 981 222,37	0,56
2015	14 703 015,15	0,20
2015	61 720 952,94	1,64
2016	25 546 926,60	0,76
2016	44 658 097,19	1,32
2016	18 480 132,84	0,43
2016	17 220 458,21	0,36
2016	86 520 621,96	1,98
2016	20 193 184,30	0,52

## Annexes

---

2016	19 684 623,31	0,50
2017	86 091 306,92	1,97
2017	14 108 570,07	0,16
2017	33 218 662,08	1,02
2017	11 989 422,62	-
2018	19 352 164,30	0,48
2018	25 973 946,08	0,77
2018	14 239 961,60	0,17
2018	31 503 664,50	0,97
2019	16 469 923,00	0,32
2019	24 415 578,03	0,71
	Somme	23,11
	N	30,00
	Alpha	1,25



## Annexes

### Annexe 4 : Table de Khi-Deux

$\alpha$ n	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,45	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	10,83
2	0,00	0,01	0,02	0,05	0,10	0,21	1,39	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60	13,82
3	0,02	0,07	0,11	0,22	0,35	0,58	2,37	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84	16,27
4	0,09	0,21	0,30	0,48	0,71	1,06	3,36	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86	18,47
5	0,21	0,41	0,55	0,83	1,15	1,61	4,35	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75	20,51
6	0,38	0,68	0,87	1,24	1,64	2,20	5,35	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55	22,46
7	0,60	0,99	1,24	1,69	2,17	2,83	6,35	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28	24,32
8	0,86	1,34	1,65	2,18	2,73	3,49	7,34	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95	26,12
9	1,15	1,73	2,09	2,70	3,33	4,17	8,34	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59	27,88
10	1,48	2,16	2,56	3,25	3,94	4,87	9,34	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19	29,59
11	1,83	2,60	3,05	3,82	4,57	5,58	10,34	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76	31,26
12	2,21	3,07	3,57	4,40	5,23	6,30	11,34	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30	32,91
13	2,62	3,57	4,11	5,01	5,89	7,04	12,34	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82	34,53
14	3,04	4,07	4,66	5,63	6,57	7,79	13,34	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32	36,12
15	3,48	4,60	5,23	6,26	7,26	8,55	14,34	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80	37,70
16	3,94	5,14	5,81	6,91	7,96	9,31	15,34	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27	39,25
17	4,42	5,70	6,41	7,56	8,67	10,09	16,34	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72	40,79
18	4,90	6,26	7,01	8,23	9,39	10,86	17,34	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16	42,31
19	5,41	6,84	7,63	8,91	10,12	11,65	18,34	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58	43,82
20	5,92	7,43	8,26	9,59	10,85	12,44	19,34	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00	45,31
21	6,45	8,03	8,90	10,28	11,59	13,24	20,34	29,62	32,67	35,48	38,93	41,40	46,80
22	6,98	8,64	9,54	10,98	12,34	14,04	21,34	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80	48,27
23	7,53	9,26	10,20	11,69	13,09	14,85	22,34	32,01	35,17	38,08	41,64	44,18	49,73
24	8,08	9,89	10,86	12,40	13,85	15,66	23,34	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56	51,18
25	8,65	10,52	11,52	13,12	14,61	16,47	24,34	34,38	37,65	40,65	44,31	46,93	52,62
26	9,22	11,16	12,20	13,84	15,38	17,29	25,34	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29	54,05
27	9,80	11,81	12,88	14,57	16,15	18,11	26,34	36,74	40,11	43,19	46,96	49,65	55,48
28	10,39	12,46	13,56	15,31	16,93	18,94	27,34	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99	56,89
29	10,99	13,12	14,26	16,05	17,71	19,77	28,34	39,09	42,56	45,72	49,59	52,34	58,30
30	11,59	13,79	14,95	16,79	18,49	20,60	29,34	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67	59,70
31	12,20	14,46	15,66	17,54	19,28	21,43	30,34	41,42	44,99	48,23	52,19	55,00	61,10
32	12,81	15,13	16,36	18,29	20,07	22,27	31,34	42,58	46,19	49,48	53,49	56,33	62,49
33	13,43	15,82	17,07	19,05	20,87	23,11	32,34	43,75	47,40	50,73	54,78	57,65	63,87
34	14,06	16,50	17,79	19,81	21,66	23,95	33,34	44,90	48,60	51,97	56,06	58,96	65,25
35	14,69	17,19	18,51	20,57	22,47	24,80	34,34	46,06	49,80	53,20	57,34	60,27	66,62

### Annexe 5 : Calcul de la prime pure (Pareto-Poisson)

				E(y)	E(N)	Prime pure en DA	
Première tranche	90 000 000	XS	10 000 000	16 002 065,31	2,74	43 788 069,70	7,30%
Deuxième tranche	200 000 000	XS	100 000 000	6 695 360,83	2,74	18 321 193,00	3,05%
Troisième tranche	300 000 000	XS	300 000 000	3 356 156,34	2,74	9 183 790,02	1,53%
Quatrième tranche	300 000 000	XS	600 000 000	1 705 534,04	2,74	4 667 025,29	0,78%
Cinquième tranche	300 000 000	XS	1 000 000 000	986 567,71	2,74	2 699 645,01	0,45%

## Annexes

---

### Annexe 6 : Calcule du chargement de sécurité (Pareto-Poisson)

	<i>Tranche 1</i>	<i>Tranche 2</i>	<i>Tranche 3</i>	<i>Tranche 4</i>	<i>Tranche 5</i>
<i>La variance de la charge du réassureur (Var(SN))</i>	3 010 386 609 756 200	2 840 010 890 768 870	2 359 179 528 529 130	1 281 746 933 438 490	765 516 387 368 362
<i>Ecart type de la charge du réassureur en DA</i>	54 866 990,16	53 291 752,56	48 571 385,90	35 801 493,45	27 667 966,81
<i>Le taux de chargement de sécurité</i>	6,27%	14,54%	20,00%	20,00%	20,00%



**TABLE DES MATIERES**

# Table de matières

---

## Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

LISTE DES ABREVIATION

Sommaire

Introduction générale.....	A
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION A LA REASSURANCE.....	2
Section 1 : Présentation de la Réassurance .....	3
1. Histoire et origine de l'assurance et de la réassurance :.....	3
2. L'utilité technique et économique de la réassurance :.....	3
3. Impact de la réassurance sur l'assureur direct :.....	4
4. Définition de la réassurance :.....	5
Section 2 : Forme technique de la réassurance .....	5
1. Formes Juridiques :.....	5
1.1. La réassurance Facultative : .....	5
1.2 La réassurance obligatoire :.....	6
2. Les différents formes des traités de réassurance : .....	6
2.1 Réassurance proportionnelle : .....	6
2.2 La réassurance non proportionnelle : .....	6
2.2.1 L'Excédent de Sinistre :.....	7
2.2.2 L'Excédent de Perte (Stop Loss) : .....	9
Section 3 : Avantages, inconvénients des formes de réassurance et les Conventions de réassurance .....	9
1. Les avantages et les inconvénients des formes de réassurance :.....	9
1.1 Les avantages et les inconvénients de la Réassurance Proportionnelle :.....	9
1.1.1 Pour la Réassurance en Quote-Part : .....	9
1.1.2 Pour la réassurance en excédent de plein : .....	9
1.2 Les avantages et les inconvénients de la réassurance non proportionnelle :.....	10
1.2.1 Pour la réassurance en Excédent de sinistre :.....	10
1.2.1 Pour la réassurance en Excédent de perte :.....	11
2. Les Conventions de réassurance et les clauses des traités non proportionnels :.....	11
2.1 Les conventions de réassurance : .....	11
2.1.1 La clause d'engagement du réassureur :.....	12

# Table de matières

---

2.1.2 La clause de résiliation anticipée :.....	12
2.1.3 La clause de transfert de portefeuille : .....	12
2.1.4 La clause d'erreurs et omissions : .....	12
2.1.5 La clause d'apérition :.....	12
2.1.6 La clause de droit applicable : .....	13
2.2 Les clauses des traités non proportionnels : .....	13
2.2.1 La clause de Reconstitution de Garantie :.....	13
2.2.2 La clause de Franchise Aggregate ou « clause de franchise annuelle» :.....	13
2.2.3 La Clause d'Indexation :.....	13
2.2.4 La clause de Partage des Intérêts :.....	13
Section 4 : Le marché de la réassurance .....	13
1. Le Marché international de la réassurance :.....	13
1.1 Taille et structure régionale des marchés mondiaux de la réassurance :.....	14
1.2 Les premiers marchés de la réassurance au monde : .....	14
2. Le cadre réglementaire Algérien de la réassurance .....	16
2.1 La cession obligatoire :.....	16
2.2 Participation des courtiers de réassurance étrangers dans des traités ou cessions de réassurance : .....	16
2.3 Liste des courtiers de réassurances étrangers autorisés à participer dans des traités ou cession de réassurance :.....	17
CHAPITRE 2 : Techniques de la réassurance .....	20
Section 1 : La tarification .....	21
1. Aspects généraux : .....	21
1.1 Objectif de la tarification :.....	21
1.2 Les composantes de la tarification technique :.....	21
1.3 Distinction entre les branches courtes et les branches longues :.....	21
1.4 La notion de tranche travaillante et non travaillante : .....	21
1.5 Facteurs de tarification :.....	22
2. Les méthodes de tarification :.....	22
2.1 Méthode par expérience :.....	22
2.1.1 Etape 1 : Création d'une statistique « as if » :.....	23
2.2 La méthode par exposition :.....	24
Section 2 : Aspect théorique de Tarification par la méthode de « Burning Cost » .....	24
1. Mise en place d'une statistique As-If : .....	25

# Table de matières

---

2.	Détermination des indices primes et sinistres : .....	26
2.1	L'indice des primes : .....	26
2.2	L'indice des sinistres : .....	26
3.	La prime de réassurance d'un traité non proportionnel en excédent de sinistres : .....	27
3.1	Calcul du Burning Cost moyen (BCM) : .....	27
3.2	Calcul de la prime de Risque (PR) : .....	28
3.3	Calcul des Chargement de sécurité : .....	28
3.4	Calcul de la prime commerciale : .....	28
4.	Les avantages et les inconvénients de la méthode « Burning cost » : .....	29
Section 3 : Aspect théorique de tarification par la méthode Probabiliste Pareto-Poisson.....		29
1.	Modélisation de la loi des montants de sinistres individuels : .....	31
1.1	Etape 01 : Création de la statistique « As If ».....	31
1.2	Etape 02 : Estimation du paramètre $\alpha$ : .....	31
1.3	Etape 03 : La mise en œuvre d'un test d'ajustement Khi deux : .....	31
2.	Modélisation de la fréquence de sinistres .....	32
2.1	Etape 01 : La revalorisation de la fréquence des sinistres : .....	33
2.2	Etape 02 : Estimation de paramètre de la loi Poisson ( $\lambda$ ).....	33
2.3	Etape 03 : La mise en œuvre d'un test d'ajustement Khi deux : .....	33
3.	Le calcul de la prime pure : .....	33
4.	Calcul de la prime commerciale : .....	34
4.1	Calcul de chargement de sécurité : .....	34
4.2	Le calcul de la prime commerciale : .....	35
5.	Avantage et Inconvénient de la méthode probabiliste : .....	35
CHAPITRE 3 : Partie empirique.....		38
Chapitre 3 : Partie Empirique .....		39
Section 1 : Présentation de CAAR Assurance .....		39
1.	Historique de la CAAR : .....	39
2.	L'organisation Interne de la CAAR : .....	40
3.	Les différents niveaux de gestion de la CAAR : .....	42
3.1	Le niveau siège : .....	42
3.2	Les succursales : .....	42
3.3	Le réseau de distribution : .....	42
3.3.1	Le réseau direct : .....	42
3.3.2	Le réseau indirect : .....	42

# Table de matières

---

Section 2 : L'activité technique de la CAAR : .....	43
1. L'Évolution de la production : .....	43
2. La structure du portefeuille de la CAAR : .....	43
3. Indemnisation de la CAAR : .....	44
4. Capacités financières : .....	45
5. La politique de réassurance au sein de la CAAR.....	46
5.1 Situation de la Réassurance de la CAAR : .....	46
5.2 Politique de sécurité de la CAAR : .....	47
Section 3 : Tarification par la méthode déterministe « Burning-Cost ».....	48
1. Présentation des données.....	48
1.1 Définition des variables retenus : .....	48
1.2 Analyse du portefeuille retenu : .....	48
1.3 Les primes encaissées relatives à la période de notre étude : .....	49
1.4 Les montants des sinistres relatifs à la période de notre étude : .....	49
2. Application de la méthode du Burning Cost sur le portefeuille marine de la CAAR .....	50
2.1 La démarche de tarification : .....	50
2.1 Première étape : Préparation des données .....	51
2.2 Deuxième étape : Application de la méthode.....	52
Section 4 : Tarification par la méthode probabiliste Pareto-Poisson.....	54
1. Application de la méthode probabiliste Pareto-Poisson.....	54
1.1 Première étape : Modélisation des montants des Sinistres.....	54
1.1.1 Détermination du seuil d'observation $X_0$ : .....	55
1.1.2 Estimation du paramètre $\alpha$ par la méthode du maximum de vraisemblance : ....	55
1.1.3 Test de Khi deux : .....	55
1.2 Deuxième étape : Modélisation de la fréquence des sinistres : .....	56
1.2.1 Revalorisation de la fréquence des sinistres et l'estimation du paramètre $\lambda$ : .....	56
1.2.2 Test de Khi deux : .....	57
1.3 Troisième étape : Détermination du prix de réassurance.....	58
2. Comparaison entre les deux méthodes : .....	59
3. Analyse de l'apport d'un traité en excédent de sinistre sur les résultats de la CAAR : .....	60
3.1 Calcul de la prime cédée.....	60
3.2 Calcul du taux de cession de la branche Transport.....	61
3.3 Le résultat de réassurance : .....	61
.....	67

## Table de matières

---

Conclusion générale .....	65
Bibliographie.....	68
Annexes .....	71
Table des matières .....	78