Mémoire présenté le : 06/05/2020

pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA
et l'admission à l'Institut des Actuaires

Par : **Théophyle Héloua**

Titre : **Etude des impacts et enjeux de la réassurance non-vie à travers le prisme de Solvabilité II**

Confidentialité : ■ NON ☐ OUI (Durée : ☐ 1 an ☐ 2 ans)

Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus

Membres présents du jury de l'Institut des Actuaires

Entreprise :

Nom : ***ACTUELIA***

Signature :

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : ***Louis-Anselme de Lamaze***

Signature :

Membres présents du jury de l'ISFA

Autorisation de publication et de mise en ligne sur un site de diffusion de documents actuariels *(après expiration de l'éventuel délai de confidentialité)*

Signature du responsable entreprise

Signature du candidat

Étude des impacts et enjeux de la réassurance non-vie à travers le prisme de Solvabilité II

Tuteur en Entreprise : *Louis-Anselme de Lamaze*

Tuteur universitaire : *Ying Jiao*

Table des matières

Table des matières 4
Remerciements 6
Résumé 7
Summary 8
Glossaire 9
Synthèse 10
Introduction 14
1 Présentation de la réassurance et de l'organisme étudié 15
1.1 Introduction générale à la réassurance 15
1.1.1 Principe 15
1.1.2 La réassurance : un secteur mondial 16
1.1.3 Les différents modes de réassurance 18
1.1.4 La réassurance « non traditionnelle » 22
1.1.5 Le contrat de réassurance 25
1.1.6 La tarification en réassurance 28
1.2 Présentation de l'organisme exemple et analyse des indicateurs actuariels et des Provisions techniques 29
1.2.1 Le marché 29
1.2.2 L'organisme 31
1.3 Solutions possibles – réassurance et traités 33
2 Analyse prospective des impacts de la réassurance 34
2.1 Modélisation de la sinistralité future et impact prospectif des traités 34
2.1.1 Description de la base de sinistre 34
2.1.2 Lois et tests usuels 38
2.1.3 Présentation et application de la théorie des valeurs extrêmes 40
2.1.4 Projection de la sinistralité attritionnelle 47
2.1.5 Impact de la nouvelle structure de réassurance 51
2.1.6 Étude de la cadence de liquidation des sinistres 53
2.1.7 Modélisation des IBNR 55
2.2 Exploitation des modélisations en vision prospective 56
2.3 Prise en compte de la réassurance sous Solvabilité 2 et appétence 57
2.3.1 La réassurance dans la formule standard 58
2.3.2 Appétence aux risques 64
2.3.3 Projection à 5 ans 66
2.3.4 Impact de la nouvelle structure de réassurance sur la solvabilité de l'organisme 67

2.4 Stress-tests ... 69
2.4.1 Scénario 1 : Sinistralité déterminée à partir du quantile 80% ... 69
2.4.2 Scénario 2 - Dégradation de la sinistralité attritionnelle à compter de 2021 ... 72
2.4.3 Hausse du chiffre d'affaires de 10% en 2021 ... 73
3 Analyse et réflexion sur les enjeux techniques actuels ... 75
3.1 L'impact de la mise en place de la réassurance dans le risque de primes ... 75
3.1.1 Contexte ... 75
3.1.2 Problématique ... 76
3.1.3 Proposition ... 76
3.1.4 Application ... 77
3.2 Facteur d'atténuation ... 79
3.2.1 Contexte ... 79
3.3 Réassurance Finite ... 82
3.3.1 Contexte ... 82
3.3.2 Un exemple de structure Finite : la couverture rétrospective ... 83
3.3.3 Problématique ... 84
3.3.4 Proposition ... 84
3.4 Calcul du SCR catastrophe ... 87
3.4.1 Problématique relative à l'agrégation des sous-modules catastrophiques ... 87
3.4.2 Focus sur la responsabilité civile automobile ... 89
Conclusion ... 90
Bibliographie ... 91
Textes réglementaires ... 91
Articles et ouvrages ... 91
Mémoires et thèses ... 91
Annexes ... 92
Annexe 1 – *Démonstration de l'égalité sur l'espérance conditionnelle* ... 92
Annexe 2 – *volatilité des primes et réserves en formule standard issue du règlement délégué (UE) 2019/981 (UE) de la commission du 8 Mars 2019* ... 93
Annexe 3 – *Article 116 des actes délégués (EU) 2015/35 de la commission du 10/10/14 modifiés par la Commission Delegated Regulation (EU) 2019/981* ... 93
Annexe 4 – *Article 210 de la directive 2009/138/CE du 25 Novembre 2009 mis à jour par la Directive 2014/51/EU du 16 Avril 2014* ... 94
Annexe 5 – *Article 208 des actes délégués (UE) 2015/35 de la commission du 10/10/14 modifiés par la Commission Delegated Regulation (EU) 2019/981* ... 95
Table des illustrations ... 96

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier MM. Louis-Anselme de Lamaze, Frank Boukobza, et David Fitouchi pour leur confiance, leur accueil et leur disponibilité.

Je remercie également Patrick Cohen, Thomas Herbin, Benjamin Aubin ainsi que tous les collaborateurs du cabinet Actuelia pour leur support dans l'élaboration de ce mémoire.

En outre, j'adresse mes remerciements au corps enseignant de l'ISFA, et en particulier à M. Christian Robert pour son support technique ainsi qu'à ma tutrice universitaire, M. Liang Jiao pour son suivi.

Résumé

Mots clés : Réassurance non-vie, Solvabilité II, Formule standard, Théorie des valeurs extrêmes, Réassurance finite, Responsabilité civile.

Les organismes d'assurances sont soumis, depuis le 1er Janvier 2016 à la réglementation européenne Solvabilité 2. Ils doivent de ce fait mobiliser des capitaux propres à leur profil de risque. La réassurance, outil très largement utilisé par les assureurs non-vie, permet généralement de diminuer l'exposition au risque inhérent à l'activité d'assurance, et par conséquent de réduire les capitaux réglementaires afférents.

En effet, la réassurance est devenue un outil très efficace de pilotage du ratio de solvabilité. Au-delà du partage du sort illustré dans le compte de résultat, le choix du réassureur ou de la couverture peut avoir un impact significatif sur le montant des risques nets restant à la charge de l'assureur.

L'objectif de ce mémoire est de donner une vision d'ensemble de la réassurance non-vie, et notamment du marché, des produits proposés ainsi que de leurs impacts sur le bilan et le profil de risque d'un organisme. Il propose également une réflexion autour de la pertinence de la prise en compte de celle-ci dans la directive Solvabilité II.

Afin d'illustrer ces différents propos, l'étude est basée sur un organisme d'assurance non-vie dont le portefeuille est uniquement composé de la branche responsabilité civile automobile. Après avoir contextualisé le marché de la réassurance actuel ainsi que ses principaux mécanismes, il s'agira alors, de projeter à court terme la situation de l'organisme. En effet, les indicateurs comptables et notamment la charge de sinistre seront projetés en ayant recours à des simulations, se basant en particulier sur la théorie des valeurs extrêmes. Les indicateurs liés à la solvabilité, seront, quant à eux déterminés à partir de la formule standard de la directive Solvabilité II.

Enfin, la réflexion apportée sur cette directive tentera de mettre en exergue les zones d'ombres de la formule standard concernant la réassurance.

Il s'agira en effet d'apporter, tant que faire se peut, des éléments permettant de prendre en compte de manière plus efficace l'atténuation de risque apportée par les mécanismes présentés et en particulier sur le risque de souscription.

Summary

Key words: Non-life reinsurance, Solvency II, Standard Formula, Extreme value Theory, Motor Third Party Liability insurance.

Insurance undertakings have been submitted to the Solvency II European Directive since the first of January 2016. Hence, they must mobilize representative funds in line with their risk profile. Reinsurance, a widely used tool in the non-life insurance industry, frequently enables a decrease to the risk exposure, inherent in the insurance activity, leading to a reduce in the related regulatory capital.

Indeed, reinsurance has become an efficient tool within the steering of the Solvency II ratio. More than the sharing of the risk, as seen in the income statement, the selection of the reinsurer or the reinsurance coverage may have a significant impact on the net risk capital that has to be held by the insurer.

This paper's purpose is to give an overall perspective of non-life reinsurance an especially its market, the products available and their impacts on the balance sheet and the risk profile of an organism. One of its purposes is to give thought to the appropriateness of how the reinsurance is considered within the Solvency II directive.

To illustrate those points, the study is based on a non-life insurance organism whose portfolio is uniquely composed of Motor Third Party Liability products. Following the current reinsurance market presentation and its main mechanisms, a short-term projection of the organism situation will be done. Indeed, accounting indicators and especially the claims costs will be projected thanks to simulations, based on the extreme value theory. As far as they are concerned, the Solvency indicators will be determined using the Solvency II standard formula.

Finally, the reflection on this directive will attempt to highlight the grey areas of the standard formula concerning reinsurance. As far as possible, the aim will be to provide elements that will enable a more effective consideration of the risk mitigation provided by the presented mechanisms, in particular on the underwriting risk.

Glossaire

AAD : Annual Aggregate Deductible

AAL : Annual Aggregate Limit

ACPR : Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution

ADC : Adverse development cover

APREF : Association des professionnels de la réassurance en France

BAFIN : Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht

BE : Best Estimate

BP: Business plan

BSCR : Basic Solvency Capital Requirement

CA : Chiffre d'affaires

CCR : Caisse centrale de réassurance

EEA : European Economic Area

EIOPA : European Insurance and Occupational Pensions Authority

ERD : Expected Reinsurer Deficit

FFA : Fédération Française de l'Assurance

FGAO : Fonds de garantie des assurance obligatoires de dommages

FP : Fonds propres

GPD : Generalized Pareto Distribution

LOB : Line of Business

LPT : Loss portfolio transfer

MCR : Minimum Capital Requirement

ORSA : Own Risk & Solvency Assessment

QIS : Quantitative impact studies

QP : Quote-part

RC : Responsabilité civile

RM : Risk Margin

SCR : Solvency Capital Requirement

XS : Excess of loss

Synthèse

La directive Solvabilité II, entrée en vigueur en 2016, est une réponse aux répercussions des crises économiques sur la solidité financière des organismes d'assurance européens.

Elle impose notamment à ces derniers de déterminer et de détenir un capital représentatif de leur profil de risque (le SCR) afin qu'ils soient à même de respecter leurs engagements envers les souscripteurs dans le cas de la survenance d'un « choc » exceptionnel.

Ce capital, ainsi que les méthodes de calculs afférentes, tiennent compte des risques majeurs susceptibles d'impacter un organisme d'assurance, mais aussi, des atténuations prodiguées par certains outils comme la réassurance.

Cette dernière se définit trivialement comme « l'assurance des assurances ». Il existe un nombre important et recrudescent de couvertures bien que les traités « classiques » restent majoritaires sur le marché.

L'objectif de ce présent mémoire est donc dans un premier temps de donner une vision d'ensemble des mécanismes et leviers sous-jacents à la réassurance, de l'évolution du marché ainsi que de sa concentration.

Il est ainsi notable que celui-ci est de plus en plus concentré entre un nombre d'acteurs restreint. Cela conduit donc à une pression concurrentielle et tarifaire, nuancée par la nécessité d'augmenter le prix des couvertures de certaines branches dont la sinistralité s'est particulièrement dégradée ces dernières années.

Les mécanismes, couvertures et tarifs traditionnellement proposés sur ce marché se voient donc remis en cause par des acteurs en quête de traités et de tarifs spécifiques et personnalisés.

Afin d'étudier les impacts et enjeux posés par la directive Solvabilité II en termes de réassurance non-vie, cette étude s'appuie sur un organisme ne commercialisant que des contrats de responsabilité civile automobile (« Line of Business » 4 selon la directive) dont les indemnisations s'effectuent en capital.

Il a donc été nécessaire dans un second temps de déterminer les lois de probabilités modélisant ces sinistres en distinguant les principaux types de sinistralité (et notamment le corporel du matériel, et l'attritionnel du grave (à l'aide de la théorie des valeurs extrêmes)).

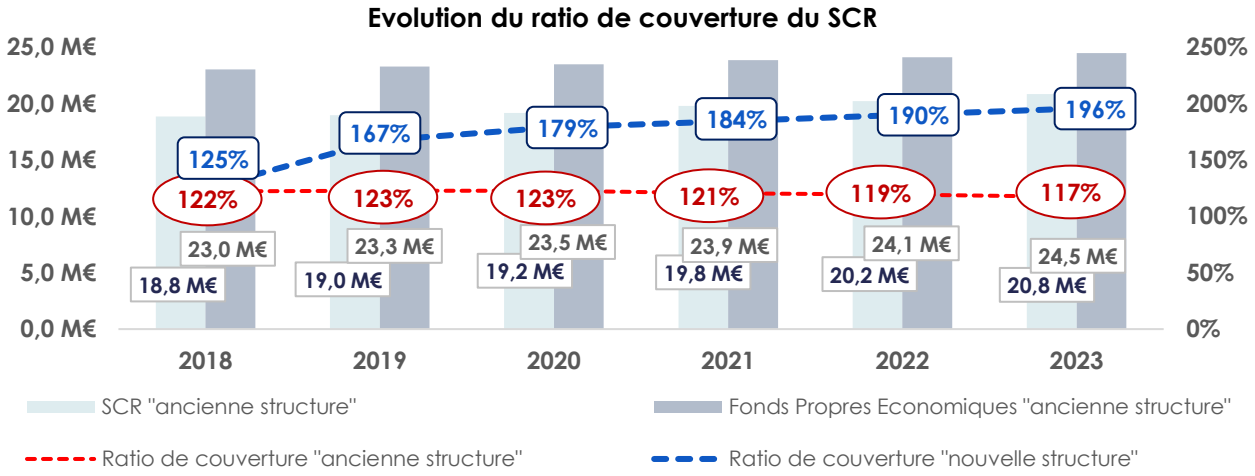
Ainsi, ont été retenues :

- Une loi Log-normale pour les sinistres matériels attritionnels ;
- Une loi de Weibull pour les sinistres corporels attritionnels ;
- Une loi GPD pour les sinistres corporels graves.

Une fois, ces lois déterminées, une projection sur les 5 prochaines années de l'activité de l'organisme est proposée. Concernant la stratégie de celui-ci, une modification significative de la structure de réassurance (proportionnelle et non-proportionnelle) est envisagée afin de consolider son résultat et son ratio de solvabilité au travers d'une couverture plus protectrice.

Les projections reposent sur des lois de probabilité déterminées à partir de la théorie des valeurs extrêmes et font apparaitre des sinistres relativement importants. Cela répond à nos attentes car l'objectif de cette section est d'étudier les différents impacts qu'aurait la réassurance sur les fonds propres et le SCR de l'organisme, en particulier dans le cas de la survenance d'une sinistralité importante.

Cette projection de la sinistralité, ainsi que la prise en compte des nouveaux traités de réassurance, permettent alors d'aboutir aux résultats suivants, au travers desquels est présenté l'impact de la nouvelle structure de réassurance par rapport à l'ancienne :

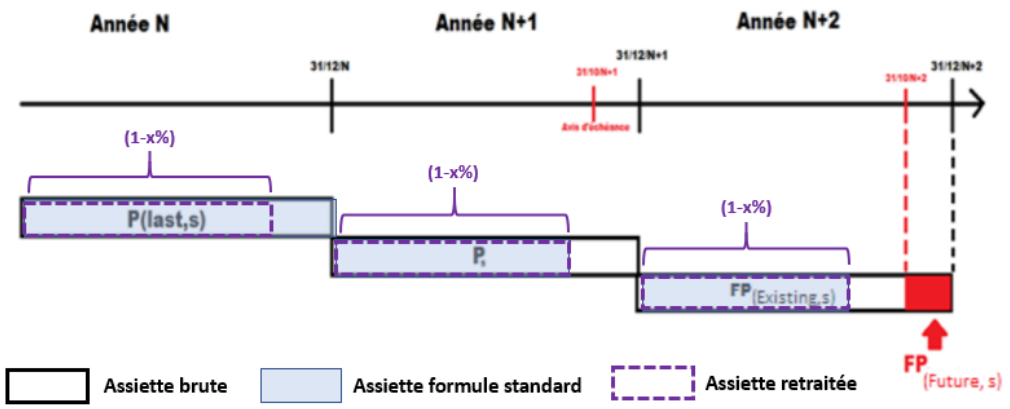


La réassurance a aussi été challengée dans le cadre de la mise en place de stress-tests, dont l'objectif est de mettre en évidence la résistance de l'organisme face à des scénarii particuliers.

Après avoir mis en lumière l'incidence de la réassurance sur l'organisme étudié, et plus généralement sur les différentes composantes du compte de résultat et du SCR, la dernière partie consiste alors en une réflexion sur l'actuelle prise en compte de la réassurance dans ces calculs réglementaires et se base notamment sur les travaux de l'APREF.

Ainsi :

- Dans le calcul du **SCR de souscription**, une nouvelle assiette est proposée pour le SCR primes. Elle permet notamment de prendre en compte le risque sous-jacent de manière plus cohérente ainsi que l'atténuation prodiguée dans le cadre de la mise en place d'un traité Quote-part. Cette nouvelle assiette consiste à appliquer fictivement le taux de cession dès l'année de mise en place. Elle est présentée dans le schéma ci-dessous :



  Elle permet à l'organisme considéré dans le cadre de cette étude de gagner 8 points de pourcentage du ratio de couverture du SCR dans le cas d'une couverture QP à 30% et presque 30 points dans le cas d'une couverture à 90%.

- A propos du **facteur d'atténuation de 80%** dû à la réassurance non-proportionnelle sur l'écart type du risque de primes, celui-ci n'est applicable que pour les branches « Responsabilité civile automobile », « Responsabilité civile générale » et « Incendie et autres dommages aux biens ». D'autres Lob (Line of business i.e. lignes d'activité au sens de Solvabilité II) pourraient éventuellement bénéficier d'un coefficient d'atténuation dans le cas d'une couverture non-proportionnelle.

  Par ailleurs, ce coefficient n'est pas forcément représentatif de la couverture de réassurance et ainsi de l'atténuation apportée par cette dernière. La mise en place d'USP est particulièrement coûteuse opérationnellement parlant. Il pourrait alors éventuellement être intéressant d'envisager des USP simplifiés pour cet atténuateur.

  De plus, d'autres couvertures, (multi-périls par exemple) pourraient également être prises en compte lors du calcul de ces derniers.

- Concernant la **réassurance « finite »** qui désigne certains traités spécifiques et ainsi non « traditionnels », respectant des propriétés particulières, ceux-ci ne sont pas pris en compte comme atténuateurs de risque lors du calcul du BSCR. En effet, bien que certains organismes les utilisent pour répondre à des besoins très spécifiques, d'autres en ont abusé par le passé afin de contourner certaines exigences réglementaires, ce qui entraine une méfiance justifiée du régulateur.

  Cependant, une incohérence dans les textes réglementaires peut-être observée entre le niveau 1 où elle est désignée comme représentant un transfert de risque effectif et le niveau 2 dans lequel il est mentionné qu'elle consiste en une absence de transfert de risque.

  Par ailleurs, dans ce contexte, il pourrait être intéressant d'avoir recours à un indicateur pertinent de ce transfert de risque afin de pouvoir prendre en compte ou pas un traité non-traditionnel dans le calcul du BSCR.

  Ainsi, nos voisins Allemands utilisent par exemple le critère « ERD>1% » où l'ERD est obtenu en multipliant la perte moyenne du réassureur par la probabilité que celui-ci soit en perte, pondérée par la prime moyenne de réassurance.

  Il est égal à 28% dans le cadre du traité non proportionnel mis en place dans cette étude et témoigne donc du transfert de risque effectif du contrat mis en place

- Au sujet du **SCR Catastrophe non-vie,** certains types de traités (notamment ceux couvrant plusieurs risques) n'étaient pas correctement pris en compte dans le calcul proposé par la formule standard. L'EIOPA a donc introduit une seconde méthode qui reste toutefois « lourde » en termes opérationnels et qui laisse une question en suspens : est-il cohérent que l'agrégation de la sinistralité brute et nette de réassurance non-proportionnelle soit effectuée à partir de la même matrice de corrélation ?

  Pour remédier à cela, une troisième méthodologie, proposée par les principaux acteurs du marché est présentée et repose notamment sur l'agrégation des sinistralités brutes avant application des traités de réassurance.

Introduction

La réassurance, ou « assurance des assurances », constitue un élément clef dans le cadre de la gestion des risques d'un organisme d'assurance. En effet, le transfert réalisé lors de telles opérations permet à l'organisme cédant le risque de faire face aux aléas inhérents à son activité. Par exemple, le risque sera supporté par le réassureur lors de la survenance exceptionnelle d'un sinistre dont la gravité, et par suite, l'impact financier sont importants. Par ailleurs, celui-ci pourrait également intervenir si un cumul important de sinistres survient dans un intervalle de temps réduit. L'objectif pour la cédante est usuellement de couvrir son résultat ainsi que de minimiser les capitaux réglementaires à détenir pour assurer sa solvabilité.

La réassurance est ainsi couramment utilisée par les organismes non-vie dans la mesure où les aléas liés à la sinistralité sont particulièrement importants, par exemple lors de la survenance de catastrophes naturelles. Cet aléa prononcé rend difficile la prédiction de la sinistralité future qui fait bien souvent appel à la théorie des valeurs extrêmes. Ainsi l'évaluation de la structure de réassurance à mettre en place et la tarification de cette dernière sont complexes. En effet, un organisme disposant d'une couverture trop importante à la vue du risque qu'il supporte verra son résultat conséquemment diminué. En revanche, un organisme disposant de peu, ou pas, de couverture de réassurance pourra être concerné par des problèmes liés à sa solvabilité en cas de survenance de sinistres importants.

La directive européenne Solvabilité II, vise à protéger les assurés, et contraint ainsi les organismes d'assurance à mobiliser des capitaux dont le calcul est détaillé au sein de cette directive. Elle permet de tenir compte de l'atténuation des risques que prodigue la réassurance, notamment à travers le SCR de souscription non-vie. (Nous rappelons que le SCR correspond au capital de solvabilité requis et qu'il représente le capital à mobiliser pour faire face à la survenance d'un « risque bicentenaire » i.e. ayant donc une probabilité d'occurrence de 0,5% à horizon 1 an.)

Toutefois, la réassurance peut aussi venir pénaliser, de manière plus limitée, ce SCR, dans la mesure où elle intervient dans le risque de contrepartie, qui tient compte du potentiel défaut de ce dernier.

L'objectif de ce mémoire sera alors d'étudier la cohérence ainsi que l'impact (en termes de rentabilité et de solvabilité) de la réassurance sur un organisme d'assurance non-vie, en responsabilité civile automobile, avant de se pencher sur les problématiques et enjeux actuels au sein de la directive Solvabilité II.

Dans un premier temps, nous situerons le contexte à travers une brève présentation des mécanismes de la réassurance dans un panorama actuel de la situation mondiale et française. Puis nous présenterons l'organisme ainsi que la structure de réassurance et son impact. Dans un second temps, nous étudierons son évolution prospective en nous appuyant sur une modélisation de la sinistralité future basée sur la théorie des valeurs extrêmes. Finalement, nous proposerons une réflexion sur les enjeux en matière de réassurance posés par Solvabilité II à l'heure actuelle.

1 Présentation de la réassurance et de l'organisme étudié

L'objet de cette partie est de contextualiser les travaux en introduisant succinctement la réassurance, ainsi que l'organisme non-vie sur lequel les analyses seront menées dans le cadre de ce mémoire.

1.1 Introduction générale à la réassurance

Il s'agira dans cette sous-partie de présenter globalement la réassurance, et notamment ses mécanismes, ses acteurs, son évolution, ainsi que ses principaux mécanismes sous-jacents.

1.1.1 Principe

La réassurance se définit de manière élémentaire, comme « l'assurance de l'assurance ». Toutefois, une description plus complète est proposée dans le cadre de la loi n°93-40 du 20 juillet 1993 portant sur le code des Assurances : *« La réassurance désigne le contrat par lequel l'assureur ou cédant se décharge sur une autre personne, le réassureur (ou cessionnaire) de tout ou partie des risques qu'il a personnellement assurés. Dans tous les cas où l'assureur se réassure contre le risque qu'il a assuré, il reste seul responsable vis-à-vis de l'assuré. »*

Ainsi, dans le cas de la survenance d'un risque, le réassureur sera amené, au titre du contrat, à rembourser tout ou partie de la charge engagée par l'assureur lors du remboursement des sinistres.
L'opération est appelée cession pour la cédante et acceptation pour le cessionnaire. En contrepartie, il reçoit une partie des primes versées par les assurés. Ainsi, ce transfert de risque permet notamment à l'assureur de protéger son bilan (et notamment la volatilité de son résultat) et de consolider sa solvabilité. La réassurance peut alors par exemple permettre à l'assureur de développer sa politique de souscription grâce au support financier procuré.

Les réassureurs, quant à eux, peuvent aussi avoir recours à des réassureurs (appelés rétrocessionnaires).

La cédante reste cependant responsable devant les assurés, et doit donc prendre en considération le risque de défaut du cessionnaire. En effet, il n'est pas impossible que ce dernier fasse faillite, et c'est notamment ce qu'il s'est passé après les attenants du 11 septembre 2001. A titre d'exemple, l'assureur Japonais *Taiseai Fire & Marine Insurance* fut contraint de déposer le bilan suite à l'enregistrement d'une perte de l'ordre de 670 millions d'euros liée à la survenance de cette catastrophe terroriste.

Ainsi, outre les versements réguliers effectués par le cessionnaire à la cédante, cette dernière peut aussi lui demander, dans le cadre du contrat mis en place :

- Un nantissement : Il représente une garantie, une caution, versée par le réassureur sous forme de titre. Celui-ci reste responsable de leur gestion.

- Un dépôt : Cela consiste en des liquidités versées par le réassureur à la cédante, que celle-ci peut placer, sachant que le réassureur en reste propriétaire.

1.1.2 La réassurance : un secteur mondial

Le marché de la réassurance se concentre fortement ces dernières années et se partage principalement entre les 5 premiers réassureurs qui sont Munich Re, Swiss Re, Berkshire Jathaway, Hannover Re et SCOR (qui est le seul réassureur français du top 10). Ces derniers se partagent désormais plus de 50% du marché.

Cette part détenue par les dix premiers a plus que doublé en moins de 30 ans et l'évolution (issue des travaux de la SCOR) est présentée ci-dessous :

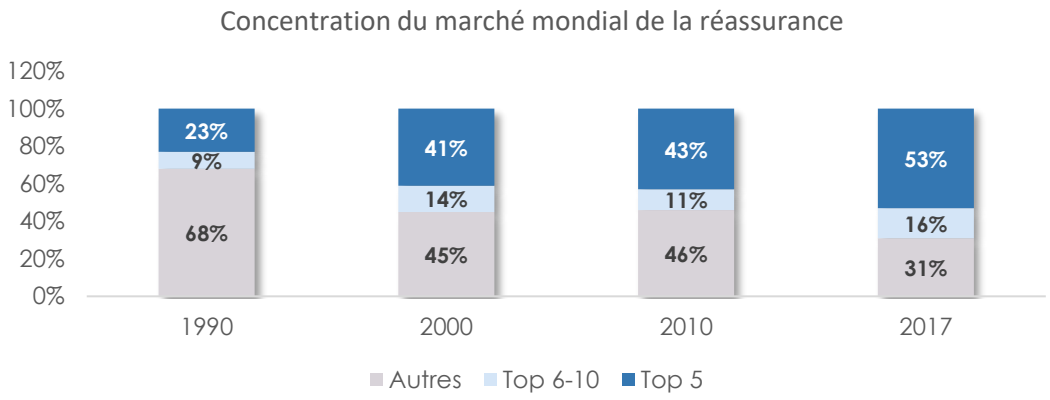


Figure 1 – Concentration du marché mondial de la réassurance

Le chiffre d'affaires mondial de la réassurance représente ainsi 260 Mds $ en 2018 alors que celui de l'assurance représente 4 800 Mds $. Ce déséquilibre s'est notamment illustré par la volonté de certains groupes d'assurances d'acquérir des sociétés de réassurance. C'est notamment le cas de Covéa qui a tenté sans succès d'acheter la SCOR ou encore de Axa qui a acquis en 2018 le réassureur XL Group.

Par ailleurs, le chiffre d'affaires global de la réassurance a augmenté entre 2017 et 2018, en croissance de 5% après une période de dégradation de ce dernier les trois années précédentes. Il n'en demeure pas moins que la forte pression concurrentielle pousse les réassureurs à voir leurs tarifs à la baisse et fragilise leurs résultats. Ainsi, l'année 2017 a été marquée par une forte sinistralité, notamment en ce qui concerne les catastrophes naturelles. Ces dernières sont en recrudescence ces dernières années suite au réchauffement climatique.

L'évolution du ratio combiné moyen des réassureurs, qui est défini par le rapport entre les décaissements et les encaissements est présenté ci-dessous et est issue de la conférence de presse de l'APREF du 19 Juin 2019 :

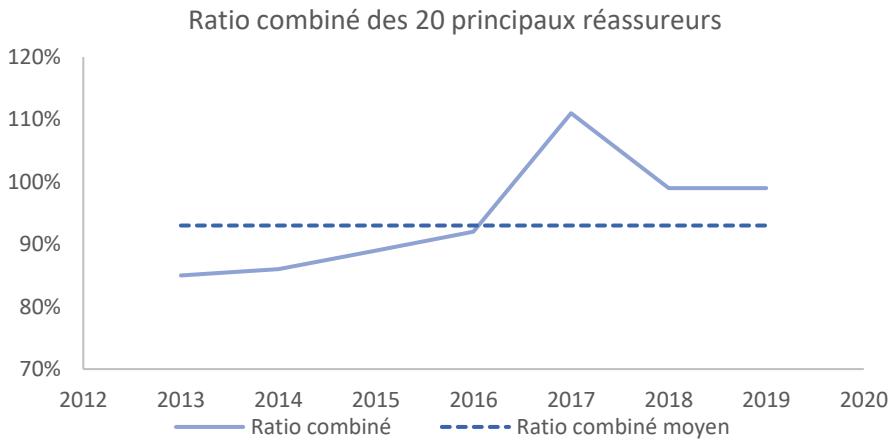


Figure 2 – Évolution du Ratio combiné net des réassureurs

1.1.2.1 Focus sur la réassurance non-vie française

Avant de s'intéresser à la réassurance des organismes d'assurance non-vie en France, il est important de s'interroger quant à l'évolution de la sinistralité et de la rentabilité des portefeuilles de ces derniers.

À ce titre, le ratio combiné moyen des assureurs non-vie est un bon indicateur.

Son évolution par catégorie sur la période 2016-2017 pour les organismes français est issue des travaux de l'ACPR sur la rentabilité technique des organismes d'assurance non-vie en 2017 et est présentée ci-dessous :

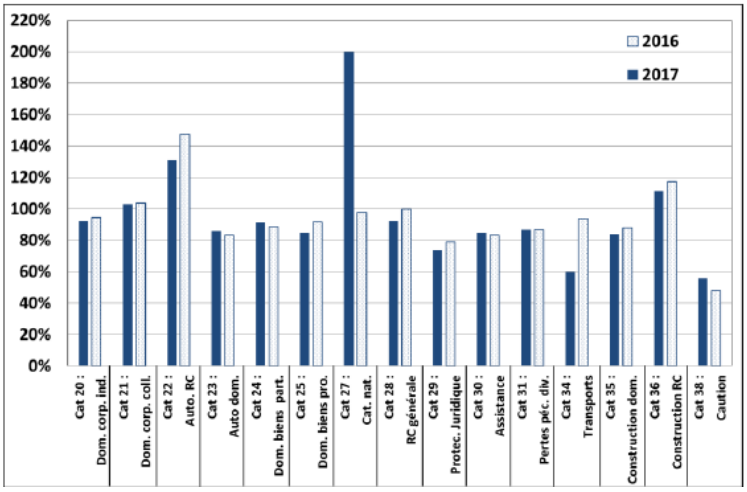


Figure 3 – Ratio combiné moyen par catégorie des organismes d'assurance français

Il est donc possible de constater que certaines catégories comme la Responsabilité civile automobile ont un ratio combiné supérieur à 100% faisant d'elles des branches déficitaires.

Afin de quantifier le recours à la réassurance des organismes non-vie en France, il peut être pertinent d'étudier le taux de cession des primes de ces derniers. Le taux moyen sur la totalité des catégories est de 16% ce qui montre un intérêt particulièrement important de ces organismes pour la réassurance.

L'évolution du taux moyen de cession par catégorie est présentée ci-dessous :

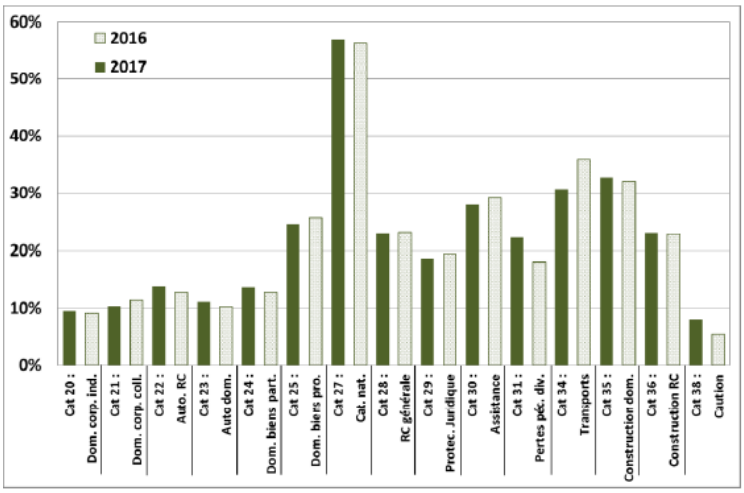


Figure 4 – Taux de cession moyen par Lob des organismes d'assurance français

Ainsi, en comparant les deux graphiques précédents, il est possible de constater que les branches dont le ratio combiné est le plus volatil, ont plus tendance à faire appel à la réassurance.

De plus, il est intéressant de noter que le taux de cession des primes pour les catastrophes naturelles est particulièrement important, du fait de leurs lourds impacts financiers ainsi que de leur recrudescence.

1.1.3 Les différents modes de réassurance

Deux modes de réassurance sont à distinguer :

- La réassurance obligatoire : Elle est concrétisée à travers un traité, qui est un contrat au sein duquel sont notamment définis et détaillés les conditions, les risques couverts et les exclusions. Ce mode de réassurance couvre alors tout ou partie du portefeuille : une fois le traité signé par les deux parties, aucun choix relatif à la sélection du risque n'est laissé à la cédante ou le cessionnaire.

- La réassurance facultative : À la différence de la réassurance obligatoire, l'accord entre le réassureur et la cédante concerne des risques particuliers et individuels. Les deux parties, le cessionnaire (respectivement) la cédante, ont ainsi la possibilité d'accepter (respectivement) de céder le ou les risques de leur choix. La tarification de ce genre de contrats et alors relativement complexe dans la mesure où elle dépend des propriétés intrinsèques de chaque risque couvert.

De plus, il est possible de discerner deux types de réassurance, la proportionnelle et la non-proportionnelle, elles-mêmes scindées de la manière suivante :

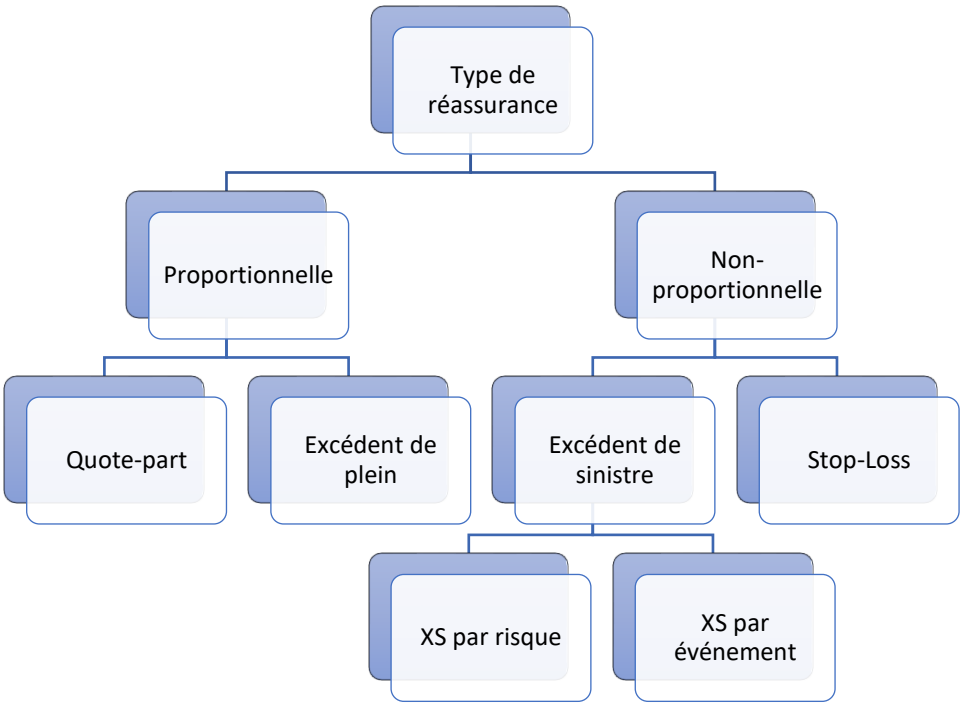


Figure 5 – Les différents types de réassurance traditionnelle

1.1.3.1 La réassurance proportionnelle

Ce mode de réassurance doit son nom au fait que le montant que le cessionnaire va décaisser, et celui que la cédante va lui verser en contrepartie, sont déterminés de manière proportionnelle.

Ainsi, l'assureur s'engage par exemple à verser x% des primes acquises au titre du ou des risques couverts, en échange de quoi le réassureur assumera x% de la charge des sinistres concernés :

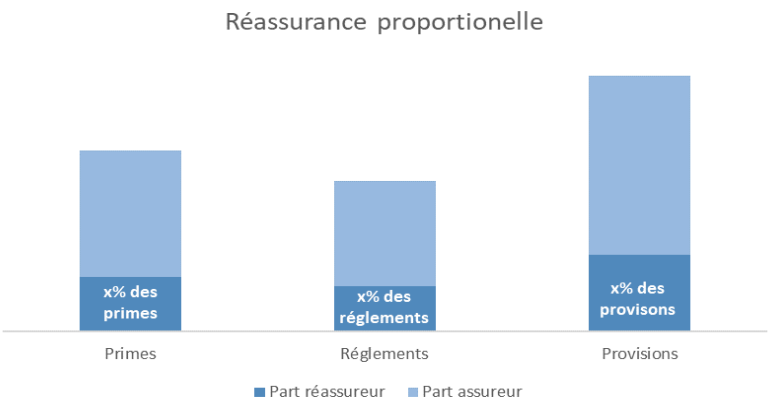


Figure 6 – La réassurance proportionnelle

Par ailleurs, en guise de compensation des frais de gestion et d'acquisition engagés par la cédante pour ces sinistres, celle-ci recevra également un versement appelé « commission de réassurance » couvrant une partie des frais déterminée contractuellement.

Le traité Quote-Part (QP) :

C'est le cas le plus courant de réassurance proportionnelle. Un traité Quote-part est défini par un taux de cession qui correspond à la proportion des cotisations versées par la cédante et à celle des montants de sinistres réglés par le cessionnaire.

L'intérêt principal de la mise en place d'un Quote-Part est que la cédante va pouvoir gagner en solvabilité, dans la mesure où celle-ci cède une partie du risque. Ainsi, un organisme souhaitant accroître sa capacité de souscription, mais ne disposant pas des fonds propres nécessaires pour couvrir le capital sous-risque résultant de cette expansion peut avoir recours à un traité Quote-Part afin de partager une partie de risque.

Cependant, la mise en place d'un traité Quote-part (sans tenir compte des commissions versées par le réassureur) n'a pas d'effet notable sur la volatilité du résultat dans la mesure où le S/P (qui représente le rapport entre la charge de sinistres et les primes acquises) n'est pas directement impacté.

Le traité en excédant de plein :

Dans le cadre d'un traité en excédant de plein, le principe est le même que pour un traité Quote-Part à la différence près que le taux de cession est variable. En effet celui-ci dépend ici du sinistre étudié.

Il peut ainsi trouver son intérêt dans le cas où la cédante souhaite garder les « petits » risques. Dans ce type de traité, le taux de cession du sinistre i, x_i est défini par la formule suivante :

$$x_i = \min\left(\max\left(\frac{K_i - R}{K_i}; 0\right); \frac{C}{K_i}\right)$$

Avec :

- K_i le *capital assuré* pour le risque i.
- R le *plein de rétention* qui correspond au montant au-delà duquel le réassureur va intervenir.
- C la *capacité* du traité, représentant le montant au-delà duquel la cédante n'est plus couverte par le cessionnaire.

Le traité en excédent de plein permet ainsi à la cédante de conserver ses « petits » risques tout en profitant d'une couverture proportionnelle pour les « gros » sinistres.

1.1.3.2 La réassurance non proportionnelle

Dans ce type de réassurance, la notion de proportionnalité disparaît. Les assureurs y ont recours afin de se protéger dans l'éventualité où des risques « conséquents » surviendraient. Elle permet notamment de réduire la volatilité de la charge de sinistres et ainsi de lisser le résultat.

Deux grands types classiques de contrats sont à différencier en réassurance non proportionnelle : l'excèdent de sinistres et l'excédent de perte annuelle (Stop Loss).

Le traité en excédent de sinistre (XS)

Il est d'une part, défini au travers d'un seuil d'intervention du réassureur sur le sinistre, appelée « priorité » (qui correspondrait à la « franchise » en assurance). D'autre part le contrat fait mention d'une « portée » qui correspond à l'engagement maximal du réassureur sur un sinistre ou un évènement.

Ainsi, en notant X le montant du sinistre couvert par le traité, la somme Y à la charge du réassureur est donné par la formule suivante :

$$Y = \min\left(\max(X - priorité; 0)\,; portée\right)$$

La somme de la portée et de la priorité est appelée « plafond ».

Par convention, le traité est désigné de la manière suivante : *portée* XS *priorité.*

À titre d'exemple, en considérant, un traité 500 000 XS 1 500 000 couvrant un sinistre dont la charge est 2 300 000, les montants à la charge du réassureur et de l'assureur seront respectivement de 500 000 et de 1 800 000 :

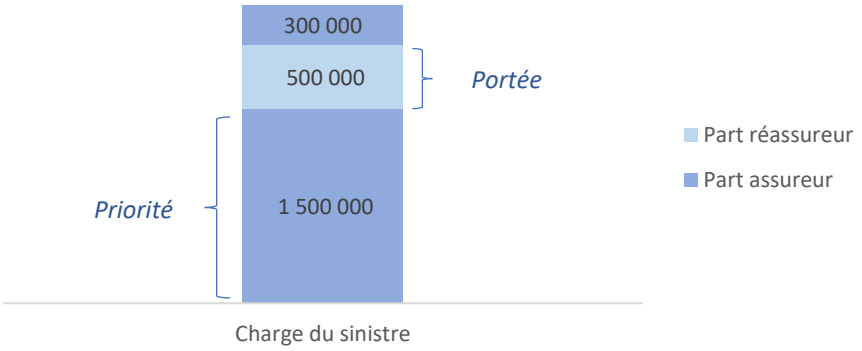


Figure 7 – Exemple d'application d'un traité (XS)

Dans la plupart des cas, la prime d'un traité XS est exprimée en pourcentage des primes perçues par l'assureur au titre des risques réassurés, mais peut aussi être exprimée en montant (prime « flat »).

Un même traité peut être scindé en plusieurs tranches sur lesquelles différents réassureurs peuvent intervenir.

Par ailleurs, un traité XS peut être défini classiquement « par évènement » ou « par risque » :

- Quand il est « par risque », il s'applique individuellement à chaque sinistre concerné par un même risque ou type de risque (l'incendie d'une usine par exemple).
- Quand il est « par évènement », il s'applique au montant total agrégé des sinistres engendrés par un événement commun (une tempête par exemple).

<u>Le traité en excédent de perte annuelle (Stop-Loss)</u>

L'objectif d'un traité Stop-Loss est de protéger le ratio S/P annuel de la compagnie concernée (pouvant être calculé de manière comptable, par exercice de survenance ou par exercice de souscription par exemple).

Dans la majorité de ces contrats, la portée et la priorité sont exprimées en pourcentage de la prime.

En notant P la prime et X_i les charges de sinistres observées par la cédante sur l'année, le montant Y cédé au réassureur est donné par la formule suivante :

$$Y = \min\left(max\left(\frac{\sum_i X_i}{P} - priorité; 0\right); portée\right) * P$$

1.1.4 La réassurance « non traditionnelle »

Il est à noter que d'autres formes de réassurance ont fait leur apparition ces dernières années.

La réassurance « non traditionnelle » (ou alternative) correspond à des méthodes de transferts de risques moins courantes et ne faisant donc pas partie des mécanismes présentés précédemment.

Elle correspond par exemple à des mécanismes « ad hoc » de transfert du risque assurantiel vers un risque financier.

Il est ainsi possible de se couvrir à l'aide de la « titrisation » des risques (par exemple les « CAT-BONDS » *ou obligations catastrophes*) dont les coupons ainsi que le remboursement sont soumis à la condition que le risque couvert ne se produise pas. Le risque est alors en partie supporté par les acheteurs de cette obligation, qui, en échange d'un haut rendement, sont susceptibles d'en perdre le nominal ainsi que les intérêts.

Le graphique suivant présente l'évolution annuelle, selon le site artemis.bm, des émissions (en bleu) et des encours totaux (en noir), en millions de dollars.

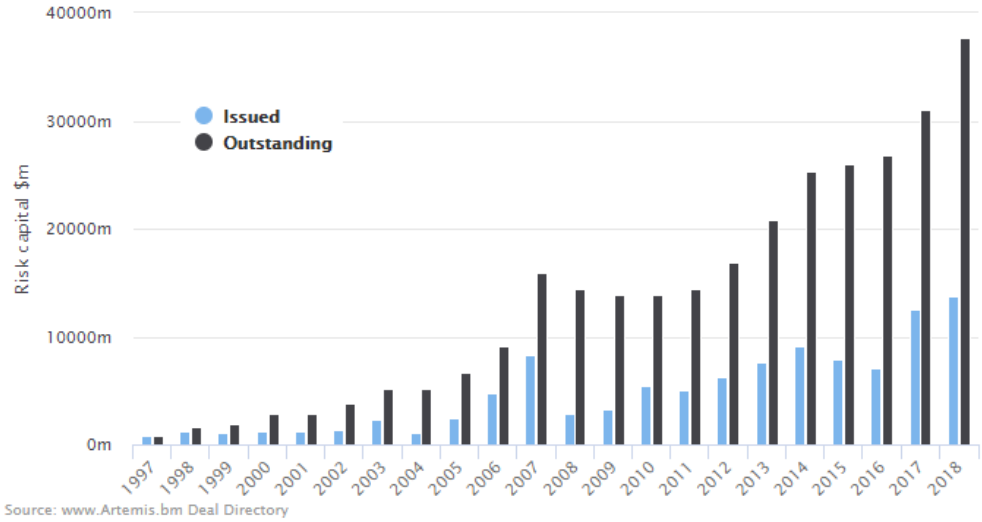


Figure 8 - Évolution des émissions de CAT-BONDS

Les émissions de CAT-Bonds sont donc dix fois plus élevées qu'il y a 20 ans ce qui traduit l'attrait des investisseurs vers ces nouveaux titres, mais également celui des cédantes.

Ce transfert de risque peut aussi être opéré au travers de titres financiers classiques comme les swaps de longévité par exemple, qui au lieu de protéger face à un risque de variation des taux, protègent face à un risque de variation entre la mortalité réelle et la mortalité théorique.

Par ailleurs, la réassurance indicielle (ou paramétrique) est en forte expansion ces dernières années. Le principe est le suivant : la couverture est activée lorsqu'un (ou plusieurs) indices (pluviométrique, de rendement agricole, ...) dépassent un certain seuil prédéfini.

Ce type de couvertures présente notamment l'intérêt de voir des délais d'indemnisation réduits ainsi qu'une meilleure transparence des traités et de leur tarification.

Dans le graphique suivant, proposé par AON, sont présentés l'actif lié à la réassurance traditionnelle, et celui lié à l'alternative. Il est donc possible de remarquer que cette dernière représente une part de plus en plus importante de l'actif global.

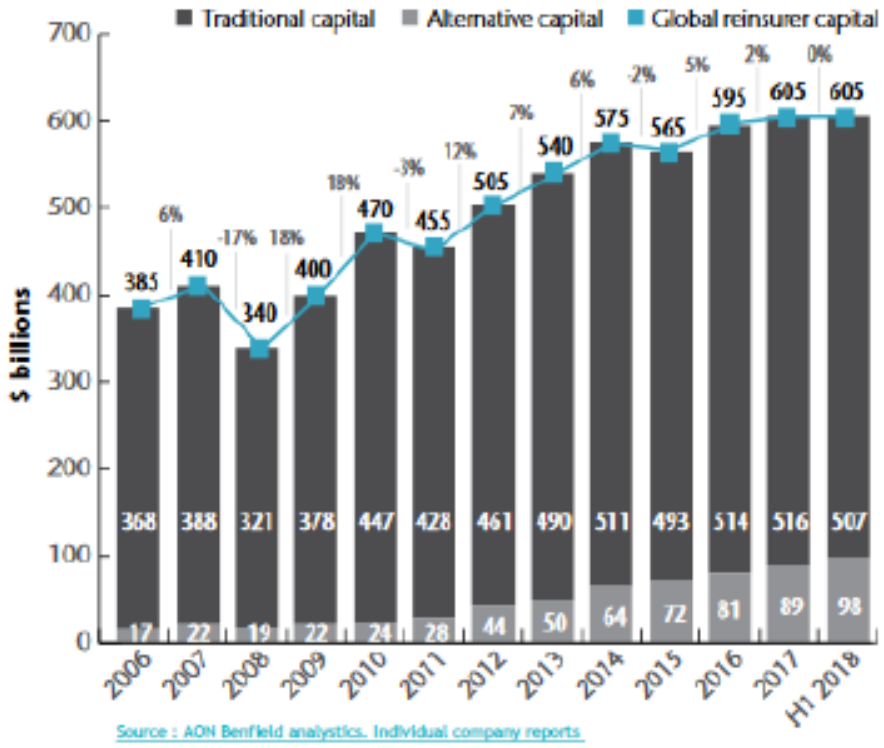


Figure 9 – Évolution de la réassurance alternative

Comme sur les marchés financiers, un nombre particulièrement important « d'outils » et de contrats de réassurance existent et continuent de se développer.

1.1.5 Le contrat de réassurance

La structure du contrat de réassurance n'est pas universelle, mais doit toutefois expliciter de manière limpide les contraintes et obligations des deux parties. De manière générale, il est établi de manière annuelle, et prend souvent effet au 1er janvier pour la réassurance obligatoire.

Il est essentiel de garder en mémoire que la résiliation de ces types de contrats ne signifie pas que le cessionnaire est exempt de tout engagement envers la cédante. En effet, bien que ce dernier ne soit plus engagé sur les nouveaux sinistres, il l'est toujours sur ceux précédents la résiliation, survenus après la prise d'effet du contrat.

Le contrat de réassurance est constitué de plusieurs causes, générales et particulières, dont les plus courantes sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Clauses générales	
L'objet du contrat, les risques couverts, la territorialité, La durée du contrat (clause de tenu couvert), Clause d'apérition (co-réassurance), Engagement du réassureur (proportion si QP, priorité si non-proportionnel), Acceptations spéciales.	Changement de législation. Garanties du réassureurs (dépôts et nantissements), Comptabilisation des opérations de réassurance, Modification de la politique de souscription, Droit de regard,

Clauses particulières	
Réassurance proportionelle: - Commission de réassurance, - Participation aux bénéfices, - Participation aux pertes - Acceptations spéciales, ...	**Réassurance non-proportionnelle** Définition (sinistre et évènement), Clauses d'exclusion, Avis de sinistres (dépassement de la priorité) Limite (« Aggregate") Reconstitution de garantie, ...

Figure 10 - Clauses courantes des contrats de réassurance

<u>Les clauses couramment rencontrées en XS</u>

- *L'annual Aggregate limit (AAL)*

  Elle correspond au montant maximal versé par le cessionnaire sur une année et lui permet ainsi de limiter la couverture cumulée annuelle. Par analogie avec ce qui a été expliqué précédemment, elle peut ainsi être vue comme une « portée annuelle. »

  Ainsi, dans le cas d'un traité XS, le montant à la charge du réassureur est donné par :

$$\min\left(\sum_i \min(\max(X_i - priorité; 0)\,; portée)\,; AAL\right)$$

- *L'annual Aggregate deductible (AAD)*

  Cette clause prévoit un seuil d'intervention annuel du réassureur. En effet, comme son nom l'indique, elle peut être vue comme une « priorité annuelle », en deçà de laquelle le réassureur n'intervient pas. La charge cédée correspond alors à :

$$\sum_i \min(\max(X_i - priorité; 0)\,; portée) - AAD$$

- *Reinstatement clause (ou clause de reconstitution de garantie)*

  La reconstitution permet de reproduire la couverture proposée, c'est-à-dire de réitérer une ou plusieurs fois l'application du traité, moyennant le paiement d'une prime supplémentaire.

  Bien que cette reconstitution puisse être gratuite, elle est bien souvent payante. Ainsi, on dira que le réassureur propose k reconstitutions de garantie, si le montant total qu'il est susceptible de régler est égal à $(k+1)$ fois la portée.

  Dans la plupart des cas, cette prime de reconstitution est calculée au prorata capita. Ainsi, pour la $i^{ème}$ reconstitution, et en notant Y, le montant à la charge du réassureur après la première application de la couverture (sans reconstitution) elle sera calculée par rapport au montant suivant :

$$\frac{1}{portée}.\min\left(\text{portée}; \max(0; \text{Y} - (\text{j} - 1).\,\text{portée})\right)$$

Ce montant est alors multiplié par le prix de reconstitution, exprimé en pourcentage r_j de la prime P initiale.

Ainsi le montant de la prime de reconstitution correspond à :

$$P.\sum_{j=1}^{k}\frac{r_j}{portée}.\min\left(\text{portée};\max(0;\text{Y}-(\text{j}-1).\text{portée})\right)$$

En outre, le réassureur couvre :

$$\min\left(Y;(k+1).portée\right)$$

La prime P est donc solution de l'équation suivante :

$$E\left[P.(1+\sum_{j=1}^{k}\frac{r_j}{portée}.\min(\text{portée};\max(0;\text{Y}-(\text{j}-1).\text{portée})))\right]$$
$$=E[\min\left(Y;(k+1).portée\right)]$$

D'où l'on déduit directement :

$$P=\frac{E[\min\left(Y;(k+1).portée\right)]}{1+E\left[\sum_{j=1}^{k}\frac{r_j}{portée}.\min(\text{portée};\max(0;\text{Y}-(\text{j}-1).\text{portée}))\right]}$$

1.1.6 La tarification en réassurance

1.1.6.1 Caractéristiques des sinistres

En mettant en place un traité, il est essentiel d'identifier le seuil permettant de différencier :

- Les sinistres *« attritionels »,* ayant une sévérité faible, mais une fréquence importante.
- Les sinistres *« graves »* (ou *« atypiques*), rares, mais d'une grande sévérité.

D'autre part, il est important de connaître la cadence de développement des sinistres qui peuvent être courtes (« short tail ») ou longues (« long tail »).

- Les branches courtes correspondent ainsi à des sinistres qui sont généralement déclarés et réglés relativement rapidement (dommage aux biens ou vol par exemple)
- Les branches longues (comme la Responsabilité civile automobile par exemple) correspondent à des sinistres qui peuvent être totalement réglés, un nombre important d'années après leur survenance (en raison de la difficulté d'évaluation du coût du sinistre ou des procédures juridiques par exemple).

Cette distinction trouvera notamment son importance lors du calcul des provisions techniques.

1.1.6.2 Les données As-if

Les méthodes présentées ci-dessous se basent sur des données « redressées » pour les rendre « As-if ». En effet la tarification d'un traité de réassurance se fait difficilement sans une robuste base de données contenant les sinistres survenus et permettant ainsi au réassureur d'évaluer l'exposition de la cédante au risque.

Il s'agit alors de les revaloriser les sinistres survenus, en tenant compte de l'évolution de paramètres propres au portefeuille (relatifs à la souscription par exemple) ou de paramètres économiques (comme l'inflation) afin d'estimer ce que couteraient ces sinistres passés s'ils se produisaient lors de l'année de cotation et de pouvoir rendre comparables des sinistres survenus lors d'exercices différents.

Afin de redresser un sinistre survenu en année i, dont le montant est noté X_i, et concerné par un indice I_i, il suffira, pour connaître le montant « As-If » du sinistre en année 0 (année de cotation) d'appliquer la formule suivante :

$$X_0 = X_i * \frac{I_0}{I_i}$$

De la même manière, il est possible de déterminer les primes « As-if » par police.

1.1.6.3 Trois différentes méthodes de tarification

Plusieurs méthodes peuvent alors être utilisées lors de la tarification de contrats de réassurance :

- *La tarification par expérience (burning-cost)* :

  Elle se base sur la sinistralité observée du portefeuille.
  Il s'agit alors dans un premier temps de « redresser » les données puis de déterminer la prime pure à l'aide des ratios S/P revalorisés.

- *La tarification probabiliste* :

  C'est un modèle coût fréquence basé sur les données « As-if ». Il s'agit alors d'estimer les lois de coût et de fréquence des sinistres en y distinguant notamment les graves des attritionnels et d'effectuer des simulations afin d'estimer le montant cédé selon les termes du contrat.

- La tarification sur exposition :

  Elle utilise les informations du portefeuille ainsi que des « courbes d'exposition » (internes ou de marché) qui permettent de lier le profil de risque observé à la prime de réassurance.

C'est donc généralement une combinaison de ces trois méthodes qui est utilisée lors de la tarification d'un programme de réassurance. En effet, en fonction des données disponibles et notamment de leur historique, chacune de ces méthodes propose des avantages et des inconvénients.

1.2 Présentation de l'organisme exemple et analyse des indicateurs actuariels et des Provisions techniques

1.2.1 Le marché

L'organisme considéré dans cette étude est un organisme d'assurance spécialisé en non-vie dont le portefeuille est uniquement constitué de la garantie Responsabilité civile automobile, qui correspond à la branche 10 suivant le code des assurances (responsabilité civile véhicules terrestres automoteurs) et la Lob (Line of Business) 4 en se référant à la directive Solvabilité 2.

L'assurance de responsabilité civile automobile est obligatoire en France selon la loi du 27 janvier 1958. Ainsi, elle couvre les dommages (matériels et corporels) causés par le conducteur aux tiers : en cas de sinistre responsable, elle viendra ainsi indemniser les victimes (conducteurs et passager des véhicules impliqués (hormis l'assuré lui-même) ; piétons ; ou encore propriétaires des infrastructures dégradées.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que, selon les données de l'Observatoire national interministériel de la sécurité routière (ONISR), bien que le nombre d'accidents corporels ait fortement diminué ces dernières années comme indiqué dans le graphique ci-dessous :

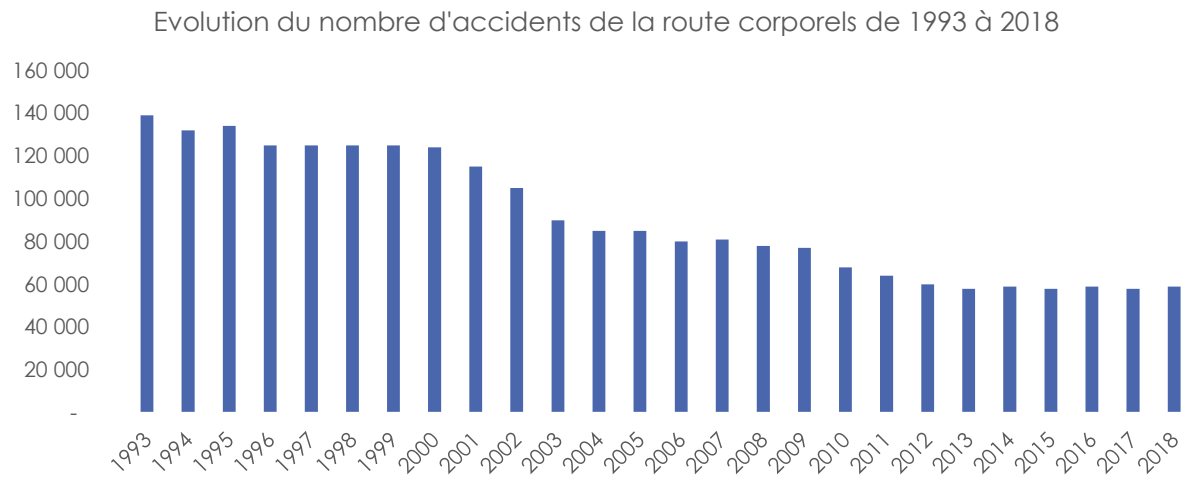


Figure 11 – Évolution du nombre de victimes d'accidents corporels

La charge des sinistres corporels quant à elle, ne cesse d'augmenter ces dernières années. Ainsi la CCR, dans son livre blanc sur la RC Automobile présente l'évolution du coût moyen pour les sinistres supérieurs à 1M € :

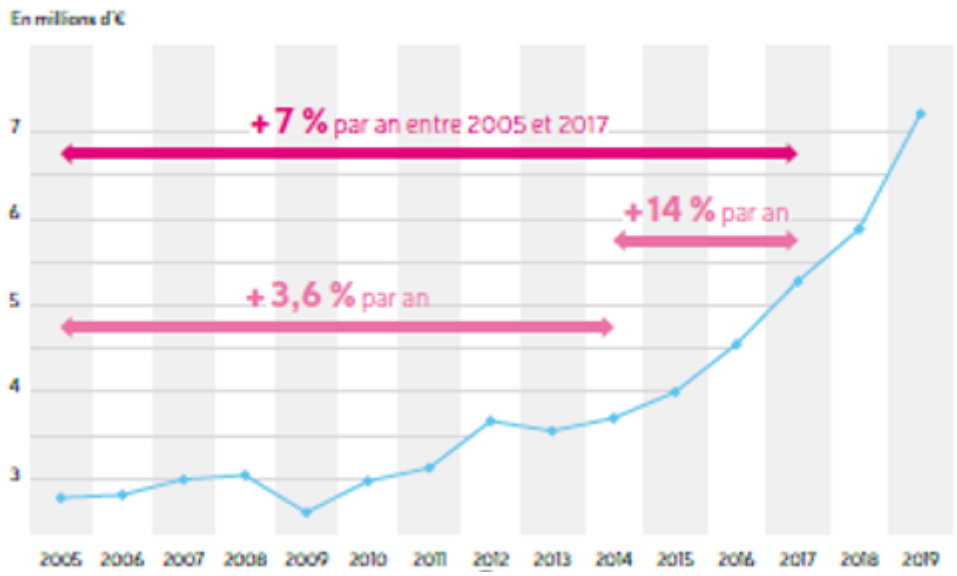


Figure 12 – Évolution du coût moyen en RC Auto

Ainsi, le nombre d'accidents graves a été fortement réduit ces dernières années grâce à des mesures législatives et des campagnes de prévention efficaces. Cependant, cette décroissance a été accompagnée par une augmentation de la charge des sinistres.

Celle-ci est due à l'évolution grandissante des solutions médicales et leurs coûts, mais aussi aux évolutions des recueils méthodologiques communs proposées par les différentes juridictions qui ont eu un impact sur les coûts des sinistres.

Ainsi, un accident grave peut par exemple conduire l'assureur à verser un capital ou une rente à vie au sinistré dont le montant global peut se chiffrer en plusieurs millions d'euros.

1.2.2 L'organisme

Pour illustrer les problématiques de ce mémoire, il a été décidé de s'appuyer sur les données d'une entité reçues dans le cadre d'une mission sur l'évaluation de la solvabilité au 31/12/2018.

L'organisme a été exceptionnellement marqué, au cours de l'exercice 2018, par la survenance de sinistres graves, dont le montant maximum avoisine 4 M€. Le précèdent montant de sinistre le plus élevé était de 1,2 M€. C'est cette sinistralité exceptionnelle qui a poussé l'organisme à se questionner sur sa couverture de réassurance actuelle.

Ainsi, en 2018, le compte de résultat technique est le suivant :

Compte de résultat technique non-vie

	2018
Cotisations brutes	21,9 M€
Cotisations nettes	21,7 M€
Charge de prestations brute	25,1 M€
Charge de prestations nette	25,1 M€
Frais	4,3 M€
Commission du réassureur	0,0 M€
Autres produits techniques	1,5 M€
Résultat technique non-vie net	**-6,1 M€**

Le résultat technique non-vie est donc fortement dégradé en 2018 en raison de la survenance de ces sinistres. Les années antérieures, le résultat net était légèrement positif.

L'organisme n'est que faiblement couvert en raison d'une sinistralité modérée les années antérieures. Cependant, les placements de l'organisme lui permettent d'arriver à un résultat de -4,7M€, par le biais d'un gain financier de 1,5M€.

Compte de résultat non technique

	2018
Résultat technique non-vie net	-6,1 M€
Résultat financier	1,5 M€
Autres produits non techniques	0,0 M€
Autres charges non techniques	0,0 M€
Résultat exceptionnel	0,0 M€
Impôt	0,0 M€
Résultat net	**-4,7 M€**

Le bilan comptable au 31.12.2018 est le suivant :

Bilan comptable

ACTIF	2018
Placements	54,3 M€
Provisions cédées non-vie	0,0 M€
Créances	3,2 M€
Autres actifs	9,7 M€
PASSIF	
Fonds Propres Comptables	26,3 M€
Provisions pour sinistres non-vie	36,6 M€
Autres dettes	4,2 M€
Total	**67,2 M€**

Ainsi, avec un ratio de couverture du SCR de l'ordre de 125% et un résultat fortement dégradé en cette année particulièrement sinistrée, l'organisme a choisi de modifier sa structure de réassurance.

Cette modification devrait permettre de consolider les indicateurs techniques et réglementaires précédemment présentés.

Son objectif est alors de couvrir la volatilité de son résultat, et par suite, de ses fonds propres ainsi que de consolider sa solvabilité sur les millésimes à venir.

1.3 Solutions possibles – réassurance et traités

Le conseil d'administration, appuyé par la fonction clé actuarielle a ainsi décidé de mettre en place un traité proportionnel ainsi que de diminuer la priorité de son XS.

Cette nouvelle structure de réassurance, détaillée ci-dessous, a été choisie par l'organisme étudié. De ce fait, l'optimisation de la structure de réassurance et la tarification de cette dernière ne seront pas abordés dans ce mémoire dont l'objectif est plus particulièrement d'étudier l'impact de cette modification sur le ratio de solvabilité prospectif de l'organisme.

En effet, jusqu'à lors, la couverture correspondait à un $illimité\ XS\ 4\ M€$. Cette dernière avait été choisie de la sorte, afin de ne protéger la mutuelle qu'en cas de sinistre exceptionnellement grave, mais également afin de la couvrir sur son SCR Catastrophe (lequel sera présenté et détaillé dans la partie 2).

Cependant, à la vue de la forte sinistralité, et du ratio de couverture du SCR relativement bas, il est décidé d'avoir recours, dès le 01/01/2019 à :

- Un traité proportionnel dont la Quote-part est de 30%
- Un traité non-proportionnel dont les différentes tranches sont détaillées ci-dessous :

	Couverture
Tranche 1	1 225 000 XS 275 000
Tranche 2	2 500 000 XS 1 500 000
Tranche 3	Illimité XS 4 000 000

Ainsi, le traité sera travaillant, c'est-à-dire touché, si un sinistre à hauteur d'au moins 392 857€ survient (392 857€*(1-0,3) =275 000). (Ce montant représente le quantile à 99% des sinistres composant le portefeuille, lequel sera présenté ultérieurement).

En d'autres termes, seul 1% des sinistres survenus ces 11 dernières années ont dépassé ce montant.

Les reconstitutions, dans le cadre du traité XS mis en place, sont illimitées (comme bien souvent en responsabilité civile automobile) et gratuites.

Cette modification de la structure de réassurance, plus protectrice, permettra donc à l'organisme de se couvrir face à une éventuelle survenance de sinistres exceptionnellement graves lors des exercices à venir, mais également de diminuer les exigences réglementaires de capital.

2 Analyse prospective des impacts de la réassurance

2.1 Modélisation de la sinistralité future et impact prospectif des traités

Toujours dans un objectif d'étude de l'impact de la réassurance sur la société, celle-ci a souhaité étudier sa situation projetée sur les cinq prochaines années.

Cette étape est précédée par une étude du portefeuille couplée à la modélisation de la sinistralité future.

2.1.1 Description de la base de sinistre.

La base de sinistre sur laquelle est effectuée cette tarification, et qui a été confiée au réassureur est constituée de sinistres corporels et matériels survenus sur la période 2011-2018.

Elle est notamment composée des montants réglés et provisionnés sur cette période, ainsi que la date de déclaration et de la classification en corporel ou non.

Dans la suite de cette étude, nous distinguerons les sinistres de la manière suivante :

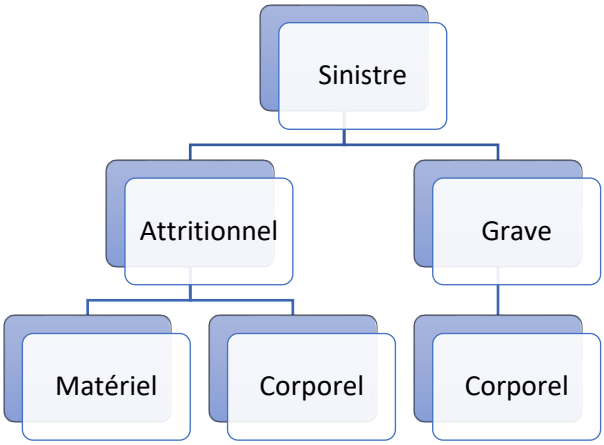


Figure 13 – Classification retenue des sinistres

La distinction entre grave et attritionnel se fera donc seulement pour les sinistres corporels, à l'aide de la théorie des valeurs extrêmes. Celle-ci nous permettra également d'obtenir une estimation de la sinistralité future, à l'aide de projections basées sur des lois de probabilités déterminées à partir des données empiriques. Nous considérerons que les indemnisations sont exclusivement constituées de capitaux et excluons donc les rentes de notre champ d'étude.

Par ailleurs, comme indiqué dans le schéma précèdent, tous les sinistres considérés comme graves en portefeuille sont des sinistres corporels (le coût maximum historique d'un sinistre matériel s'élevant à 78k€).

2.1.1.1 Revalorisation des sinistres

Afin de pouvoir comparer les sinistres survenus les différentes années, il est nécessaire de les revaloriser, notamment pour tenir compte de l'inflation passée. Nous considérons que l'inflation future est nulle ce qui nous conduit donc à ne pas revaloriser les provisions pour des sinistres non clôturés.

La différence entre la responsabilité civile automobile corporelle et matérielle se traduit aussi dans l'évolution de leurs taux d'inflation passés respectifs, et par suite, dans la revalorisation des sinistres en portefeuille.

Afin de revaloriser ceux-ci, l'AFA, dans son livre blanc sur l'indemnisation du dommage corporel, publié en avril 2008 propose de retenir comme indices de revalorisation :

- $I_k = 0{,}73 * taux\ d'inflation\ \ de\ la\ réparation\ des\ véhicules\ personnels\ de\ l'année\ k$; pour la revalorisation des sinistres matériels

- $I_k = 2{,}18 *\ taux\ d'inflation\ des\ salaires\ pour\ la\ santé\ humaine\ de\ l'année\ k$; en ce qui concerne la revalorisation des sinistres corporels.

Le fait de considérer un taux d'inflation futur nul ainsi que des indemnisations seulement possibles en capital constitue des hypothèses prises en raison de la difficulté d'évaluation de ces composantes à la vue des données disponibles.

Toutefois, il est nécessaire de garder en mémoire que ces problématiques sont centrales dans le cadre de l'étude de la Responsabilité Civile automobile et que ces dernières ont une place importante au sein des études la concernant.

Le calcul de l'indemnisation que l'assureur est amené à verser pour un sinistre corporel dépend notamment de la durée de vie résiduelle de l'assuré.

Ainsi, dans le cadre d'un versement en capital, un transfert de risque technique et financier est opéré de l'assureur vers l'assuré qui peut d'une part vivre plus longtemps que ce que prévoit la table de mortalité retenue mais également constater des rendements financiers moins importants que ceux estimés par l'assureur par le biais de l'actualisation.

Par ailleurs, le Fond de Garanti des Assurances obligatoires est un fond placé sous le contrôle du ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, créé en 1951 pour indemniser les victimes d'accidents de la circulations provoqués par des personnes non assurées et non assurables.

Celui-ci ne prend plus à sa charge le remboursement des majorations légales de rentes à partir du 1er Janvier 2013 et laisse donc dès lors l'inflation à la charge des assureurs.

Le provisionnement des rentes est encadré par le Code des Assurances, notamment sur les tables de mortalités et taux d'actualisation à retenir lors des calculs. Ceux-ci peuvent ainsi être effectués à partir de différentes hypothèses :

- Une méthode purement « réglementaire » basée notamment sur l'article 143-2 du règlement ANC n° 2015-11 du 26/11/2015 (et mis à jour par le règlement N°2018-08 du 11 Décembre 2018)
- Un « barème de capitalisation » proposé par la Gazette du Palais et mis à jour régulièrement dont l'objectif est d'apporter des hypothèses de calcul plus « fines ».

Par ailleurs, ne disposant que de la charge et en l'absence notamment de la décomposition des postes de préjudice, il est difficile d'analyser de manière plus fine l'inflation et la modélisation d'une indemnisation sous forme de rentes dans le cadre de cette étude.

Ces différents éléments témoignent ainsi de la difficulté de l'évaluation de l'indemnisation d'un sinistre de responsabilité civile corporelle mais également de la complexité de la revalorisation de ce type de sinistre et de l'incertitude vis-à-vis de l'inflation future.

Cette étude, dont l'objectif est d'étudier l'impact de la mise en place d'une structure de réassurance sur le ratio de solvabilité au travers d'une projection hypothétique de l'activité de l'organisme, s'affranchit donc de ces considérations, notamment en raison de l'indisponibilité des données nécessaires à ces dernières.

2.1.1.2 Analyses préliminaires des données

La répartition des sinistres en portefeuille est la suivante :

	Minimum	1er quartile	Médiane	Moyenne	3ème quartile	Maximum
Sinistres matériels	1	870	1 650	2 496	2739	78 007
Sinistres corporels	33	2 506	5 576	21 677	9 554	3 980 631
Base totale	1	972	1 757	4 997	3 399	3 980 631

Il est ainsi possible d'observer une forte dispersion des données ainsi qu'une charge maximale de 4 millions d'euros, correspondante à un sinistre survenu en 2018

En traçant le graphique du logarithme népérien de la charge ultime triée, nous obtenons le graphique suivant, indiquant ainsi la présence d'une cassure relativement importante pour les grandes valeurs.

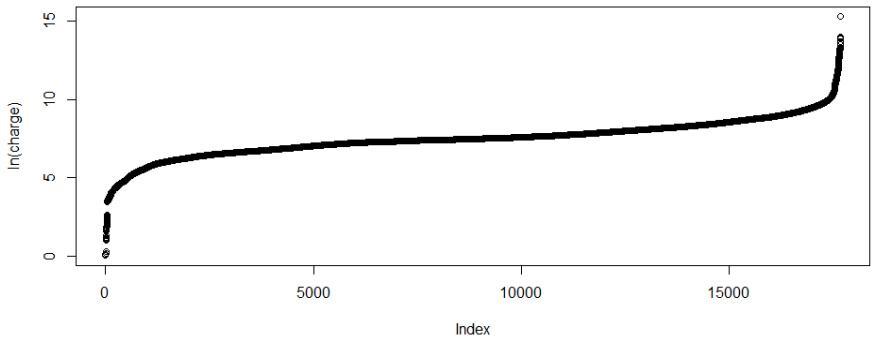


Figure 14 – Logarithme népérien de la charge des sinistres

Celle-ci indique ainsi la présence de sinistres graves et donc d'une queue de distribution relativement épaisse. Cela indique donc la présence potentielle de valeurs « extrêmes ».

Par ailleurs, en traçant l'histogramme du logarithme de la charge, nous obtenons le graphique suivant dont l'allure fait penser à première vue à une loi normale :

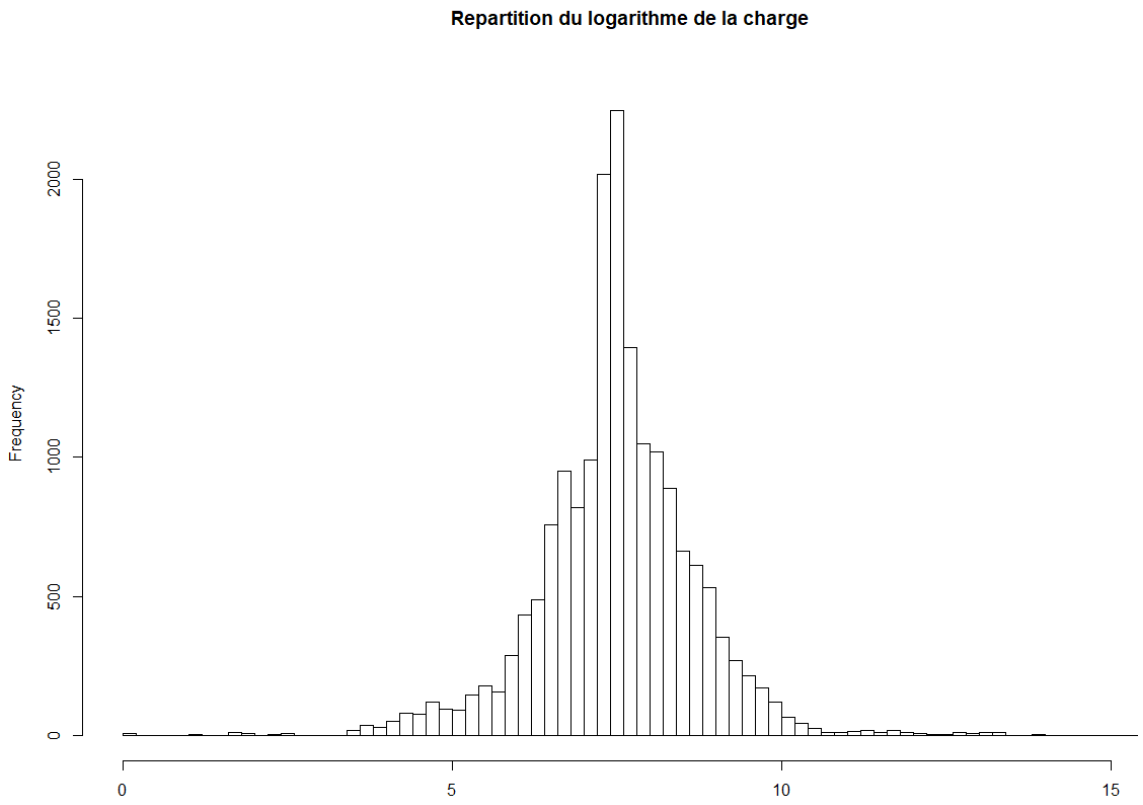


Figure 15 - Histogramme du logarithme de la charge

La queue de distribution laisse donc présager qu'une loi Log-normale ne suffise pas à modéliser l'intégralité de la sinistralité.

2.1.2 Lois et tests usuels

2.1.2.1 La loi Log-Normale

L'un des intérêts notables de la loi Log-Normale, est que celle-ci possède une queue de distribution relativement épaisse et permet donc de prendre en compte, de manière plus ou moins efficace les valeurs extrêmes de la distribution.

Ainsi, une variable aléatoire Y est dite log-normale si *ln(Y)* (d'espérance μ et d'écart-type σ) suit une loi normale et sa densité de probabilité *f* est alors donnée par :

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\ln(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

Avec $\sigma > 0$, $\mu \in \mathbb{R}$ et $x > 0$

Et de plus :

$$\begin{cases} E(Y) = e^{\mu+\sigma^2/2} \\ V(Y) = (e^{\sigma^2} - 1)e^{2\mu+\sigma^2} \end{cases}$$

2.1.2.2 La loi de Weibull

La loi de Weibull est couramment utilisée dans le domaine de la réassurance afin de modéliser le comportement de certains sinistres potentiellement graves. Ainsi, en notant *X* la variable aléatoire suivant une loi de Weibull de paramètres strictement positifs ε (paramètre d'échelle) et φ (de forme), sa densité sera définie *f* par :

$$f(x) = \frac{\varphi}{\varepsilon}\left(\frac{x}{\varepsilon}\right)^{\varphi-1} e^{-(x/\varepsilon)^{\varphi}}$$

et

$$\begin{cases} E(X) = \varepsilon\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right) \\ V(X) = \varepsilon^2\Gamma\left(1+\frac{2}{k}\right) - E(X)^2 \end{cases}$$

Où $\Gamma : \mathrm{x} \rightarrow \int_0^{+\infty} t^{x-1}e^{-t}\,dt$

2.1.2.3 Le test de Kolmogorov-Smirnov

Le test de Kolmogorov-Smirnov est un outil quantitatif permettant notamment d'évaluer la bonne adéquation entre la fonction de répartition d'une loi continue F_0 et d'une fonction de répartition empirique $\hat{F}$, laquelle est définie, de $\mathbb{R}$ dans [0,1] par :

$$\hat{F}(x) = \begin{cases} 0 \; si \; x < X_{(1)} \\ \dots \\ \frac{i}{n} si \; X_{(i)} \leq x \leq X_{(i+1)} \\ \dots \\ 1 \; si \; x \geq X_{(n)} \end{cases}$$

Ainsi, en notant $X_1, \dots, X_n$ un échantillon de loi $\hat{F}$ et F_0 une loi continue, si l'on désire tester :

$$\begin{cases} H_0 : \hat{F} = F_0 \\ H_1 : \hat{F} \neq F_0 \end{cases}$$

Le test se base sur l'étude de la statistique de Kolmogorov-Smirnov, définie par :

$$\max\left(\left(\frac{i}{n} - F_0(X_i)\right)_+ ; \left(F_0(X_i) - \frac{i-1}{n}\right)_+\right)$$

et permet donc d'accepter ou non l'adéquation entre des échantillons historiques et simulés.

2.1.3 Présentation et application de la théorie des valeurs extrêmes

La théorie des valeurs extrêmes est un champ des mathématiques probabilistes étudiant le comportement des valeurs extrêmes des distributions.

L'objectif étant donc d'estimer la loi de distribution des variables aléatoires au-delà d'un certain seuil. Elle est couramment utilisée en réassurance dans le cadre de l'étude de la sinistralité atypique.

2.1.3.1 Lois limites pour le maximum

Le théorème de Fisher-Typpett est un des plus importants de la théorie des valeurs extrêmes. Ainsi, il énonce :

Soit $(X_i)_{i=1\ldots n}$ une suite de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées, F leur fonction de répartition et M_n le maximum de ces dernières ; et soient a_n strictement positive et b_n deux suites de réels telles que :

$$\lim_{n\to\infty} P\left(\frac{M_n - b_n}{a_n} \leq x\right) = G(x)$$

Où G est une distribution non dégénérée, c'est-à-dire de variance non nulle, alors G est du même type que l'une des trois lois suivantes :

- Fréchet : $\Phi_\alpha(\mathrm{x}) = \begin{cases} \exp(-x^{-\alpha}) & si\ x > 0 \\ 0 & si\ x \leq 0 \end{cases} \qquad avec\ \alpha > 0$
- Weibull : $\Psi_\alpha = \begin{cases} \exp(-(-x)^{-\alpha}) & si\ x \leq 0 \\ 1 & si\ x > 0 \end{cases} \qquad avec\ \alpha > 0$
- Gumbell: $\Lambda(x) = \exp(-e^{-x}) \qquad x \in \mathbb{R}$

Ces trois distributions sont des cas particuliers de la distribution $GEV(\mu, \sigma, \xi)$ définie par ***Von Mises et Jenkison*** et telle que :

- $$G(x) = \begin{cases} \exp\left(-\left[1 + \xi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]_+^{-1/\xi}\right) & si\ \xi \neq 0 \\ \exp\left(-\,exp\left(-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)\right) & si\ \xi = 0 \end{cases}$$

Remarques :

- ξ est appelé paramètre de forme, σ le paramètre d'échelle et μ le paramètre de position
- La loi de Fréchet correspond à $\xi > 0$, celle de Weibull à $\xi < 0$ et celle de Gumbell à $\xi = 0$
- Ainsi, pour résumer, si $\frac{M_n - a_n}{b_n}$ tend vers une loi non dégénérée, celle-ci est nécessairement une *GEV*, définie ci-dessus.
- Lors de la modélisation de sinistres graves en réassurance, les lois obtenues correspondent souvent à $\xi \geq 0$

L'allure de la densité de ces différentes lois est présentée ci-dessous :

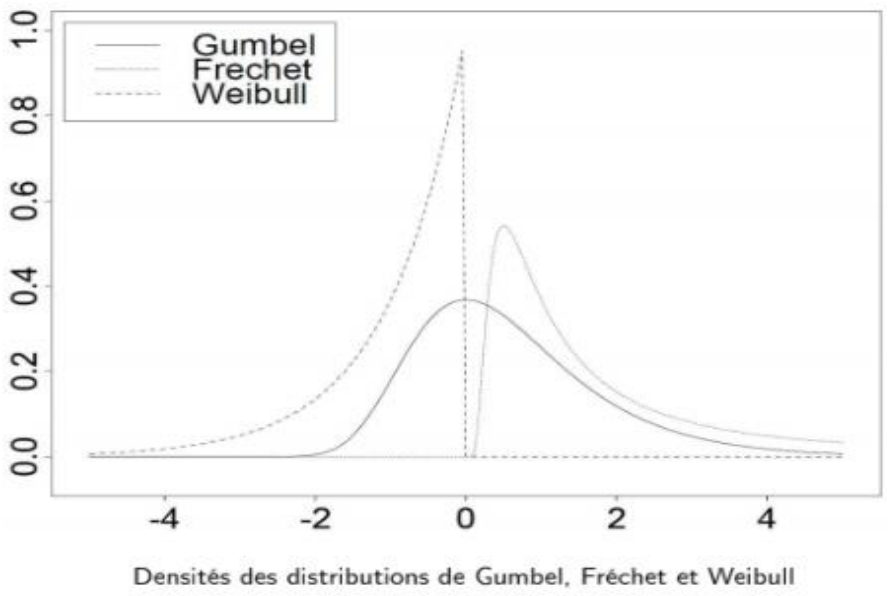


Figure 16 – Densités des distributions GEV

Plutôt que de s'interroger sur le maximum M_n précédemment évoqué, l'étude des valeurs extrêmes fait couramment intervenir le nombre de dépassements de seuil.

Il s'agira alors d'analyser la variable $N_n = \sum_{i=1}^{n} \mathbb{1}_{\{X_i > u_n\}}$ dont le comportement peut être décrit par la distribution de Pareto généralisée (loi *GPD*).

Ainsi, introduisons la fonction de répartition conditionnelle suivante :

$$F_u(x) = P(X - u \leq x | X > u) = \frac{F(u + x) - F(u)}{1 - F(u)}$$

Le théorème de *Pickands-Balkema-De Haa*n stipule alors que :

En gardant les notations précédentes, si une fonction de répartition F appartient au domaine d'attraction de G, c'est-à-dire si les suite (a_n) et (b_n) assurent la convergence mentionnée, alors il existe une fonction positive β telle que :

$$\lim_{u \to x_F} \sup_{0<x<x_F-u} |F_u(x) - G^p_{\xi,\beta(u)}(x)| = 0$$

Où $x_F = \sup\{x \in \mathbb{R} : F(x) < 1\}$ et telle que $G^p_{\xi,\beta} \sim GPD(\beta, \xi)$ i.e. :

$$G^p_{\xi,\beta}(x) = \begin{cases} 1 - \left[1 + \xi\left(\frac{x}{\beta}\right)\right]_+^{-\frac{1}{\xi}} & si\ \xi \neq 0 \\ 1 - e^{-x/\beta} & si\ \xi = 0 \end{cases}$$

Avec $x \geq O\ si\ \xi \geq 0\ et\ 0 \leq x \leq -\frac{\beta}{\xi}$ si $\xi < 0$

Afin de proposer une estimation de la sinistralité sur les 5 prochaines années, il est préférable d'avoir une estimation des lois des sinistres la plus représentative possible. Pour cela, le coût des sinistres futurs sera approximé par la théorie des valeurs extrêmes. La fréquence sera, quant à elle, étudiée dans un second temps.

Une fois ces résultats obtenus, la charge des sinistres futurs va être modélisée en distinguant les sinistres attritionnels, des sinistres « extrêmes », qui seront ainsi modélisés par deux lois différentes.

Par ailleurs, étant donnée la différence notable de comportements entre les sinistres corporels et matériels, le recours à la théorie des valeurs extrêmes n'apparaît nécessaire que dans l'étude des sinistres corporels dans le cadre de cette étude.

2.1.3.2 Les graphiques quantiles-quantiles (QQ-plot)

Les graphiques quantiles-quantiles ou QQ-plot permettent de comparer des données empiriques à des simulations théoriques, mais peuvent également donner des informations sur les queues de distributions de la distribution étudiée, en faisant notamment apparaître des tendances sur la courbe.

Soit alors $(X_{(i)})_{i=1\ldots n}$ la statistique d'ordre de l'échantillon considérée.

De plus, soit F la fonction de répartition associée. Si F est continue, alors les $F(X_{(i)})$ sont indépendants et identiquement distribués (i.i.d.) et qu'on note U_i les variables suivant une loi uniforme sur [0,1], alors :

$$\left(F\left(X_{(i)}\right)\right)_{i=1,\ldots,n} \overset{d}{=} ((U_i))_{i=1,\ldots,n}$$

Et donc,

$$\left(X_{(i)}\right)_{i=1,\ldots,n} \overset{d}{=} (F^{-1}(U_i))_{i=1,\ldots,n}$$

Ainsi, l'étude du graphique $\left(X_{(i)}, F^{-1}\left(1-\frac{i}{n}\right) : i = 1, \ldots, n\right)$ permet de confronter les distributions empiriques et théoriques : en cas d'adéquation, une tendance linéaire est observée.

Le QQ-plot relatif à la distribution de Pareto donne le résultat suivant :

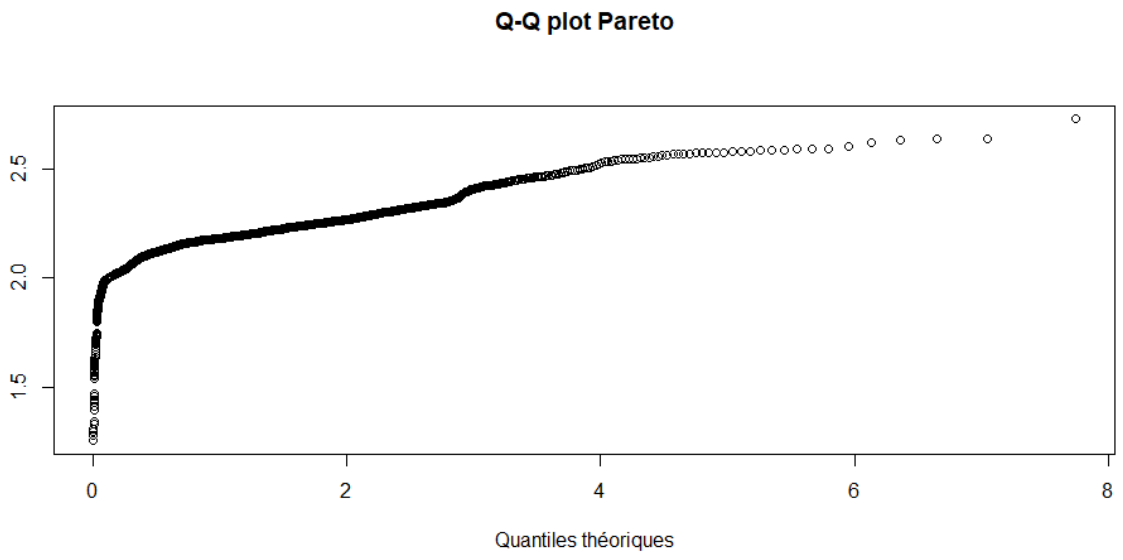


Figure 17 – QQ-plot Pareto

La linéarité observée sur les grandes valeurs de ce QQ-plot indique que les extrêmes suivent une loi de Pareto.

2.1.3.2.1 La fonction de dépassement moyen

La fonction de dépassement moyen (ou Mean excess function) est définie, pour *u>0,* par :

$$e(u) = E(X - u|X > u)$$

Elle peut donc être vue comme le reste à charge moyen pour un assureur disposant d'une couverture de réassurance de priorité *u.*

Elle est fondée sur la propriété dite de « stabilité » de la loi GPD précédemment présentée.

En effet, selon cette dernière :

$$si\ [X - u|X > u] \sim GPD(\xi, \sigma)\ alors\ [X - u'|X > u'] \sim GPD(\xi, \sigma')$$

Et ainsi le paramètre de queue est indépendant du niveau de u.

L'étude graphique de cette fonction permet ainsi d'avoir un aperçu du seuil d'entré dans les valeurs extrêmes ainsi que le comportement de ces dernières.

Pour ce faire, il est possible d'utiliser la fonction de dépassement moyen empirique définie par :

$$\hat{e}(u) = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - u)_+}{\sum_{i=1}^{n} \mathbb{1}_{\{X_i > u\}}}$$

Et de tracer le graphique $\left(X_{(i)}, \hat{e}\left(X_{(i)}\right)\right)_{i=1\ldots n}$ où $(X_{(i)})_{i=1\ldots n}$ représente la statistique d'ordre.

On a donc, par définition :

$$X_{(1)} \geq X_{(2)} \geq \cdots \geq X_{(n)}$$

Ainsi, si la distribution des sinistres appartient au domaine d'attraction d'une GEV, la fonction de dépassement doit devenir linéaire à partir d'un certain seuil u.

La bonne détermination de ce seuil est cruciale. Il s'agit alors de déterminer quel est le meilleur compromis afin d'avoir suffisamment de données pour affiner les estimateurs tout en ayant un seuil assez élevé pour que l'approximation par la loi GPD ait un sens.

De plus, la forme de cette dernière peut permettre de déterminer la loi suivie par la queue de distribution, de la manière suivante :

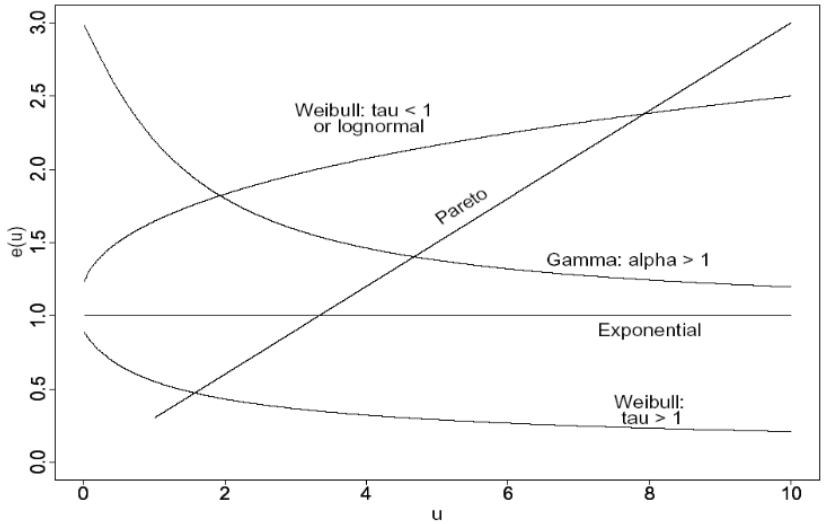


Figure 18 – Interprétation du Mean Excess plot.

À titre d'exemple, si $X \sim \mathrm{GPD}(\xi, \beta), e(u) = \frac{\beta}{1-\xi} + \frac{\xi}{1-\xi} u$ (démonstration en annexe) ;

Ainsi ξ est nécessairement différent de 1.

2.1.3.2.2 Le Hill-plot

Le « Hill-plot » consiste en une autre méthode de détermination graphique du seuil d'entrée dans les valeurs extrêmes, et, par suite, d'approximation des paramètres de la loi GPD.

Comme son nom l'indique, il est déterminé à partir de l'estimateur de Hill, défini ci-dessous, pour ξ>0 et calculé à partir de la statistique d'ordre :

$$\hat{\xi}_{k,n}^{Hill} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^{k} \ln X_{(j)} - \ln X_{(k+1)}$$

Le Hill-plot, qui utilise la log-vraisemblance, correspond au graphique de l'estimateur ci-dessus en fonction du nombre k d'excès et l'étude de sa convergence permet d'identifier le seuil adéquat ainsi que le paramètre de forme associé.

Ainsi, le Hill-plot appliqué aux sinistres corporels permet d'obtenir les résultats suivants :

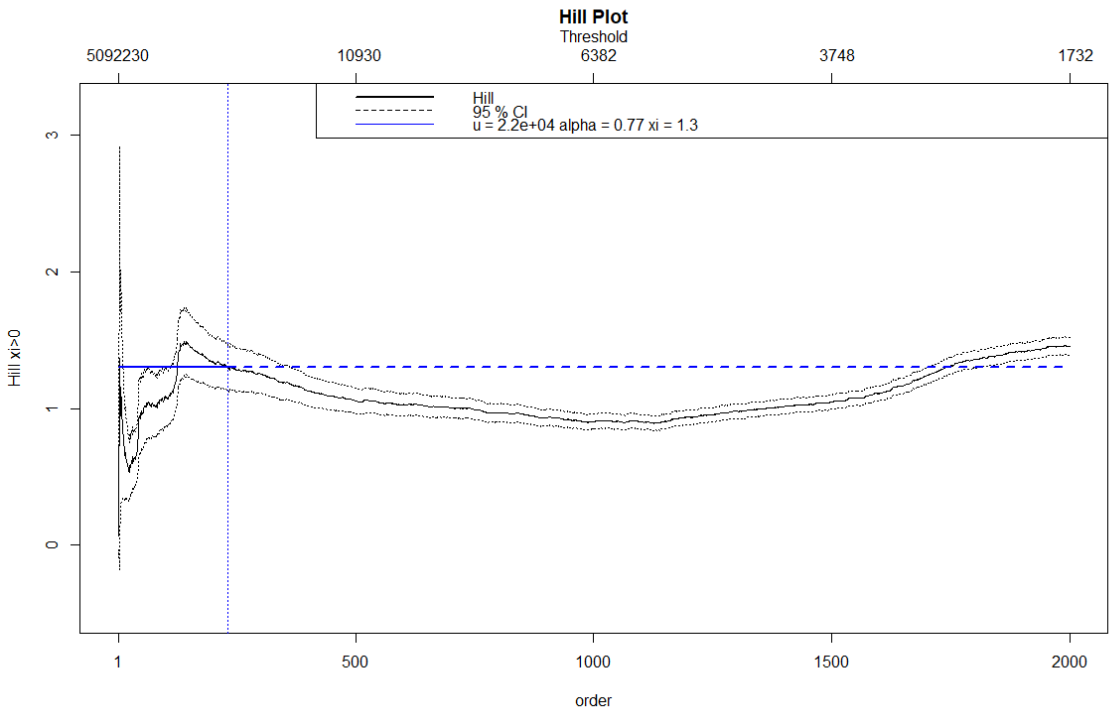


Figure 19 - Hill-plot des sinistres corporels

Celui-ci permet donc d'identifier un paramètre de forme ξ égal à 1.3 et un seuil de 22 000 €.

Ainsi, au-delà de 22 000 €, une loi GPD, de paramètre de forme 1.3, sera retenue pour la modélisation. Un sinistre dont la charge dépasse ce montant sera donc considéré comme grave.

<u>Remarque :</u> Pour rappel, l'espérance conditionnelle, présentée précédemment, dans le cadre du Mean-Excess plot, n'est définie que pour un paramètre de forme différent de 1.

Dans le cas présent, ce dernier entraîne ainsi une instabilité de la fonction de dépassement moyen empirique et rend donc le Mean-Excess plot non interprétable. C'est donc un seuil de 22 000 € qui sera retenu dans la suite de cette étude.

Ainsi, la détermination du seuil permet d'estimer les paramètres de la loi GPD, par maximum de vraisemblance.

Le test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov rejette la simulation. Cependant, la comparaison entre la fonction de répartition empirique et simulée, ainsi que les résultats obtenus sont tout à fait satisfaisants dans le cadre de cette étude.

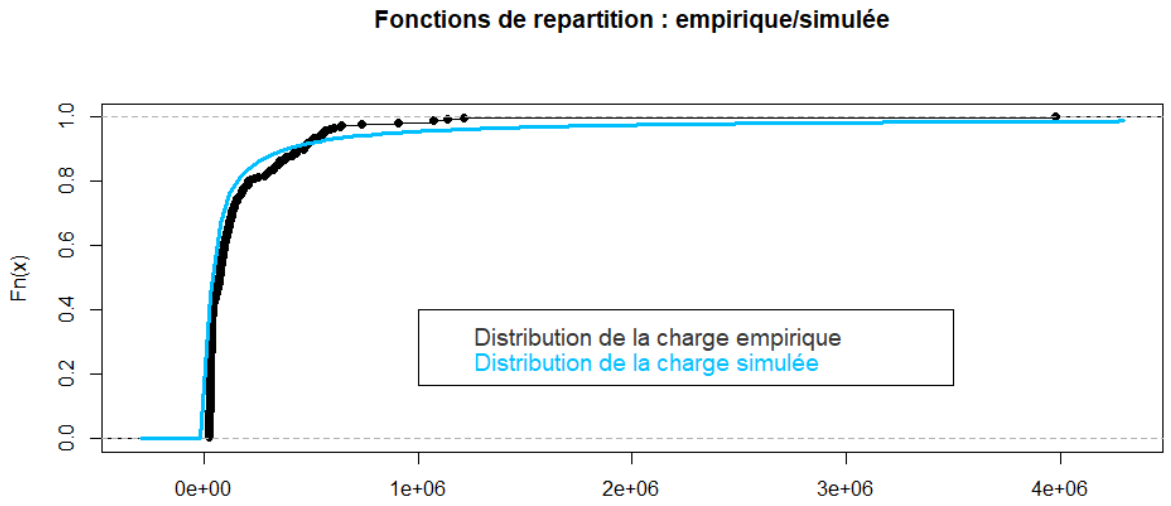


Figure 20 - Fonctions de répartitions empirique et simulée pour le corporel grave

2.1.4 Projection de la sinistralité attritionnelle

2.1.4.1 Modélisation de la Sinistralité RC corporelle attritionnelle

Les sinistres de RC corporel attritionnels, c'est-à-dire non-graves et donc, dont le montant est inférieur à 22K € sont étudiés au sein de cette sous-partie.

L'histogramme de la distribution de la charge indique que cette dernière est régie par une loi de Weibull :

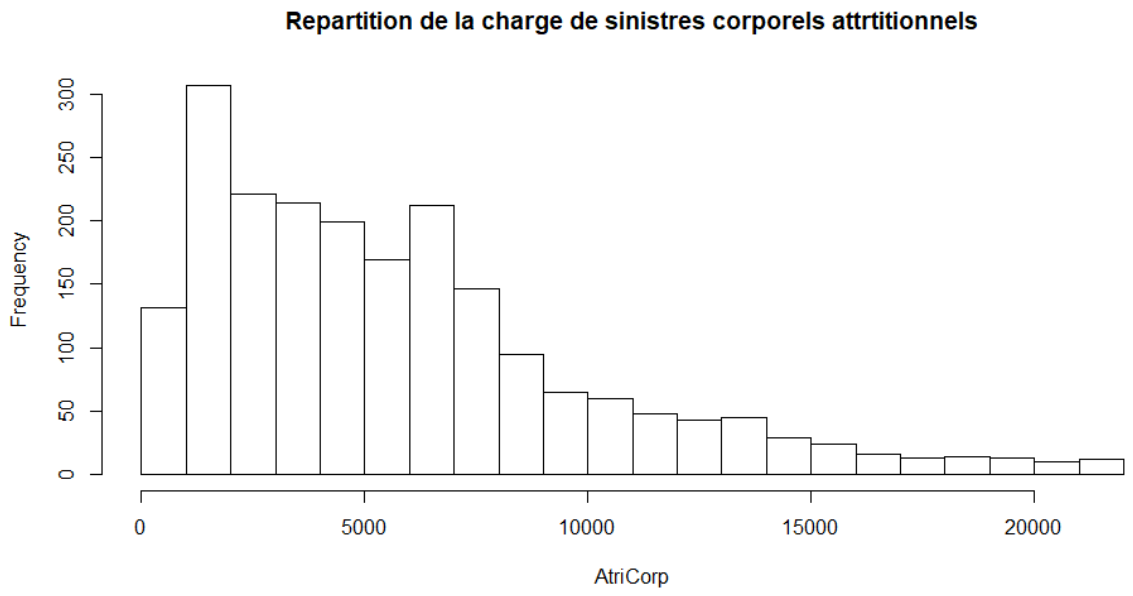


Figure 21 - Distribution des sinistres attritionnels corporels

En effet, en déterminant les paramètres par la méthode du maximum de vraisemblance, l'adéquation graphique est concluante :

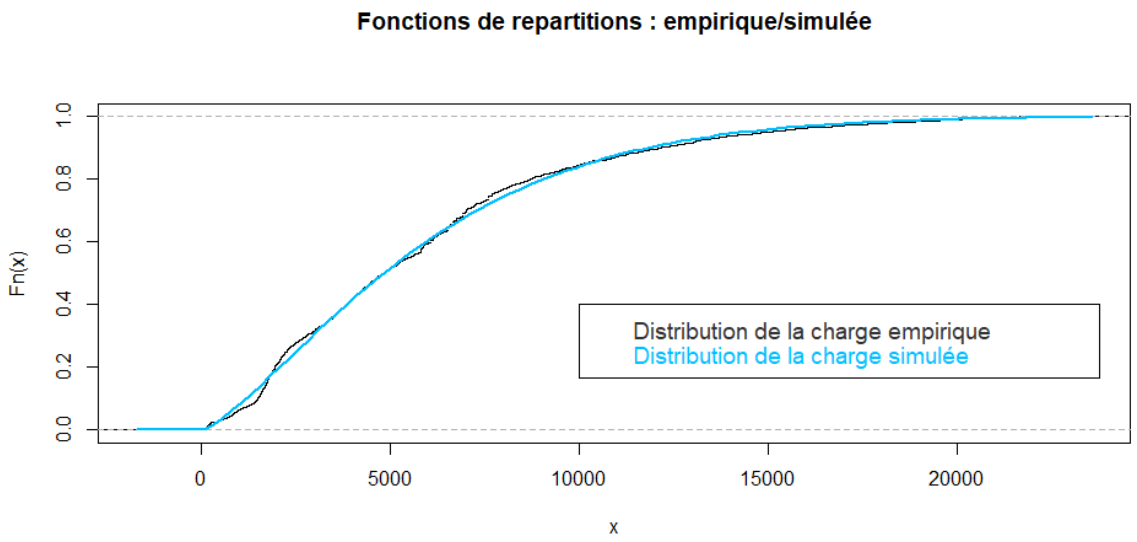


Figure 22 - Fonctions de répartitions empirique et simulée pour le corporel attritionnel

Par ailleurs, le test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov est satisfait.

2.1.4.1.1 Modélisation de la sinistralité RC matérielle

La charge des différents sinistres matériels n'excède pas 78k€ et la volatilité de cette dernière est relativement faible. Ainsi, pour ceux-ci, le recours à la théorie des valeurs extrêmes n'est pas jugé nécessaire.

L'allure de la distribution de la log-charge est la suivante :

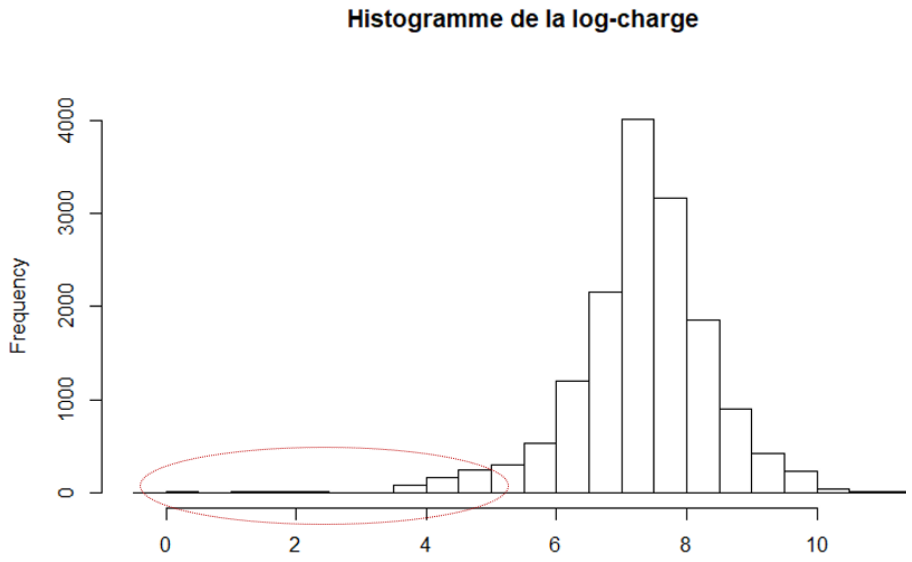


Figure 23 - Distribution des sinistres matériels

L'allure de ce graphique nous conduit à retenir une distribution log-normale, dont l'adéquation aux données empiriques n'est pas acceptée par le test de Kolmogorov-Smirnov en raison de la queue de distribution gauche, longue en raison de nombreux montants de sinistres relativement faibles.

En effet, cela se confirme sur le graphique le QQ plot obtenu pour la loi log-normale concernée :

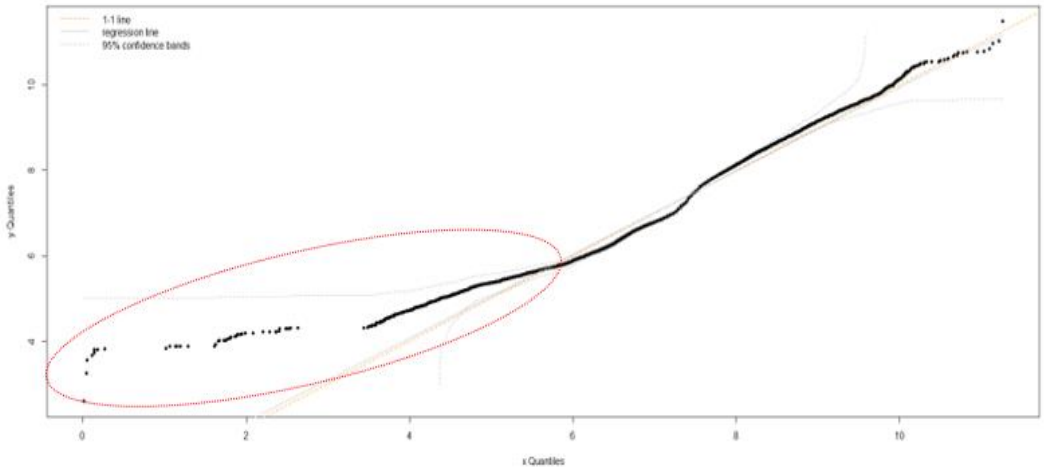


Figure 24 – QQ-Plot : sinistres matériels

Toutefois, cet écart n'aura pas d'impact significatif dans la mesure où le montant global des sinistres concernés ne représente que 0.7% du montant des sinistres matériels.

Nous nous contentons ainsi d'apprécier l'adéquation à travers les graphiques et résultats obtenus, et notamment à travers la concordance des fonctions de répartition empirique et simulée qui est satisfaisante :

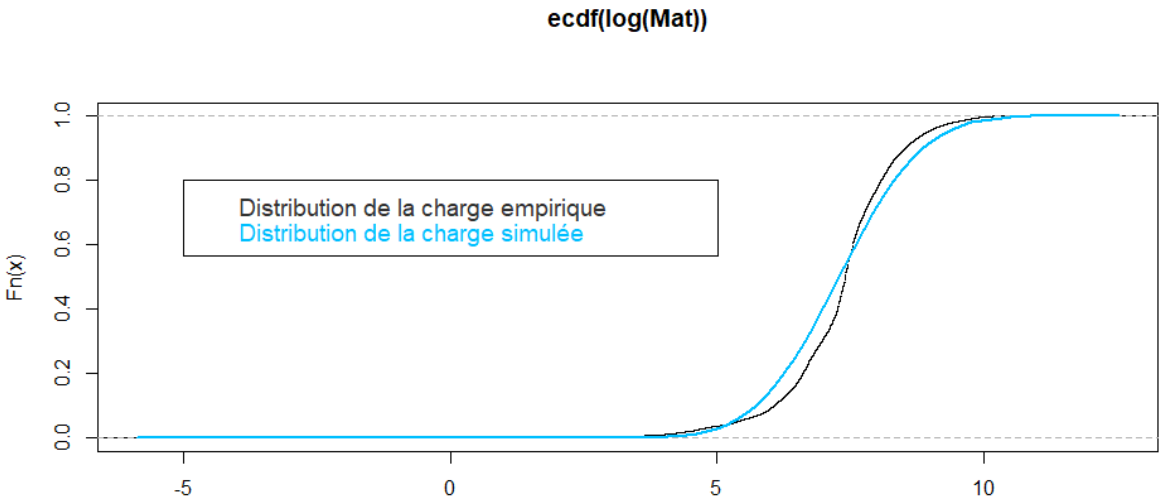


Figure 25 - Fonctions de répartitions empirique et simulée pour le matériel

Ainsi pour conclure, la charge totale de sinistres est explicitée de la manière suivante :

$$S = \sum_{i=1}^{N_{matériels}} X_i^{matériels} + \sum_{i=1}^{N_{corpo,attri}} X_i^{corpo,attri} + \sum_{i=1}^{N_{corpo,graves}} X_i^{corpo,graves}$$

Où les X_i qui représentent les différentes charges sont définis par :

$$\begin{cases} X_i^{matériels} \text{ désigne la charge des sinistres matériels, modélisée par une loi log} - \text{normale} \\ X_i^{corpo,attri} \text{ désigne la charge des sinistres corporels attritionnels, modélisée par un loi de Weibull} \\ X_i^{corpo,graves} \text{ désigne la charge des sinistres corporels graves, modélisée par un loi GPD} \end{cases}$$

Et où les bornes des différentes sommes sont définies au sein des paragraphes suivants.

Pour rappel, la loi de poisson, de paramètre λ, est définie par :

$$P(X = k) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!} \; avec \; \lambda \in \mathbb{R}^*$$

Cette loi est couramment utilisée pour décrire les sinistres dont la fréquence est déterminée. Elle est qualifiée de loi sans mémoire, car la survenance d'un évènement se produit indépendamment du précèdent. Une de ses principales autres caractéristiques est que son paramètre λ correspond également à son espérance et sa variance.

Cette dernière condition n'est pas toujours fidèle à la réalité des données empiriques : en effet sur certaines bases, la variance excède la moyenne et le recours à la loi binomiale négative peut donc s'avérer intéressant.

Soient alors p un réel strictement compris entre 0 et 1, et n un entier naturel, cette dernière est définie de la manière suivante :

$$P(X = k) = \binom{k+n-1}{k} p^n (1-p)^k \quad et$$

$$\begin{cases} E[X] = \frac{n(1-p)}{p} \\ V(X) = \frac{n(1-p)}{p^2} \end{cases}$$

C'est la probabilité de faire « k épreuves indépendantes pour avoir n succès ».

Afin de ne pas tenir compte de l'évolution du portefeuille liée à la croissance de l'activité, le nombre de sinistres doit être retraité de l'exposition afin d'isoler le risque inhérent au portefeuille.

Ainsi, en notant N_i le nombre de sinistres survenus en année i et CA_i le chiffre d'affaire de l'année i, alors N_i^* le nombre de sinistres « As-if », c'est-à-dire retraité de l'exposition est obtenu par la formule suivante :

$$N_i^* = N_i . \frac{CA_{2018}}{CA_i}$$

Les données relatives à l'exposition du portefeuille sur les années précédentes n'étant pas connues, c'est le nombre de sinistres de l'année 2018 qui a été retenu comme paramètre de loi de Poisson pour les différents types de sinistres.

2.1.5 Impact de la nouvelle structure de réassurance

L'obtention d'une estimation de la charge et du nombre de sinistres sur les 5 années à venir va permettre d'étudier l'impact de la réassurance sur les indicateurs qui concernent la comptabilité et la solvabilité de l'organisme.

Ainsi, il est intéressant de se pencher sur la charge agrégée simulée des sinistres graves sur les 5 prochaines années, et plus précisément sur le logarithme de celle-ci afin d'obtenir une représentation graphique exploitable.

Afin d'illustrer l'effet de la nouvelle structure de réassurance, les charges des sinistres corporels graves, brutes et nettes de réassurance, sont présentées ci-dessous.

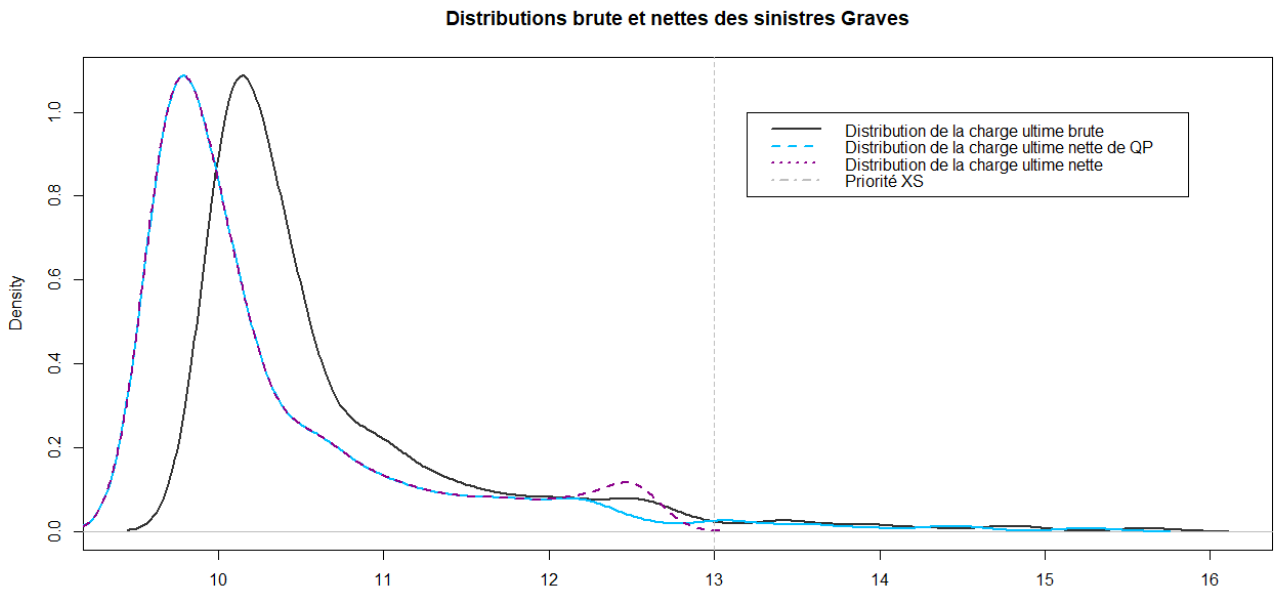


Figure 26 - Impact de la réassurance sur la charge de sinistres graves projetée

Il est ainsi possible de constater, à travers le graphique précèdent, que, conformément à nos attentes, la distribution de la charge des sinistres (en noire) présente une queue longue et fine et donc que des sinistres graves se produisent, mais avec une fréquence très faible

Par ailleurs, l'application du traité quote-part (à 30%) n'entraîne qu'une translation vers la gauche de la charge (courbe bleue). En effet, l'allure est inchangée, mais le reste à charge est diminué.

Toutefois, l'allure de la charge de sinistres nette de réassurance (en pointillés) est bien modifiée. En effet, la différence réside principalement dans la queue de distribution. Celle-ci est donc moins longue en raison de l'intervention du réassureur.

En contrepartie, le reste à charge pour les sinistres déclenchant la réassurance non-proportionnelle se « condense » autour de la priorité : tous ceux dont le montant brut dépassait 392 857 € sont ainsi responsables de la bosse observée autour de la priorité.

Les sinistres graves se situant dans la queue de distribution sont maintenant « concentrés » à proximité de la priorité.

Les deux effets sur la charge de sinistre liés respectivement à la réassurance proportionnelle et non-proportionnelle sont donc aisément observables à travers ce graphique : La distribution globale se voit donc « translatée » vers la gauche en raison de l'application du traité quote-part. En outre, la queue de distribution se voit tronquée suite à l'application du traité XS.

L'étude des données empiriques a donc permis de déterminer les lois de sinistres en tentant de grouper ces derniers en fonction de leur comportement (grave, attritionnel, corporel, matériel).

Pour projeter la sinistralité future, 32 000 simulations de la totalité de sinistre par année sont réalisées afin de retenir la médiane de la charge annuelle agrégée.

Le choix de ce seuil repose sur l'étude de la stabilisation de cette dernière en fonction de celui-ci.

Cette étude peut se traduire au sein du graphique ci-dessous, ou l'axe des abscisses représente le nombre de simulation (en base 1000) et l'axe des ordonnées la charge annuelle obtenue :

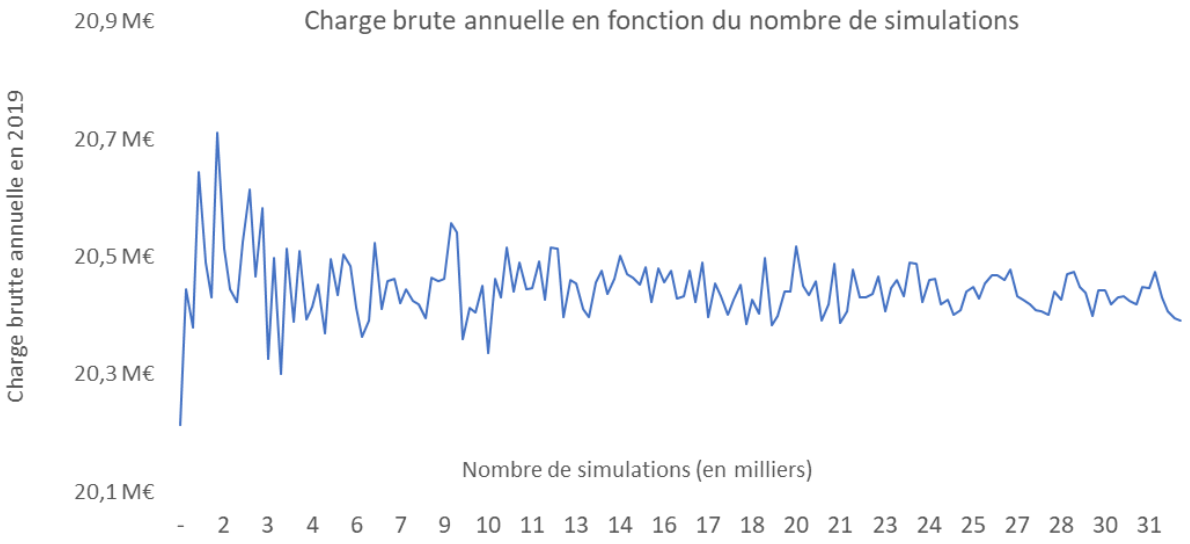


Figure 27 - Convergence de la charge médiane

Il est ainsi possible de constater que la charge se stabilise à partir de 20 000 simulations bien qu'il subsiste de la volatilité. Toutefois, la capacité limitée de l'ordinateur ne permet pas d'effectuer plus de 32000 simulations.

Cet écart résiduel peut s'apprécier à travers le graphique suivant qui schématise l'amplitude d'une simulation à l'autre :

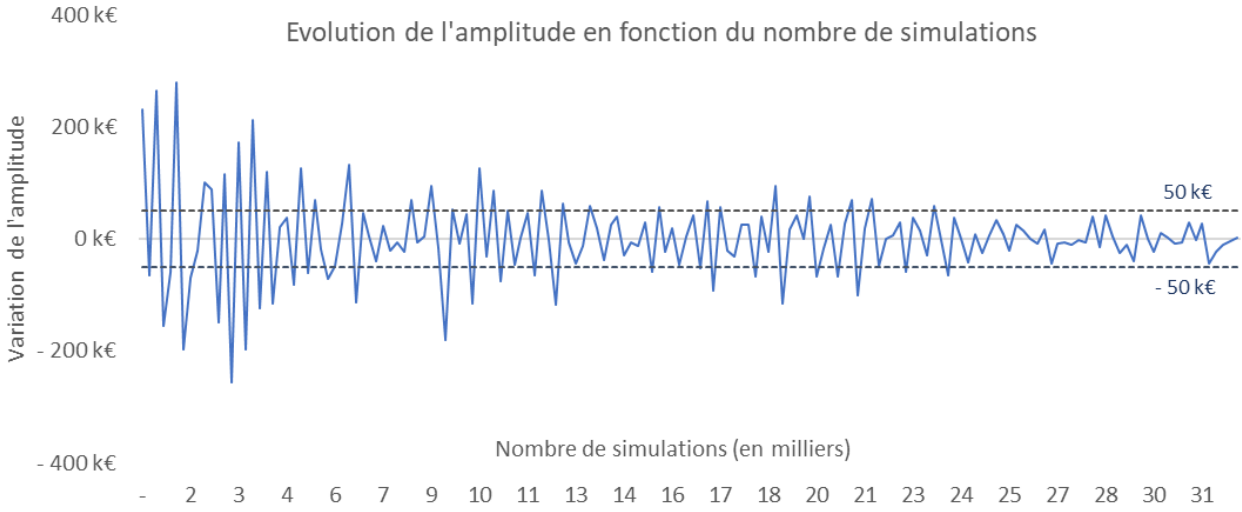


Figure 28 - Evolution de l'amplitude des simulations de la charge médiane

A partir de 24 000 simulations, l'écart d'une simulation à l'autre est de l'ordre de +/- 50k €. Cette volatilité résiduelle aura donc un impact relativement limité dans le cadre de cette étude. En effet, l'impact de la survenance d'un sinistre de 100 k € est de moins de 0,5 point de pourcentage du ratio de couverture du SCR. Ainsi, un seuil de 32 000 simulations est retenu.

2.1.6 Étude de la cadence de liquidation des sinistres

Afin de déterminer les montants réglés et provisionnés pour les sinistres présents en portefeuille, c'est-à-dire en se plaçant en situation de « run-off », une étude a été menée sur la cadence de liquidation de ces derniers.

Concernant les sinistres attritionnels, la profondeur de l'historique nous a permis de déterminer les cadences de règlements de ces derniers. Pour ce faire, nous avons étudié la proportion de la charge ultime réglée chaque année par l'assureur en distinguant les corporels des matériels dans la mesure où ces derniers ont des comportements différents.

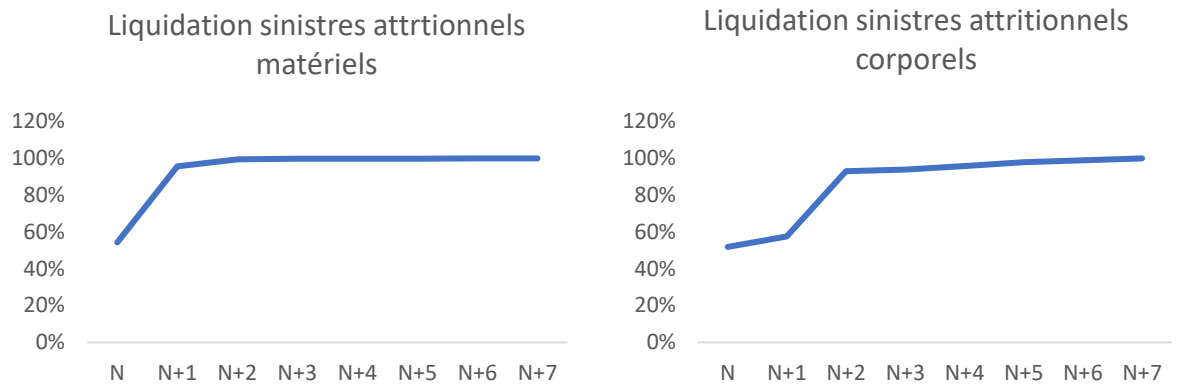


Figure 29 – Cadences de liquidation des sinistres attritionnels

Ainsi, en comparant ces deux précédentes cadences de liquidation, il est possible de constater que la totalité des sinistres attritionnels est réglée dans les sept années suivant la survenance.

De plus, la différence de comportement entre corporel et matériel est à nouveau mise en lumière.
En effet, il est notamment possible de remarquer qu'en moyenne, pour un sinistre matériel, 96% de la charge est réglée la première année, alors que c'est 58% pour un sinistre corporel attritionnel.
Cela est notamment dû à la difficulté relative de gestion et d'évaluation de tous les paramètres et conséquences des sinistres corporels.

La profondeur d'historique dont nous disposions ne nous permettant pas de connaître la cadence de liquidation de nos sinistres graves, nous nous sommes basés sur celle d'un organisme concurrent similaire.

La cadence des sinistres graves est alors la suivante :

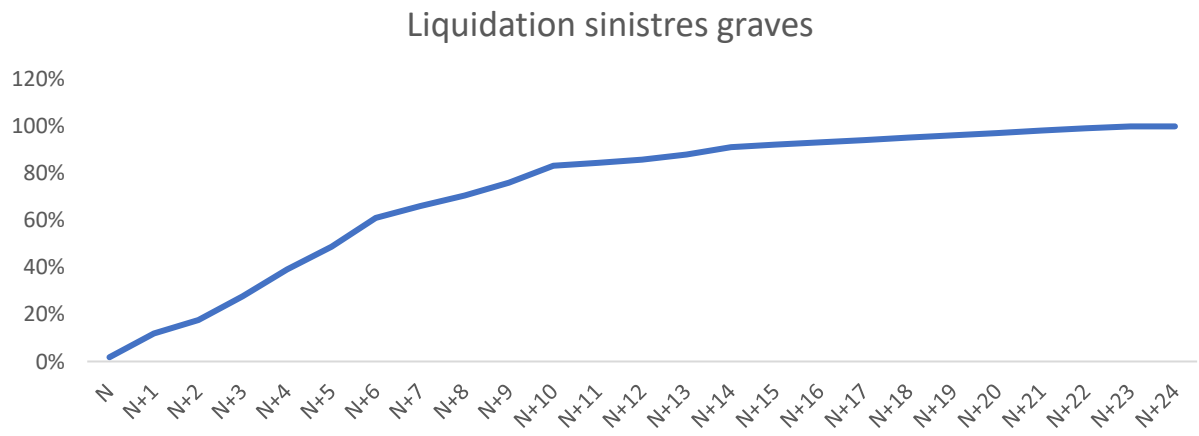


Figure 30 – Cadence de liquidation des sinistres graves

Il faut ainsi, 25 ans en moyenne pour qu'un sinistre grave soit totalement réglé.

Cependant, la cadence de liquidation des sinistres graves, tout comme leur charge est relativement volatile. En effet, comme mentionné précédemment, des phénomènes, notamment juridiques, peuvent venir interférer sur la liquidation du sinistre.

2.1.7 Modélisation des IBNR

Les provisions IBNR (Incurred but not reported) ont pour objectif d'estimer les montants liés aux sinistres survenus, mais non encore déclarés (IBNyr pour Incurred but not yet reported ou non suffisamment déclarés (IBNeR pour Incurred but not enough reported), lors de la clôture des comptes.

Étant donné la complexité de la branche RC automobile et notamment des procédures de déclaration et d'évaluation de ces sinistres, il est courant de voir apparaître des IBNR au sein des provisions.

2.1.7.1 Les IBNyR

Afin de modéliser les IBNyR, et ayant connaissance de la date de survenance des sinistres ainsi que des dates de déclaration associées, il est possible de reconstituer le nombre moyen d'IBNyR afférent aux sinistres graves et attritionnels (concernant ces derniers, aucune distinction de comportement des IBNR n'a été relevée entre le corporel et le matériel).

Les cadences de déclaration de ces derniers sont ainsi présentées ci-dessous :

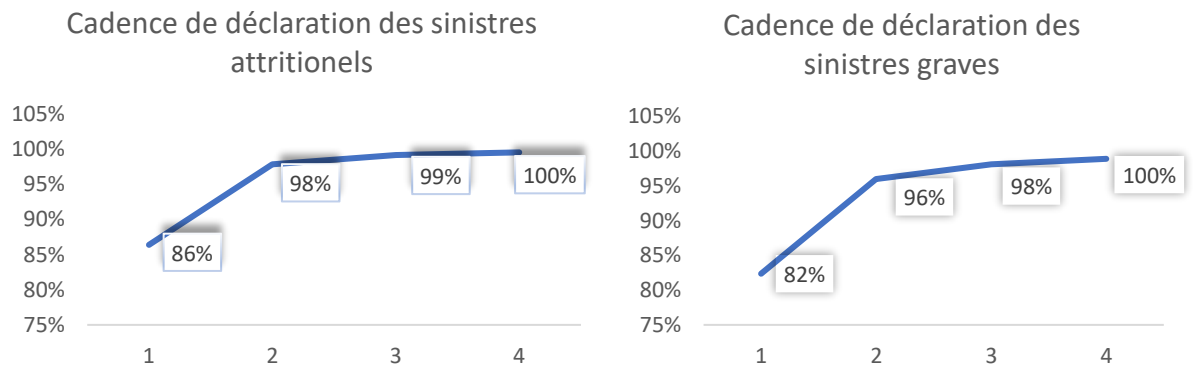


Figure 31 – Cadence de déclaration des sinistres

Ainsi, la première courbe signifie donc qu'en moyenne, 86% des sinistres attritionnels survenus en N sont connus en N, 98% du total sera connu en N+1 et 100% en N+4.

Il est donc possible de déterminer le nombre de sinistres déjà survenus, mais pas encore connus pour les années de survenance 2016,2017 et 2018.

La détermination des charges de ces sinistres se fera à l'aide des lois déterminées dans les sous-parties suivantes.

2.1.7.2 Les IBNeR

Les sinistres graves sont évalués par un comité spécifique de l'organisme. Nous avons ainsi considéré que les provisions étaient au plus juste. Par ailleurs, l'étude de boni-mali de la fonction actuarielle sur les sinistres attritionnels fait apparaitre une très faible marge de prudence. (L'étude des boni-mali permet d'identifier, par année de survenance, les écarts d'estimations réalisés sur la charge ultime au cours des années passée). La gestion des provisions dossier/dossier est donc au plus juste dans cet organisme. Au vu de ces informations, les IBNeR sont considérés comme étant négligeables.

Connaissant la charge des sinistres, les cadences de liquidation et de déclaration ainsi que les traités de réassurance, il est désormais possible de déterminer le compte de résultat non-vie et le bilan prospectif de l'organisme.

2.2 Exploitation des modélisations en vision prospective

La détermination des lois de sinistres permet alors d'établir le business plan, prospectif à 5 ans de l'organisme.

Compte de résultat technique non-vie

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Cotisations brutes	21,9 M€	22,4 M€	22,8 M€	23,3 M€	23,8 M€	24,2 M€
Cotisations nettes	21,7 M€	13,4 M€	13,7 M€	14,0 M€	14,3 M€	14,5 M€
Charge de prestations brute	25,1 M€	20,4 M€	20,7 M€	21,3 M€	21,4 M€	22,2 M€
Charge de prestations nette	25,1 M€	13,0 M€	13,2 M€	13,2 M€	13,9 M€	13,8 M€
Frais	4,3 M€	4,2 M€	4,3 M€	4,4 M€	4,4 M€	4,5 M€
Commission du réassureur	0,0 M€	1,3 M€	1,4 M€	1,4 M€	1,4 M€	1,5 M€
Autres charges techniques	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
Autres produits techniques	1,5 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€
Résultat technique non-vie	**-6,1 M€**	**-0,9 M€**	**-0,9 M€**	**-0,6 M€**	**-1,0 M€**	**-0,7 M€**

Figure 32 – Impacts de la réassurance sur les indicateurs techniques

Une hypothèse de développement de l'activité est prise : elle correspond à une hausse annuelle du chiffre d'affaires de 2% et représente la volonté de l'organisme de se développer.

Ainsi, les simulations effectuées permettent d'avoir une estimation théorique de la charge de prestations sur les 5 prochains millésimes. Par ailleurs, la réassurance, a un effet, dès 2019 sur la charge nette des sinistres.

En contrepartie le coût de celle-ci augmente conséquemment, dès 2019, en raison d'une couverture plus protectrice et donc plus onéreuse.

D'autre part, avec la mise en place du traité quote-part, une commission est également perçue dès 2019 et correspond à la participation du réassureur aux frais engagés par la cédante.

La connaissance des cadences de liquidations des sinistres graves et attritionnel a permis de pouvoir projeter les règlements et variations de provisions, afférents à ceux-ci afin d'appliquer les traités de réassurance « ligne par ligne ».

Le taux de cession des cotisations nous a été communiqué par l'organisme.

L'agrégation des flux entrants et sortants au travers des mécanismes précités permet ainsi d'aboutir au résultat technique non-vie net de l'organisme. Le résultat cédé au réassureur sur la période de projection est de 780 K €.

Le résultat non-technique, quant à lui évolue de la même manière que les cotisations acquises et permet d'aboutir au résultat net ;

Compte de résultat non technique

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Résultat technique non-vie net	-6,1 M€	-0,9 M€	-0,9 M€	-0,6 M€	-1,0 M€	-0,7 M€
Résultat financier	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€
Autres produits non techniques	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
Autres charges non techniques	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
Résultat exceptionnel	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
Impôt	0,0 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,3 M€	0,1 M€	0,2 M€
Résultat net total	**-4,7 M€**	**0,4 M€**	**0,4 M€**	**0,7 M€**	**0,4 M€**	**0,7 M€**

Figure 33 – Projection du compte de résultat

2.3 Prise en compte de la réassurance sous Solvabilité 2 et appétence

La réassurance est un mécanisme clé, central à la gestion des risques et de la solvabilité d'un organisme d'assurance, permettant d'atténuer plus ou moins, en fonction de son exposition, les risques supportés par ce dernier. Ainsi, elle est prise en compte dans le cadre de solvabilité 2, principalement à travers :

- Les exigences quantitatives, en faisant notamment intervenir les clauses générales et particulières des traités mis en place lors de la détermination des exigences en capital. Ces dernières visent ainsi à tenir compte de l'atténuation du risque apporté par la structure de réassurance présente au sein de l'organisme, et ce, notamment, dans le cadre de la survenance de scénarii catastrophiques. Par ailleurs, elles tentent également de prendre en considération les risques liés au recours à un réassureur et, en particulier, le risque de défaut de ce dernier. En effet, dans ce cas, celui-ci ne serait éventuellement pas en mesure de rembourser sa part dans les provisions techniques.

- Le Processus ORSA qui permet de déterminer si la structure de réassurance (et son éventuelle évolution) est cohérente et adaptée avec la stratégie de développement prospectif de l'organisme. C'est dans ce cadre également que pourront être mis en place des stress-tests qui permettront ainsi de challenger la robustesse et l'impact de la réassurance sur les principaux indicateurs.

- Le rapport de la fonction actuarielle, où celle-ci pourra émettre un avis quant à l'adéquation de la couverture de réassurance avec le profil de risque de l'organisme. Ainsi, il sera possible de déterminer si la couverture n'est pas trop protectrice par rapport au risque que l'organisme supporte, ou au contraire si les indicateurs indiquent un niveau de fonds propres trop faibles en comparaison du capital sous risque, et donc, la nécessité d'avoir recours à une couverture renforcée.

2.3.1 La réassurance dans la formule standard

Le règlement délégué du 10 Octobre 2014 permet de prendre en compte « l'atténuation du risque » procurée par la couverture de réassurance.

Toutefois, les articles 208 à 215 détaillent les conditions à respecter par la cédante afin de pouvoir tenir compte de cette atténuation du risque :

- Cette dernière doit prendre en compte l'effet économique de la protection sous-jacente sans « double comptage »
- Elle doit correspondre à un transfert effectif du risque de la cédante vers le cessionnaire. (Cela fait ainsi référence au de la réassurance finite que nous détaillerons dans la partie 3.2 de ce présent mémoire)
- Les traités doivent être « juridiquement valides et exécutoires »
- La cédante doit s'assurer de la pertinence de la couverture mise en place ainsi que de sa capacité à effectuer un suivi continu de l'arrangement et à identifier les risques liés à ce dernier.
- Elle ne doit pas non plus posséder de créance directe sur la contrepartie en cas de défaut.
- Les traités régissant le transfert de risque doivent être clairement explicités et accompagnés de politiques écrites.
- L'atténuation du risque doit être cohérente avec les décisions et la politique de gestion des risques de l'entreprise. (Notamment, elle doit être conforme avec son « appétence aux risques » sur laquelle nous nous attarderons dans la sous-partie suivante).

Ainsi, en s'assurant que ces conditions sont respectées, les impacts remarquables sont tout d'abord sur le bilan prudentiel de l'organisme :

<table>
<tr><th colspan="2">Bilan économique sans réassurance</th></tr>
<tr><th>ACTIF</th><th>PASSIF</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Actifs en valeur de marché (Immobilier, créances, actions, obligations…)</td><td>Fonds propres économiques</td></tr>
<tr><td>Best-estimate + Marge de risque</td></tr>
<tr><td>Autres passifs</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Bilan économique avec réassurance</th></tr>
<tr><th>ACTIF</th><th>PASSIF</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Actifs en valeur de marché (Immobilier, créances, actions, obligations…)</td><td>Fonds propres économiques</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Best-estimate + Marge de risque</td></tr>
<tr><td>BE cédé $+Adj_{CD}$*</td></tr>
<tr><td></td><td>Autres passifs</td></tr>
</table>

Figure 34 – Impact de la réassurance sur le bilan économique

*Le montant d'ajustement pour défaut des contreparties représente la perte en cas de défaut du réassureur. Elle est déterminée à partir de :

- La probabilité de défaut qui dépend notamment de la notation du réassureur
- Le taux de recouvrement qui représente la proportion de Best-Estimate cédé que le réassureur rembourserait en cas de défaut. S'il est impossible d'obtenir une estimation fiable, crédible et cohérente, le taux ne pourra pas être supérieur à 50%

Le bilan économique (ou prudentiel) projeté se fonde sur la projection du compte de résultat précédemment présenté. Pour l'obtenir, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Les fonds propres évoluent comme le résultat.
- Le résultat est mis en réserve.
- Les avoirs en banque varient en fonction du résultat.
- Les créances pour opérations directes sont proportionnelles au chiffre d'affaires brut.
- Les dettes pour opérations directes sont proportionnelles au chiffre d'affaires.

La projection de celui-ci est ainsi présentée ci-dessous :

Bilan prudentiel

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Valeur de marché des placements	56,6 M€	52,3 M€	49,8 M€	48,9 M€	47,9 M€	47,6 M€
Impôts différés actif	2,4 M€	1,8 M€	1,4 M€	1,4 M€	1,3 M€	1,3 M€
Best Estimate cédé	0,0 M€	4,6 M€	7,9 M€	10,3 M€	13,0 M€	15,2 M€
Créances	3,2 M€	3,5 M€	3,8 M€	4,0 M€	4,2 M€	4,4 M€
Autres Actifs	9,7 M€	9,7 M€	9,7 M€	9,7 M€	9,7 M€	9,7 M€

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Impôts différés passif	0,8 M€	0,7 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,5 M€	0,5 M€
Best Estimate Non-vie	37,6 M€	36,8 M€	37,2 M€	38,7 M€	40,0 M€	41,5 M€
Risk margin	6,3 M€	4,7 M€	4,4 M€	4,3 M€	4,2 M€	4,2 M€
Autres passifs	4,2 M€	5,4 M€	5,4 M€	5,4 M€	5,4 M€	5,4 M€

Fonds Propres économiques	**23,1 M€**	**24,3 M€**	**25,0 M€**	**25,4 M€**	**26,0 M€**	**26,6 M€**

Le niveau de fonds propres économiques s'élève en 2018 à 23M d'euros. Les fonds propres économiques s'obtiennent à partir des fonds propres comptables, notamment en incluant les plus-values latentes ainsi que la remontée de prudence des provisions et en déduisant les actifs incorporels, la marge de risque ainsi que les impôts différés.

Dans le cadre de cette étude, la réassurance intervient également directement dans deux modules de la formule standard :

- Le module souscription non-vie et notamment au sein des sous-modules :
  - Risque de primes et réserves (Article 116)
  - Rachat (Article 118)
  - Risque Catastrophe (Article 119)

- Le module risque de contrepartie (Article 192)

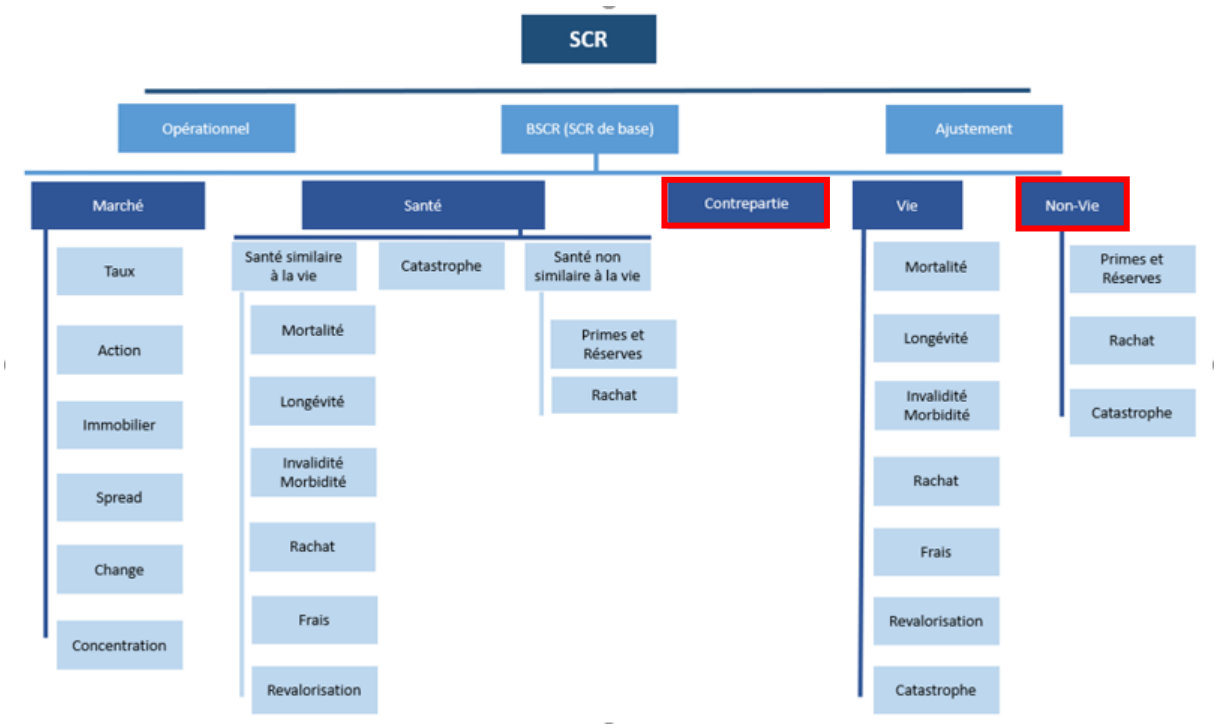


Figure 35 – principaux modules du SCR concernés par la réassurance non-vie

Cependant le fait de mettre en place une structure de réassurance, aura, bien entendu, d'autres impacts, dans la mesure où l'éventuelle amélioration du résultat aura une influence sur les fonds propres.

La problématique pour la cédante réside alors dans la conciliation entre le coût du transfert de risque effectué et le gain en capital engendré.

Concernant le **SCR de souscription non-vie :**

Le <u>SCR de prime & réserve</u> :

Pour rappel, le SCR de prime correspond à un risque de sous-tarification des contrats qui est notamment lié à l'incertitude du nombre, du coût, et des cadences des sinistres pour les contrats en portefeuille ou les nouveaux sur les douze mois prochains.

En effet la mauvaise évaluation des tarifs peut conduire à une sous-estimation de la provision pour primes.

De plus, il dépend des cotisations nettes (actuelles et futures) et du Best-Estimate net. Ainsi, dans le cas de la mise en place d'une structure de réassurance efficace, celle-ci va impacter le SCR souscription à la baisse, par le double effet de la réduction de l'assiette de calcul ainsi que la volatilité des primes et réserves. (Ce deuxième effet n'aura lieu que si l'organisme a mis en place un modèle interne ou alors, dans le cadre de l'évaluation du besoin global de solvabilité en vision ORSA).

Le SCR Rachat :

Nous rappelons que le risque de rachat en assurance non-vie correspond au risque de la mauvaise estimation de la « continuité » ou la « cessation » des contrats.

Le rachat englobe les différents éléments susceptibles de conduire à la résiliation du contrat d'assurance. (Résiliation spontanée du souscripteur ou refus de ce dernier de payer la cotisation d'assurance par exemple).

Il est notamment calculé à partir du Best-Estimate de cotisations net. Il est donc sensible à la mise en place de la réassurance.

Le SCR Catastrophe :

Le risque de catastrophe en assurance non-vie, se définit, nous le rappelons, par le risque relatif à l'incertitude relativement importante de l'occurrence d'évènements dont la fréquence est faible, mais les conséquences financières lourdes.

Il est agrégé à partir des sous-modules suivants :

- SCR Catastrophes naturelles.
- SCR Catastrophes liées aux contrats de réassurance proportionnelle dommages aux biens
- SCR Catastrophes liées à l'activité humaine (ou « man-made »)
- SCR Autres catastrophes non-vie

Cependant, l'assurance que nous étudions, ne proposant que des garanties de la Lob 4, celle-ci n'est concernée que par le SCR man-made, et plus précisément à travers le module « Risque de RC automobile ».

Focus sur le risque RC automobile :

Le calcul du SCR Catastrophe d'origine humaine pour la responsabilité civile des véhicules à moteur est basé sur le nombre de véhicules assurés et ainsi susceptibles d'être impactés par un scénario catastrophique. Il repose sur l'hypothèse selon laquelle ce nombre est représentatif de la fréquence d'une survenance catastrophique et ainsi que les différents organismes d'assurance couvrent des flottes similaires, lesquelles sont constituées de véhicules ayant chacun la même probabilité d'être impactés.

Trois exemples sont proposés au sein des QIS 5 afin d'illustrer les scénarii visant à être représentés par ce calcul :

- *Scénario 1 : « Type Selby »*
  Il doit son nom au « Great Heck rail crash », dans lequel un conducteur avait perdu le contrôle de son véhicule, lequel a terminé sur une voie de chemin de fer avant d'être percuté par un train et entrainant ainsi le décès de 10 personnes et des blessures plus et moins graves à 82 autres personnes ainsi que de lourds dégâts matériels
- *Scénario 2 : « Type tunnel du Mont-Blanc »*
  Ce Scénario doit son nom à l'incendie du tunnel du Mont Blanc qui avait été provoqué par l'embrasement d'un camion et couta la vie à 39 personnes. Il eut aussi de lourdes conséquences matérielles et financières
- *Scénario 3 : Crash extrême*
  C'est un scénario hypothétique représentant l'occurrence d'un accident d'une voiture contenant des joueurs professionnels de football et dont les dégâts financiers seraient donc considérables.

  Ce SCR est donc obtenu à partir de la formule suivante :

$$l_{motor} = \max\left(6M, 50K.\sqrt{N_a + 0{,}05N_b + 0{,}95.\min\left(N_b, 20K\right)}\right.$$

Où :

- N_a représente le nombre de véhicules assurés pour lesquels la valeur assurée est supérieure à 24M€.
- N_b représente le nombre de véhicules assurés pour lesquels la valeur assurée est inférieure ou égale à 24M € .

Par ailleurs, si l'organisme est couvert par un traité de réassurance proportionnel, la quote-part de réassurance s'applique au nombre de véhicules assurés.

Lors du calcul du SCR Catastrophe, la sinistralité brute doit donc être calculée par sous-module, puis la réassurance est prise en compte en simulant l'application des traités à cette sinistralité.

D'un point de vue opérationnel, la détermination du SCR Catastrophe est relativement complexe et beaucoup d'organismes ont alors recours à l'outil *EIOPA Helper Tab,* mis à disposition en ligne par l'EIOPA.

Concernant le **SCR de Contrepartie :**

Nous rappelons que le risque de contrepartie représente le risque de défauts des débiteurs et contreparties de l'organisme.

Il est composé d'une part des expositions de **type 1** qui sont notamment composées des « contrats d'atténuation du risque » tels que les contrats de réassurance.

D'autre part, il est composé des expositions de **type 2**, qui sont celles non prises en compte dans le type 1 et dans le risque de marché. (Paiements à recevoir d'intermédiaires, prêts hypothécaires, etc.)

Ainsi, dans le cadre des expositions de type 1, et plus précisément des contrats de réassurance, le montant du capital sous risque dépend des montants de pertes en cas de défaut (ou LGD pour Loss Given Default) ainsi que des probabilités de défaut des contreparties qui dépendent de leur notation.

2.3.2 Appétence aux risques

L'appétence aux risques correspond au risque global que l'organisme consent à supporter dans le cadre de la politique de développement de son activité.

Plusieurs méthodes intimement liées et couramment utilisées peuvent conduire à la détermination de ce « niveau » de risque :

- En évaluant la perte financière maximale que l'organisme accepte d'absorber.
- A partir d'indicateurs comptables
- A partir d'indicateurs économiques
- Ou encore par rapport au ratio de couverture du SCR

Ainsi, une appétence trop « forte », donc une prise de risque disproportionnée, pourrait éventuellement entraîner l'insolvabilité de l'entreprise considérée.

De même, une appétence trop faible peut conduire un organisme à sa perte, dans la mesure où ce dernier peut voir ses parts de marchés ou ses résultats futurs être diminués en raison de cette aversion au risque.

C'est ainsi dans le cadre du processus annuel ORSA (Own Risk and Solvency Assessment) imposé par la directive Solvabilité II, que le Conseil d'administration avec l'aide des fonctions clefs doit définir une appétence qui soit pertinente et en cohérence avec sa stratégie de développement.

Pour ce faire, l'organisme doit donc premièrement déterminer son profil de risque et l'indicateur auquel il souhaite se référer. De plus, il doit expliciter la stratégie de développement qu'il compte suivre ainsi que sa pertinence. Il pourra alors challenger sa stratégie, ses indicateurs et leur suivi avec la mise en place de stress-test. Ces différents éléments lui permettront alors d'assurer un pilotage sain et cohérent avec ses objectifs.

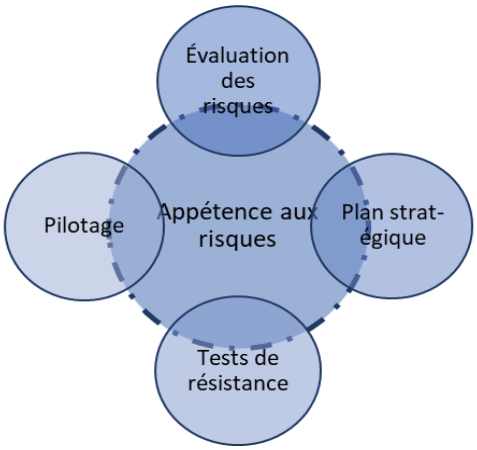


Figure 36 – Description de l'appétence aux risques

La définition de la structure de réassurance mise en place dépend donc directement de l'appétence aux risques définie et du besoin en capital.

L'organisme considéré a pour principal objectif de répondre aux engagements qu'il a pris envers ses assurés tout en maintenant le développement de son activité.

Il a donc été décidé lors du Conseil d'Administration annuel de redresser le ratio de solvabilité au cours des prochains millésimes afin que ce dernier reste au moins supérieur à 150% tout en maintenant une hausse du chiffre d'affaires par le biais d'affaires nouvelles.

En 2020, le ratio projeté est à 179% (cf graphique ci-dessous). L'appétence formulée conduit donc à un écart de près de 25 points de pourcentage entre ces deux ratios.

Un écart de 25 points correspond à la VaR de niveau 80% à horizon un an (le SCR étant, pour rappel le niveau 99,5%). En effet, 25% du SCR approxime le quantile à 80% comme explicité dans le texte d'impacts quantitatifs du QIS 4 (C'est notamment sur cette base qu'a historiquement été calibré le MCR).

A travers la formulation d'appétence précitée, la stratégie de l'organisme est pilotée sous le prisme d'un indicateur quinquennal et non bicentenaire.

2.3.3 Projection à 5 ans

En mettant en œuvre les éléments précédents, l'évolution du SCR sur la période 2018-2023 ainsi que de son ratio couverture sont les suivantes :

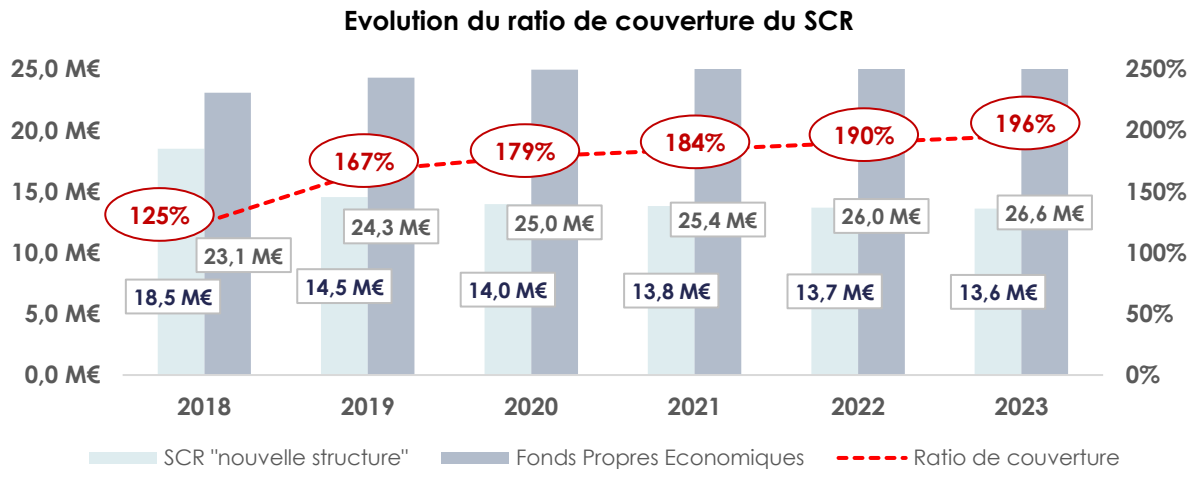


Figure 37 - Évolution du SCR

Il est donc intéressant de constater la forte diminution du SCR la première année, qui décroit ensuite de manière plus modérée et se stabilise les années suivantes.

C'est principalement le SCR non-vie qui évolue de manière conséquente ces différentes années, et notamment au travers du SCR Catastrophe.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
SCR Primes et réserves	13,8 M€	10,9 M€	10,3 M€	10,0 M€	9,8 M€	9,7 M€
Lapse	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
SCR Catastrophe	4,0 M€	0,3 M€	0,3 M€	0,3 M€	0,3 M€	0,3 M€
SCR Non-vie	**15,3 M€**	**11,0 M€**	**10,4 M€**	**10,1 M€**	**9,9 M€**	**9,8 M€**

L'évolution de l'intégralité des modules est présentée graphiquement ci-dessous :

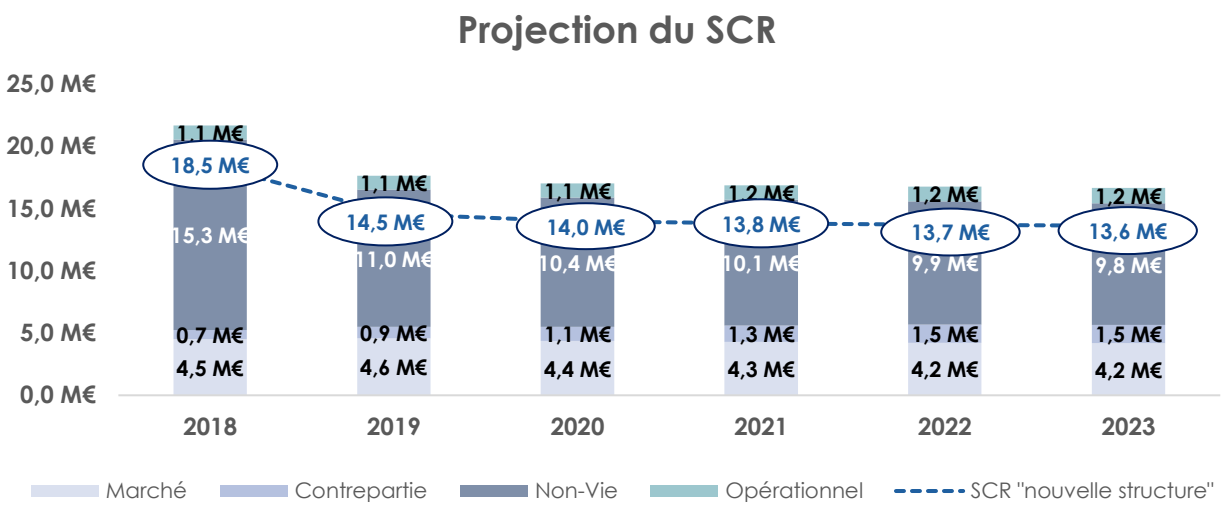


Figure 38 - Projections des SCR

Il est donc possible de constater que le SCR Non-vie est celui nécessitant la mobilisation de capital la plus importante et aussi qu'il est le plus sensible au renforcement de la réassurance de l'organisme.

Les principales raisons de la diminution du SCR non-vie sont donc :

- La baisse du SCR Primes & réserves en raison du :
  - Volume de primes diminué suite à l'augmentation du taux de cession, lui-même dû à la couverture plus protectrice mise en place dès 2018. (Celui-ci diminue donc fortement entre 2018 et 2019, puis, croît à nouveau, proportionnellement au chiffre d'affaires).
  - Volume de réserve dont la diminution est forte la première année (-15%) et qui ne cesse de décroitre, de manière plus faible les années suivantes. Ce dernier dépend en effet du Best-Estimate cédé, lequel croît ces années-ci.

- Le SCR Catastrophe passe de 4M € en 2018 à 275 k€, à compter de 2019. Il est en effet égal à la priorité du programme de réassurance mis en place. (Le SCR Catastrophe brut de réassurance non proportionnelle, quant à lui, est de l'ordre de 13M € en 2018 et 11M € les années suivantes en raison du traité quote-part qui s'applique sur le montant de véhicules assurés).

2.3.4 Impact de la nouvelle structure de réassurance sur la solvabilité de l'organisme

Afin d'étudier la pertinence ainsi que l'intérêt de la nouvelle structure de réassurance, et de sa protection, il peut être intéressant de comparer les projections du ratio de solvabilité avec et sans la mise en place de cette dernière (nouvelle structure/ancienne structure), toutes choses égales par ailleurs.

La nouvelle structure a un impact direct sur le SCR au travers des mécanismes présentés auparavant :

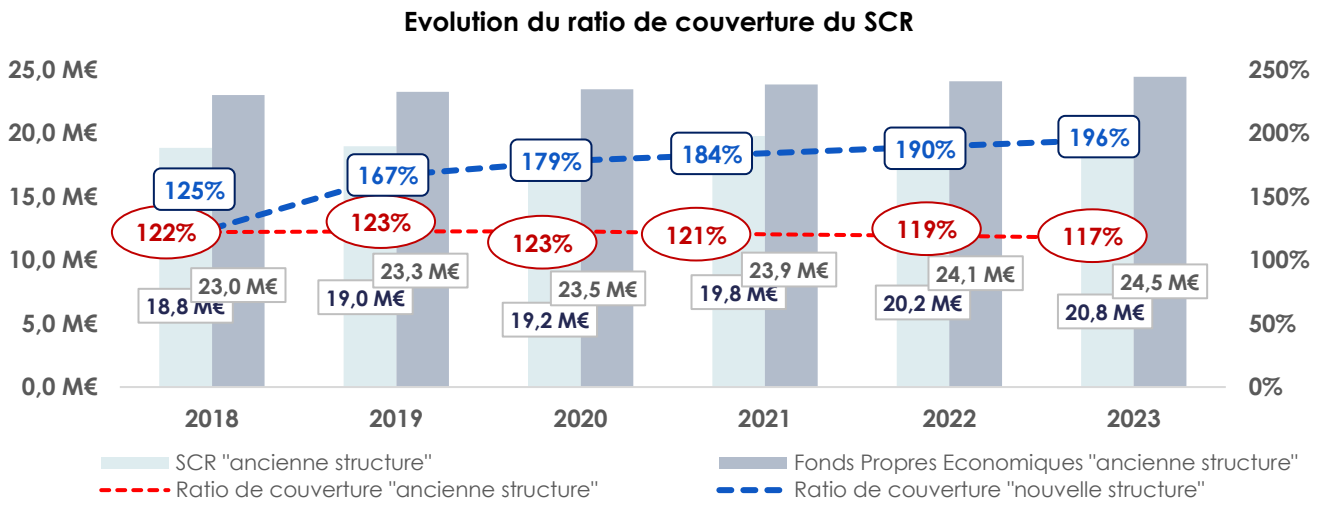


Figure 39 - Comparaison des SCR futurs des deux structures

Il est donc possible de constater l'impact notable du programme de réassurance sur le ratio de couverture dans une telle projection ainsi que la nécessité de sa mise en place.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que la nouvelle structure de réassurance a un impact légèrement positif sur le ratio de couverture dès 2018, bien que celle-ci soit mise en place à compter du 01/01/2019.

Cela est dû au SCR souscription dont le calcul repose notamment sur les primes acquises nettes futures. Ce point sera détaillé dans la dernière partie du présent mémoire.

2.4 Stress-tests

La mise en place de stress-tests est souvent réalisée dans le cadre des travaux ORSA d'un organisme d'assurance. Par le biais de ceux-ci, l'organisme peut alors étudier l'impact de scénarii extrêmes sur sa solvabilité à moyen terme, mais également se positionner sur sa stratégie de développement.

Ainsi, ils permettront notamment au Conseil d'Administration d'étudier la volatilité des résultats et des ratios de couvertures. Par ailleurs, ils seront utiles en tant qu'outils d'aide à la décision lors d'une éventuelle modification stratégique du profil de risque de l'organisme.

L'organisme souhaite donc étudier la résistance acquise à travers ce renforcement de couverture de réassurance et c'est donc dans ce cadre que sera étudiée une sinistralité particulièrement grave bien que le « scénario central » présenté ci-dessus tienne déjà compte de l'occurrence de sinistres « extrêmes ».

2.4.1 Scénario 1 : Sinistralité déterminée à partir du quantile 80%

En scénario central, la charge médiane est retenue afin de déterminer la sinistralité future. Afin d'apprécier l'impact de la nouvelle structure de réassurance sur les fonds propres ainsi que sur le ratio de couverture du SCR, la charge retenue en 2021, dans le cadre de ce stress-test, est déterminée à partir du quantile à 80% des simulations effectuées.

Toutefois, en scénario médian, la charge avait été déterminée avec une marge d'erreur estimée de +/-50k€.

Celle-ci augmente et passe à +/-300k € en ce qui concerne le quantile à 80% :

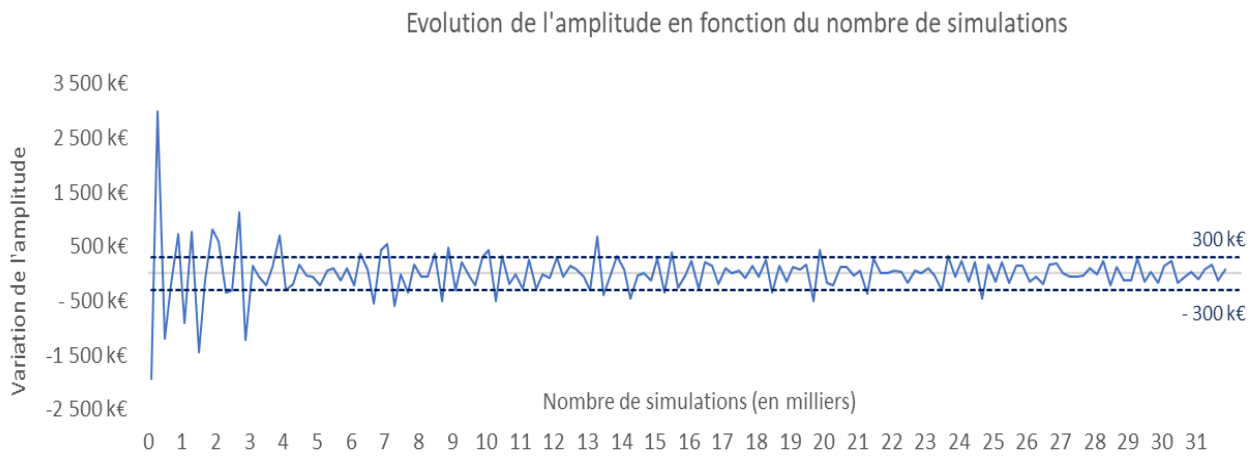


Figure 40 - Evolution de l'amplitude - quantile à 80%

Pour rappel, la capacité de l'ordinateur utilisé ne permet pas d'effectuer plus de simulations. Ainsi, pour appréhender cette incertitude, nous avons choisi d'effectuer 100 simulations de ces 32 000 afin d'en retenir le maximum par mesure de prudence.

L'évolution de la charge en fonction du nombre de simulation est ainsi présentée dans le graphique ci-dessous, où la ligne en pointillés représente la charge finalement retenue dans le cadre de ce stress-test.

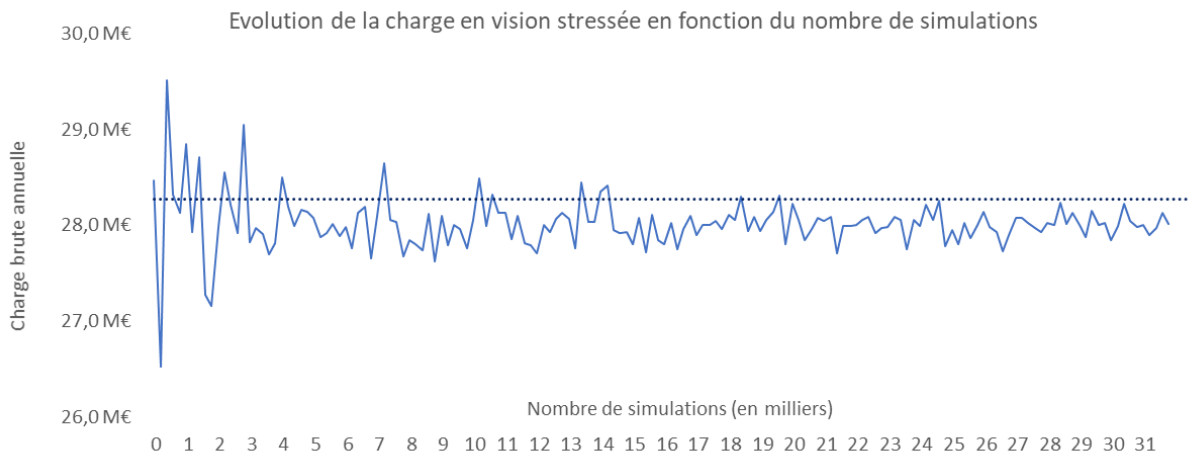


Figure 41 - Evolution de la charge en vision stress-test en fonction du nombre de simulations

L'évolution des charges brute et nette, ainsi que du résultat est présentée ci-dessous :

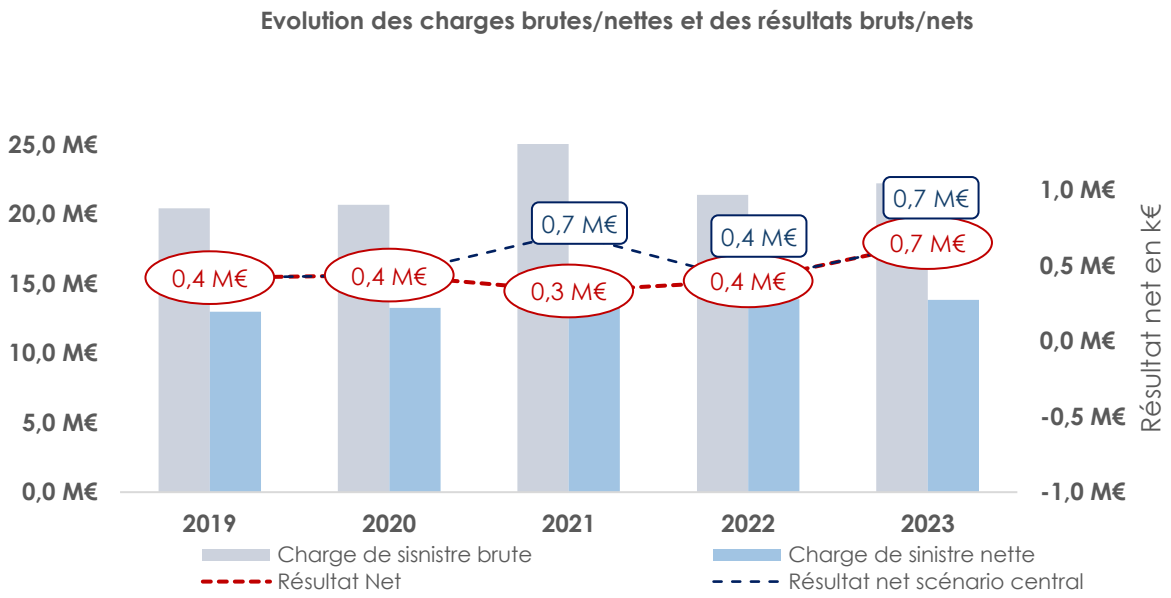


Figure 42 - Évolution des indicateurs comptables dans le scénario stressé : Scénario 1

Ainsi le résultat n'évolue pas de manière significative en 2021 : la réassurance vient « absorber » une grande partie de « l'excès » de sinistralité.

Ce résultat repose cependant sur l'hypothèse forte selon laquelle le tarif de réassurance reste « flat » les années suivante. En effet, une forte sinistralité observée par le réassureur lors du renouvellement du contrat à la fin de l'exercice pourrait conduire ce dernier à réindexer le tarif de ce dernier ou à envisager la revue d'autres clauses particulières du contrat (prime de reconstitution, taux de commission variable, …).

Dans ce scénario, l'intérêt de la réassurance est d'autant plus explicit. En effet elle a permis de couvrir le résultat et par suite, la volatilité de ce dernier. Cela peut être illustré par la comparaison des ratios combiné net et brut en 2021 présentés ci-dessous :

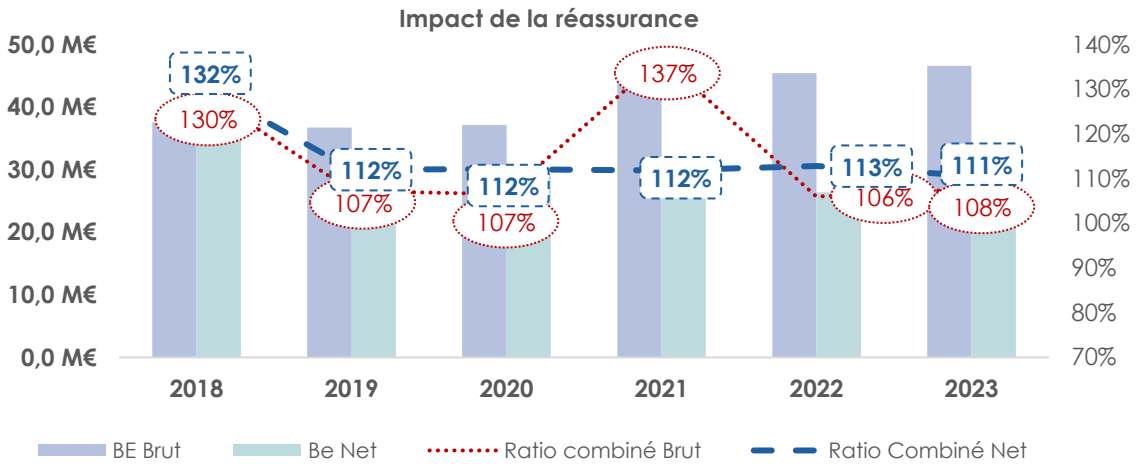


Figure 43 - Évolution des indicateurs de rentabilité – Scénario 1

Le ratio de solvabilité, quant à lui se voit dégradé en raison de la baisse des fonds propres mais également suite à la hausse du SCR. Cela est illustré ci-dessous :

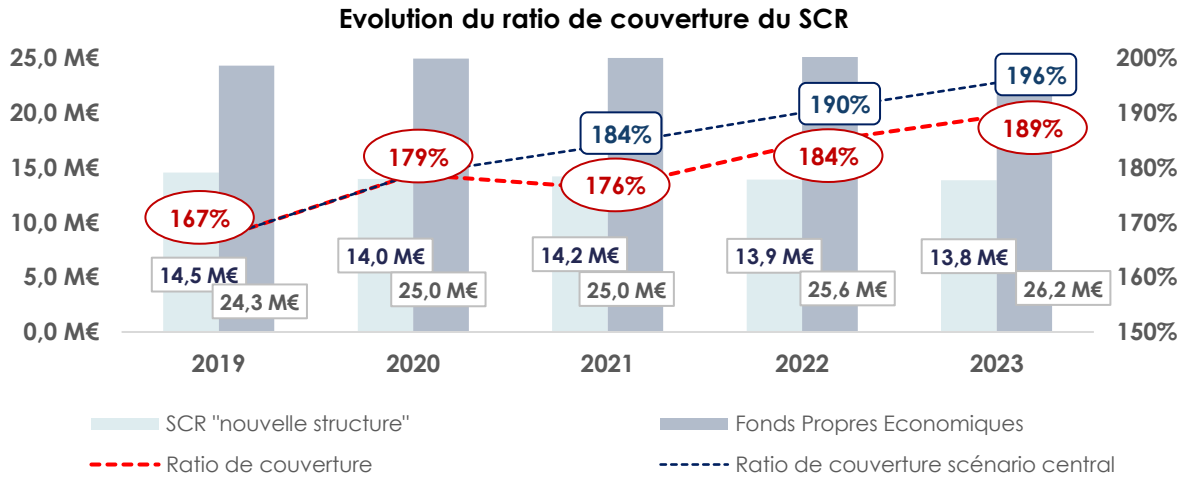


Figure 44 - Évolution des indicateurs de solvabilités dans le scénario stressé – Scénario 1

En effet, cette hausse est due à une augmentation du SCR Contrepartie (due à la hausse des provisions cédées), ainsi que du SCR opérationnel (également dû à la hausse des provisions (mais brutes)). La hausse de ces SCR est toutefois modérée par la baisse du SCR Marché, laquelle est due à l'impact du résultat négatif sur les placements détenus par l'organisme.

2.4.2 Scénario 2 - Dégradation de la sinistralité attritionnelle à compter de 2021

Ce scénario envisage une dégradation du ratio P/C de l'ordre de 10 points par rapport au scénario central à partir de 2021. Cependant, il est supposé que seule la sinistralité attritionnelle est impactée et donc, que les montants cédés au réassureur afférents au traité non-proportionnel sont les mêmes que dans le scénario central.

Ainsi, l'impact sur le résultat est donc plus prononcé que précédemment :

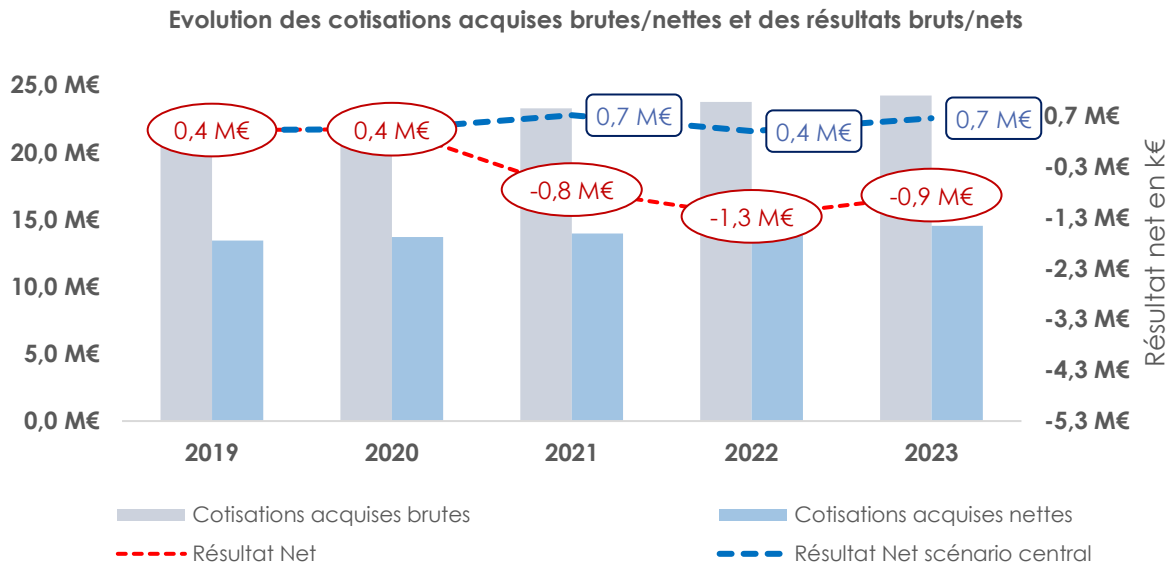


Figure 45 - Évolution des indicateurs comptables dans le scénario stressé : Scénario 2

L'évolution du SCR est donc expliquée par plusieurs effets :

- La baisse du SCR Marché engendrée par le fait que les résultats négatifs sont grevés au fur et à mesure dans les placements de la mutuelle ce qui impact le SCR Marché à la baisse.
- La hausse du SCR Non-vie et du SCR Contrepartie due à l'augmentation des provisions nettes suite à la dégradation de la sinistralité.

La combinaison de ces différents effets entraine toutefois une baisse du SCR, non compensée par la baisse des fonds propres qui diminuent de manière conséquente.

Ainsi au global, le ratio de couverture du SCR est impacté de manière relativement importante, de la manière suivante :

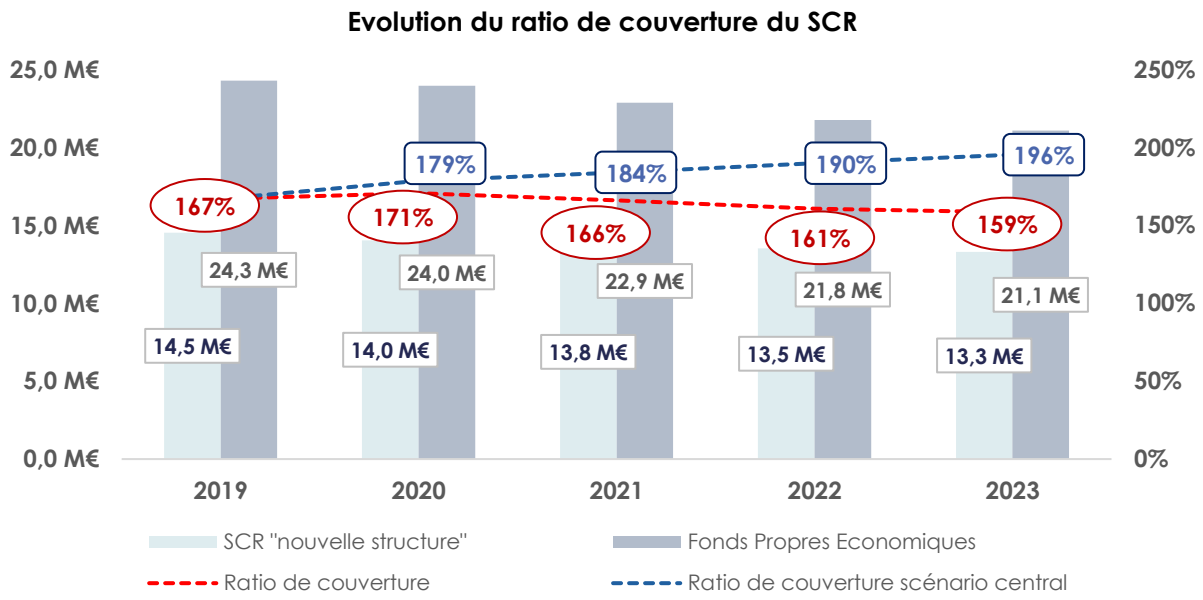


Figure 46 - Évolution des indicateurs de solvabilités dans le scénario stressé – Scénario 2

2.4.3 Hausse du chiffre d'affaires de 10% en 2021

Dans ce scénario, une hausse du chiffre d'affaires de 10% (par rapport au scénario central) est envisagée sur le portefeuille global. Ce scénario s'explique par la volonté de l'organisme d'étendre son activité.

La projection a été réalisée en conservant les mêmes hypothèses de projection qu'en scénario central.

En raison du ratio combiné légèrement supérieur à 100%, l'augmentation du chiffre d'affaires a un faible impact négatif sur le résultat.

La projection des indicateurs comptables est présentée ci-dessous :

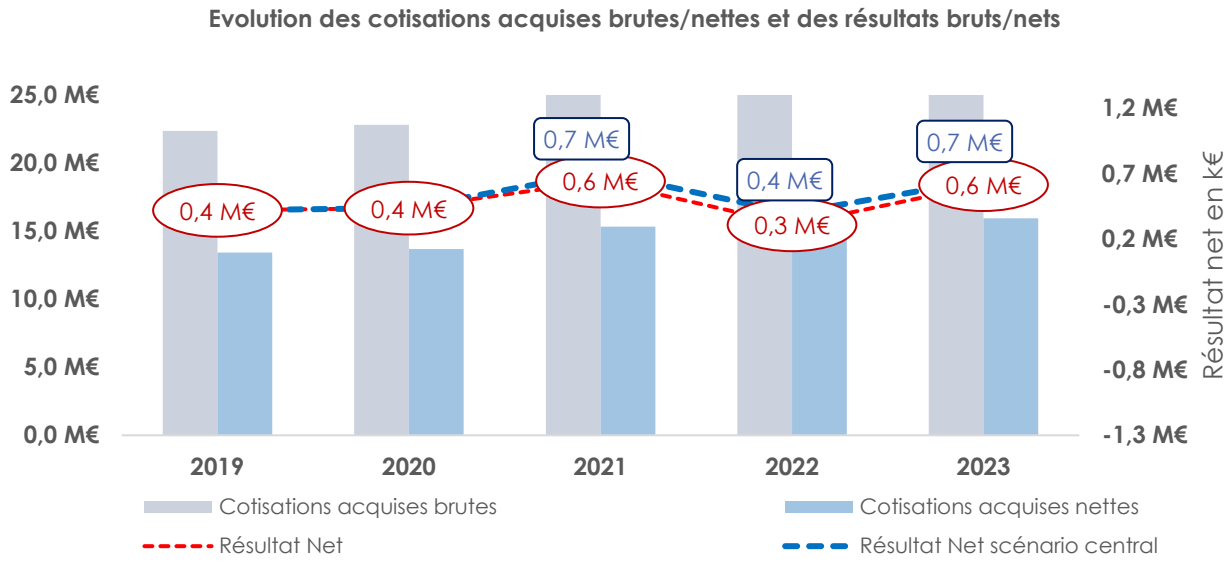


Figure 47 - Évolution des indicateurs comptables dans le scénario stressé : Scénario 3

Par ailleurs, la hausse du chiffre d'affaires a aussi un impact relativement important sur le SCR, en raison de l'exposition au risque plus importante de l'organisme.

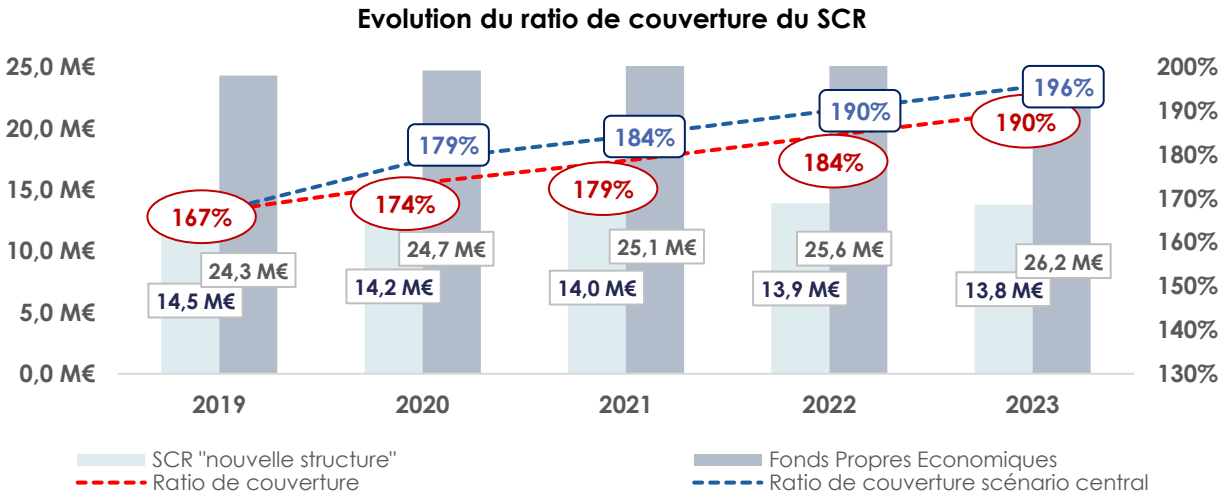


Figure 48 - Évolution des indicateurs de solvabilités dans le scénario stressé – Scénario 3

L'impact sur le SCR est donc non compensé par la hausse des fonds propres ce qui a un léger impact négatif sur le ratio de couverture du SCR.

Les différentes études présentées précédemment permettent ainsi de mettre en exergue le bénéfice apporté par la nouvelle structure de réassurance sur le ratio de couverture de l'organisme et l'atténuation de risque effectuée par le biais de celle-ci. Toutefois, il peut être intéressant de s'interroger quant aux hypothèses qui sous-tendent le calcul du SCR et notamment sur la prise en compte de l'impact de la réassurance sur ce dernier.

3 Analyse et réflexion sur les enjeux techniques actuels

3.1 L'impact de la mise en place de la réassurance dans le risque de primes

3.1.1 Contexte

Nous rappelons que, conformément à l'article 116 du règlement délégué de Solvabilité II, l'assiette nécessaire au calcul du risque de primes est définie, par Lob, de la manière suivante :

$$V_{(prem)} = \max\left(P, P_{(last)}\right) + FP_{(existing)} + FP_{(future)}$$

Où :

- $P_{(last)}$ représente le volume de primes nettes acquises durant l'année d'évaluation (N)
- P est une estimation des cotisations acquises nettes sur la prochaine année (N+1)
- $FP_{(existing)}$ correspond à une estimation des cotisations acquises nettes en N+2 relatives aux contrats souscrits en N.
- $FP_{(future)}$ correspond à une estimation des cotisations acquises nettes en N+2 relatives aux contrats souscrits en N+1.

Ainsi, en se plaçant au 31/12/N, le schéma représentatif de ces différents éléments est donc le suivant :

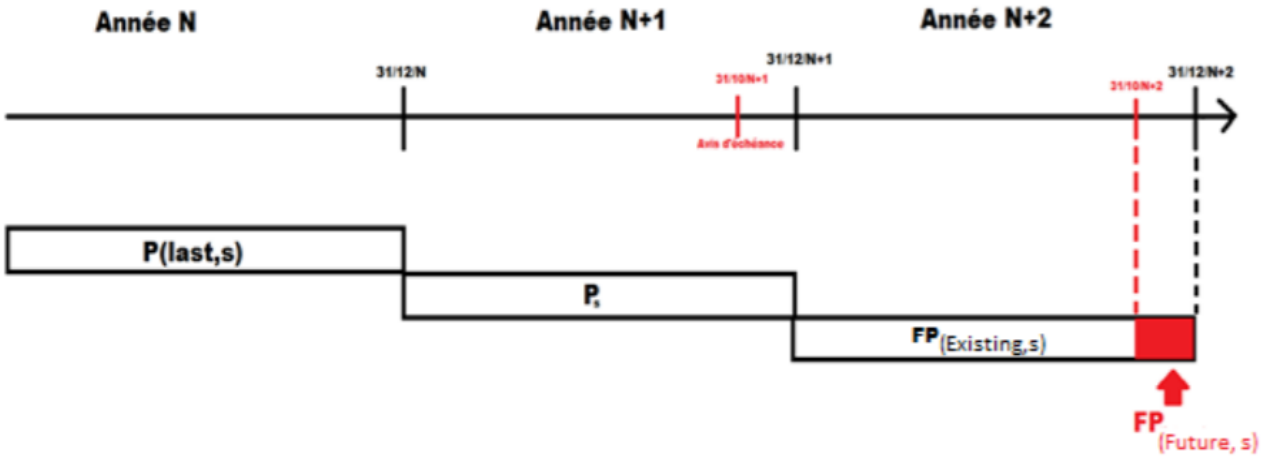


Figure 49 – Schématisation des $P_{(last,s)}$, P_s et $FP_{(existing,s)}$

3.1.2 Problématique

La problématique liée à la réassurance proportionnelle réside donc dans le fait que la mise en place d'un traité Quote-part ne sera que partiellement prise en compte lors du calcul du risque de primes la première année.

En effet, le volume sous risque est notamment composé de la valeur maximale entre les primes nettes de l'année d'évaluation (N) et celles de l'année suivante (N+1).

Ainsi, prenons l'exemple d'un organisme qui, en N, souhaiterait mettre en place une réassurance proportionnelle sur son portefeuille dès l'année prochaine.

En supposant une évolution stable de l'activité de l'organisme, la mise en place de cette couverture n'aura qu'un léger impact sur l'assiette de primes (à travers les $FP_{(existing)}$ et $FP_{(future)}$), car le montant retenu sera donc $P_{(last)}$, qui à contrario de P ne se voit pas réduit suite à l'application de la réassurance.

Un scénario comparable est proposé dans le cadre du paragraphe 4 de l'article 116 (cf annexe), qui stipule que les organismes d'assurances peuvent choisir de calculer la mesure de volume pour le risque de prime, sur un segment donné, à l'aide de la formule suivante :

$$V_{(prem)} = P + FP_{(existing)} + FP_{(future)}$$

Dans le cadre où les dirigeants de l'entreprise peuvent garantir, et notamment au travers de « mécanismes de contrôles efficaces » que les primes acquises pour le segment concerné sur les 12 mois à venir ne dépasseront pas P et que l'entreprise d'assurance a informé l'autorité de contrôle des éléments qui justifient ce choix.

Cependant, cette modification fait référence à l'éventualité où l'organisme souhaite réduire de manière relativement importante son activité sur un segment d'activité et par suite les primes acquises futures sur celui-ci. En effet, cela permet à l'organisme de dégager du capital relatif à un risque futur auquel il n'est pas soumis.

3.1.3 Proposition

D'une manière analogue, l'APREF, la RAB et la FFA proposent donc de calculer les $P_{(last)}$ retenus en leur appliquant la réassurance proportionnelle mise en place l'année prochaine, afin de prendre en compte, de manière plus fidèle, l'atténuation de risque apportée par la structure de réassurance, et ce, dès l'année de modification du traité proportionnel.

Il suffirait alors, en restant isopérimètre, d'appliquer le même taux de cession x, que l'année N+1 à l'année N afin de pouvoir rendre les assiettes de primes comparables et, par suite, avoir une estimation plus représentative du risque sous-jacent :

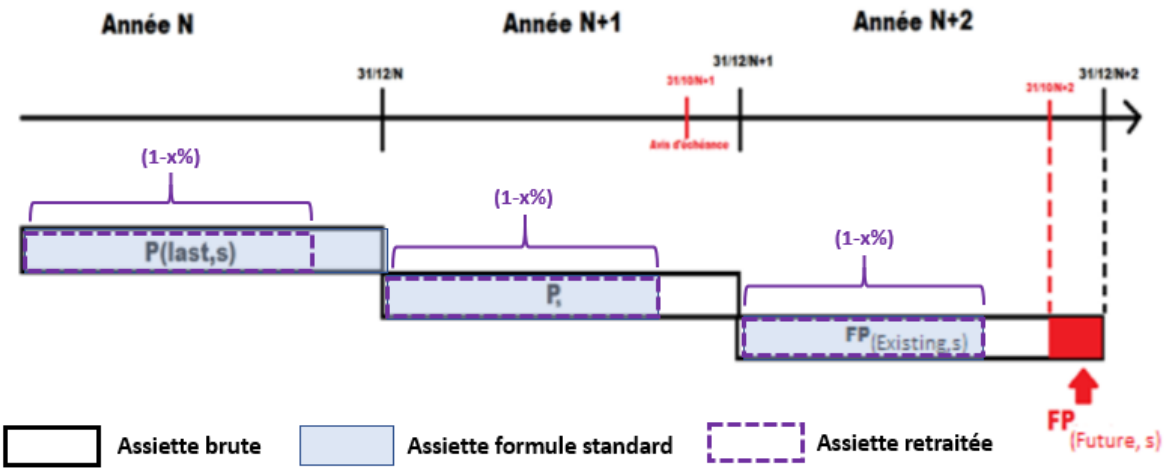


Figure 50 - Représentation graphique de l'assiette retraitée

3.1.4 Application

L'application a été réalisée dans le cadre de cette étude afin d'étudier l'impact que pourrait avoir cette modification de la formule de l'assiette de primes au 31/12/2018. Il en ressort les résultats suivants :

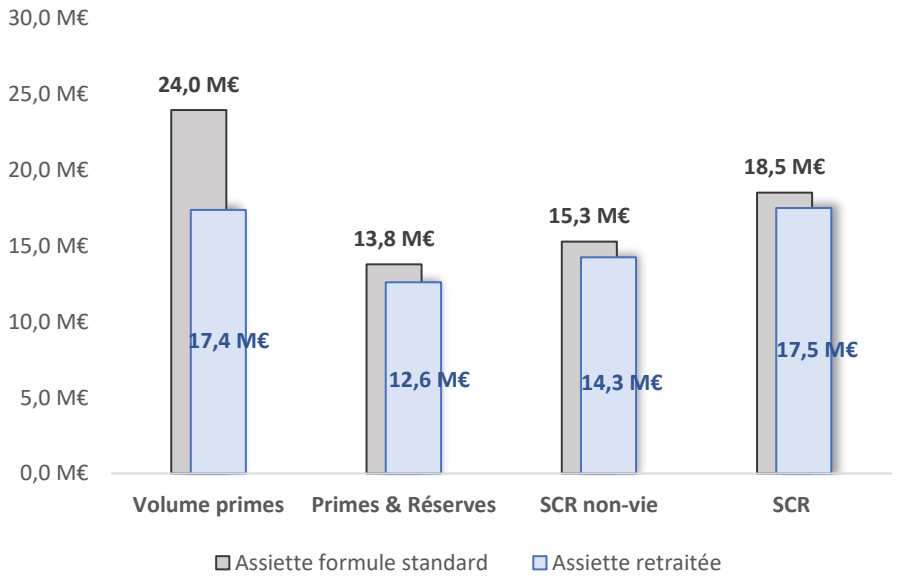


Figure 51 - Impact de la modification de l'assiette du risque de primes

Ainsi, toute chose égales par ailleurs, le volume de primes diminue conséquemment ce qui conduit à une baisse du SCR non-vie de l'ordre de 7% et du ratio de couverture du SCR de presque 8%.

Il y a donc un enjeu relativement important derrière cette « assiette de primes retraitée », traduit par cette augmentation significative du ratio de couverture. Cet impact est d'autant plus important que le taux de cession est élevé.

Afin d'illustrer ces propos, il est intéressant de projeter les indicateurs de solvabilité en fonction de différents taux de cession (40%, 50%, 60%, 70%, 80% et 90%).

Par ailleurs, pour ne pas tenir compte de la variation de cession des primes due à la modification de la structure de réassurance non proportionnelle, il est supposé ici que seule la réassurance proportionnelle est mise en place à compter de 2019 et ainsi que le traité non-proportionnel déjà existant n'est pas modifié.

Ainsi, différents ratios de couverture au 31/12/18 sont calculés pour les taux évoqués ci-dessus en ne modifiant que l'assiette (« retraitée ») de primes prenant en compte la modification évoquée.

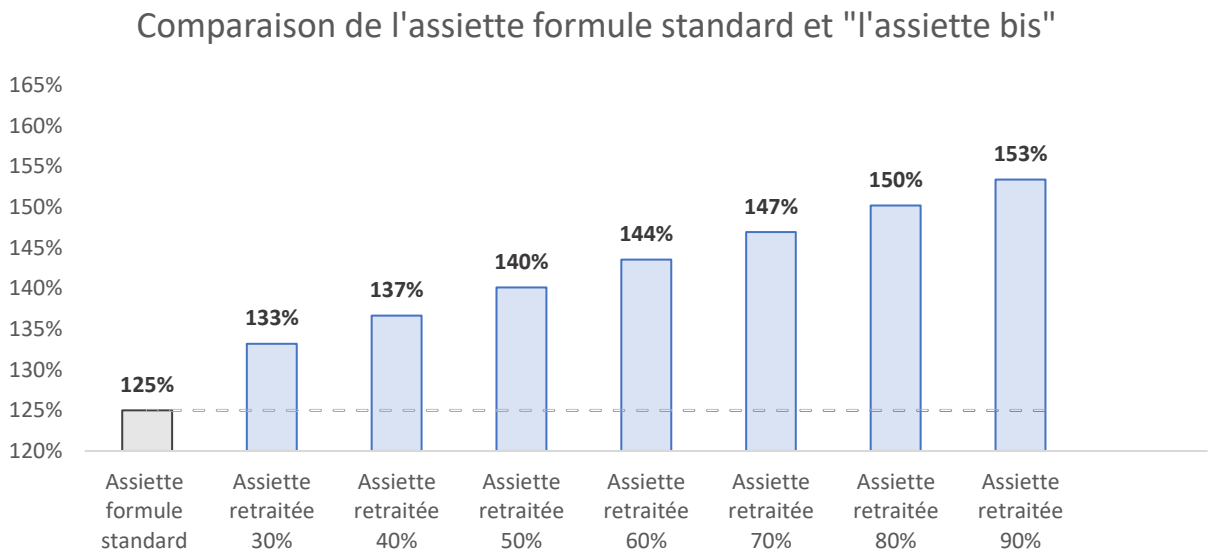


Figure 52 - Comparaison des assiettes « formule standard » et « retraitée » selon le taux de QP

Il est donc possible de constater que, dans le cas où l'organisme aurait signé un traité de réassurance proportionnelle au courant de l'année 2018, et le couvrant sur les exercices ultérieurs bénéficierait d'un ratio de couverture de 8 points supplémentaires dans le cas d'une quote-part à 30% et de presque 30 points supplémentaires dans le cas d'une quote-part à 90%.

Finalement, conformément à nos attentes, plus le volume de primes et le taux de cession sont importants et plus l'impact de la modification de l'assiette est important. Il est donc nécessaire de se questionner quant à la cohérence de cette formule et, de manière analogue au paragraphe 3 de l'article 116, de l'ajuster afin d'affiner le calcul du risque correspondant.

3.2 Facteur d'atténuation

3.2.1 Contexte

Après avoir calculé le volume de primes et de réserves sous risques, le SCR de souscription non-vie s'obtient à partir de la formule fermée suivante :

$$SCR_{nl} = 3 \,.\, \sigma \,.\, V$$

Où σdésigne le coefficient de variation combiné des risques de prime et de réserve. (Pour rappel, le coefficient de variation n'est autre que le rapport entre l'écart-type et la moyenne).

Remarque :

- Le volume de réserve correspond au Best-Estimate des provisions pour sinistres net de réassurance pour l'année d'évaluation.

- Le Volume global V, présenté dans la formule précédente, est obtenu en agrégeant les volumes sous risque de primes et de réserves en tenant compte de la localisation des sinistres par le biais de coefficients de diversifications géographiques (cependant, l'organisme étudié dans le cadre de ce mémoire n'exerce ses activités qu'en France, soit donc dans la zone Europe de l'Ouest).

Le coefficient σ, pour une Lob donnée, est calculé suivant la formule suivante :

$$\sigma = \frac{\sqrt{(\sigma_{(prem)} \,.\, V_{(prem)})^2 + (\sigma_{(res)} \,.\, V_{(res)})^2 + \left(\sigma_{(prem)} \,.\, V_{(prem)}\right) + (\sigma_{(res)} \,.\, V_{(res)})}}{V_{(prem)} + V_{(res)}}$$

La volatilité globale est ensuite déterminée par agrégation des écarts types par LoB, en pondérant par le volume global V et en utilisant la matrice de corrélation proposée par la formule standard.

En responsabilité civile automobile, qui est, rappelons-le, la seule branche constituant le portefeuille de l'organisme étudié, les coefficients de variations sont les suivants :

RC automobile		
$\boldsymbol{\sigma_{(prem,gross)}}$	***NP***	$\boldsymbol{\sigma_{(res)}}$
10%	80%	9%

Les volatilités des autres branches sont présentées en annexe.

Le facteur NP (pour Non-Proportionnel) est un facteur « d'atténuation » visant à représenter la diminution de volatilité apportée par un traité non proportionnel.

Toujours selon la formule standard, celui-ci concerne est de 80 % et concerne uniquement les Lob (bénéficiant d'une structure de réassurance non proportionnelle) suivantes :

- RC automobile
- Incendies et autres dommages aux biens
- RC général

3.2.1.1.1 Problématique

Tout d'abord, il est intéressant de constater que les autres Lob ne bénéficient d'aucune « atténuation » de la volatilité.
C'est donc ce premier point qui est le plus discutable. En effet, il semblerait cohérent d'être en mesure de pouvoir appliquer un facteur d'atténuation à l'ensemble des autres Lob.
Par ailleurs, ce facteur de 80% n'est pas toujours représentatif de la structure proportionnelle mise en place et des caractéristiques du traité.

Cependant, ce facteur pourrait être estimé de manière plus fidèle en mettant en place des « USP simplifiés ».

3.2.1.1.2 Proposition

Les USP (Undertaking Specifc Parameters) sont les paramètres de souscription déterminés à partir des données de l'organisme qui en effectue la mise en place.

En effet, comme nous l'avons vu précédemment avec le risque de souscription non-vie, les formules d'obtention de certains capitaux sous risques font intervenir des paramètres en formule standard, et notamment des volatilités. Ceux-ci-sont sont déterminés et calibrés à l'échelle de l'union Européenne.

Ainsi, ces coefficients appliqués en formule standard, dans le cadre du pilier 1 pour notamment obtenir le SCR ne sont pas totalement représentatifs de l'organisme considéré et ne reflètent pas totalement leur profil de risque.

La directive prévoit donc la possibilité de mettre en place des modèles internes ou modèles internes partiels, qui peuvent être bénéfiques pour la société considérée. En effet, ils sont susceptibles d'engendrer un affinement de la prise en compte du risque et une diminution de l'exigence en capital.

Cependant, la mise en œuvre opérationnelle d'un tel processus est relativement complexe et doit être acceptée par l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution (ACPR) qui jugera de la qualité des données et des méthodologies de calcul employées.

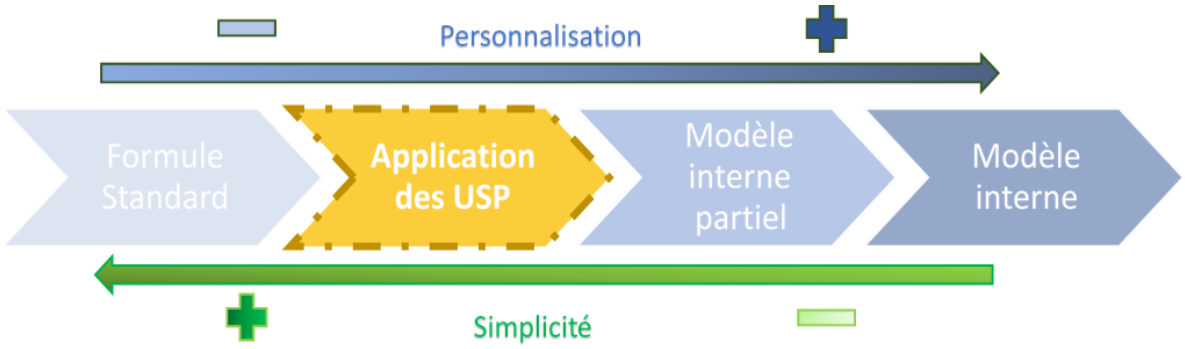


Figure 53 – Mise en place des USP

Il est ainsi possible de mettre en place un modèle interne partiel, où un seul des modules voit ses paramètres calibrés selon les spécificités propres à l'entreprise et les autres sont calculés selon la formule standard ou alors un modèle interne, dans lequel la formule standard n'intervient plus.

Les principaux sous-modules de risque non-vie pouvant être soumis à la mise en place d'USP sont les risques de primes et réserves.

Par ailleurs, bien qu'un grand nombre de sociétés n'aient pas mis en place d'USP, elles effectuent très souvent le calcul de ces derniers dans le cadre de l'évaluation du besoin global de solvabilité lors du processus ORSA conformément à l'article 45 de la directive 2009/138/CE.

La mise en place d'USP simplifiés, comme le suggère l'APREF, le RAB et la FFA, ne serait donc pas très lourde pour les organismes d'un point de vue opérationnel et permettrait d'assurer une meilleure cohérence, notamment lors de la mise en place annuelle du processus ORSA.

Les organismes de taille moyenne, dont la volatilité du portefeuille est souvent conséquente, et dont les moyens opérationnels sont limités à la vue des lourdes procédures sous-jacentes pourraient ainsi éventuellement bénéficier d'une meilleure prise en compte de l'atténuation du risque prodiguée par la réassurance non proportionnelle.

3.3 Réassurance Finite

3.3.1 Contexte

Faisant son apparition dans les années 60, et largement développée en Europe depuis, la réassurance Finite (ou financière) fait partie de la réassurance non-traditionnelle.

Elle est donc notamment destinée à assurer une diminution de l'exigence réglementaire de capital, ou une augmentation des fonds propres, mais au travers de procédés souvent plus complexes que la réassurance dite traditionnelle.

La réassurance Finite représente finalement un éventail de solutions pouvant aller de la mise en place de simples transactions à des contrats très élaborés et peut donc parfois davantage correspondre à un outil de « pilotage » de la solvabilité, de « gestion du capital », que de transfert effectif de risque.

C'est aussi une définition relativement opaque qui figure au sein de la réglementation, mais cependant, elle témoigne de :

- « Un transfert du risque de timing ou de souscription, significatif, mais important du risque économique »
- La propriété que le « risque économique maximal transféré excède la prime sur la durée du contrat »
- « La prise en compte de la valeur temporelle de l'argent »
- Un lissage dans le temps du partage des effets économiques entre les parties afin d'atteindre un « niveau cible de transfert de risque »

Les premiers traités de réassurance Finite sont apparus à travers les polices « time and distance » proposées par la Lloyd's.

Les assureurs qui y faisaient appel avaient pour objectif de réduire la volatilité de leur résultat.

En effet ceux-ci payaient, en une seule fois, lors de la signature du contrat, un montant conséquent au cessionnaire qui venait ensuite effectuer des versements correspondants aux montants des sinistres survenus dans la limite du montant global versé par la cédante.

À travers ces traités, la cédante se débarrassait ainsi de la volatilité liée au risque de timing, dans la mesure où celle-ci payait un unique cash-flow au cessionnaire plutôt qu'un flux incertain de cash-flows.

3.3.2 Un exemple de structure Finite : la couverture rétrospective

La réassurance rétrospective désigne la structure couvrant une sinistralité antérieure. Ainsi, elle a commencé à se développer par le biais de « Transferts de portefeuilles de sinistres » (« Loss portofolio transfers (LPT) ») au travers desquels la gestion des sinistres en cours est transférée au cessionnaire.

La cédante paye alors une prime de réassurance égale au Best-Estimate, i.e. les flux futurs probables et actualisés, liés à ces sinistres, à laquelle vient s'ajouter une prime de risque.

Ainsi, dans ce cadre, celle-ci se couvre contre le risque de timing, c'est-à-dire, le risque que les sinistres se déclarent plus rapidement qu'estimé et donc, que les placements et les revenus liés aux primes acquises ne soient pas suffisants pour couvrir les sinistres.

Ainsi pour qu'un tel traité soit qualifié de traité de réassurance, il doit fait apparaître un transfert de risque de souscription. C'est pourquoi les traités LPT sont souvent couplés à des couvertures de développement négatifs (« Adverse development cover » (ADC)) qui correspondent à des couvertures proportionnelles sur le portefeuille et viennent ainsi couvrir le risque que la sinistralité du portefeuille soit plus dégradée que prévue.

Pour illustrer, ces propos, considérons qu'un organisme estime qu'il doive payer dans 10 ans l'équivalent de 10M€. Ainsi, après actualisation, supposons que ce dernier arrive à un Best-Estimate de sinistres de 9M€.

En émettant l'hypothèse que la prévision des montants liés aux sinistres soit la bonne, l'organisme est tout de même exposé au risque de timing. En effet, si les sinistres se déclarent plus tôt que prévu, ce dernier n'aura pas eu le temps de dégager un résultat financier sur ses réserves qu'il devra décaisser pour faire face à ses engagements. Un LPT est ainsi envisageable dans ce cas de figure.

Par ailleurs, il est aussi possible qu'une forte dérive de la sinistralité se produise et qu'il ne lui faille plus, dans 10 ans, décaisser 10M€ mais 12M€. Il est donc également exposé au risque de souscription et peut ainsi faire appel à un ADC pour se couvrir.

Finalement, l'organisme est exposé au risque de timing sur les 10M€ et au risque de souscription sur les 2M€.

Cet exemple permet donc d'illustrer ce que sont le risque de timing et de souscription.

Un LPT, peut également s'accompagner d'un transfert des actifs de couverture du BE, afin que la baisse du SCR technique soit également accompagnée par une baisse du SCR Marché.

Une multitude de structures différentes est ainsi envisageable : elles sont notamment appréciées lorsque le prix de la réassurance traditionnelle proposé par le marché est trop élevé ou lorsque l'organisme concerné souhaite mettre en place un programme très spécifique, souvent prévu sur plusieurs années.

3.3.3 Problématique

La réassurance alternative reste cependant, à la vue d'abus passés, controversée.

Elle l'est notamment dans l'application de la directive Solvabilité II, au sein de laquelle une contradiction évidente apparaît.

En effet, l'article 210 de la directive de niveau 1 2009/128/EC (mise à jour par la Directive 2014/51/EU du 16 Avril 2014) au sein du paragraphe 3, mentionne notamment le fait que la réassurance Finite engendre « un transfert significatif à la fois du risque de souscription et du risque de timing » (voir annexes).

Cependant, l'article 208 des actes délégués (EU) 2015/35 (modifiés par la Commission Delegated Regulation (EU) 2019/981) stipule qu'elle ne doit pas être prise en compte en tant que méthode d'atténuation des risques lors du calcul du risque de base.

En effet, elle y est qualifiée de la manière suivante : « […] *une réassurance finite, ou tout arrangement similaire dont* ***l'absence de transfert effectif du risque est comparable à celle d'une réassurance finite*** *[…]»* (cf annexes)

Ce qui entend qu'elle ne permet pas de transfert de risque effectif et vient en contradiction avec l'article 210 mentionné ci-dessus.

Elle est ainsi exclue du sous-module Risque de primes et de réserves bien qu'il soit admis dans la directive qu'elle implique un transfert de risque de la cédante vers le cessionnaire.

Il faut cependant rester vigilant au fait que certains de ces traités ne présentent aucun transfert effectif de risque et ont pour unique motivation la baisse artificielle du besoin en capital réglementaire.

3.3.4 Proposition

La proposition de l'APREF, du RAB et de la FFA est de modifier les textes réglementaires afin d'assurer une cohérence entre ces derniers.

Pour cela, les instances proposent de ne prendre en compte les traités de finite, seulement s'ils font apparaître un transfert effectif du risque, et ainsi faire figurer que :

« La réassurance finite ou tout arrangement semblable où le transfert effectif du risque est comparable à celui de la réassurance finite ne doit être comptabilisé dans le calcul du BSCR que dans la mesure où le risque est assumé par le réassureur. »

La problématique réside alors dans la quantification de ce transfert effectif de risque. Cette dernière peut alors se faire à l'aide d'outils statiques.

3.3.4.1 La « méthode 10/10 »

Une des méthodes utilisées afin de quantifier le transfert de risque est appelée la méthode 10/10. Elle tient son nom du fait que le transfert sera jugé effectif si le cessionnaire subit une perte d'au moins 10% de la prime qu'il a encaissé avec une probabilité d'au moins 10%. Cela se traduit alors mathématiquement par la relation suivante :

$$P\big(Résultat\ de\ réassurance \leq\ -10\% E(Prime\ de\ réassurance)\big) \geq 10\%$$

Pour rappel, le traité de réassurance non proportionnel de l'organisme étudié dans ce mémoire a évolué cette année pour offrir une couverture plus protectrice.

Afin de quantifier le transfert de risque réalisé grâce à cette nouvelle couverture, le critère 10-10 a été utilisé sur les tranches 1 et 2.

Etant donné que les reconstitutions sont gratuites dans le cadre de cette étude, la prime de réassurance est constante.

L'étude a donc été menée sur la quantité suivante :

$$P\big(Résultat\ de\ réassurance \leq\ -10\%(Prime\ de\ réassurance)\big)$$

$$= P\big(Prime\ cédée - Charge\ cédée \leq\ -10\%(Prime\ cédée)\big)$$

$$= P(1{,}1.Primes\ cédées - Charge\ cédée \leq\ 0)$$

Il permet d'aboutir à un résultat de **35%** ce qui signifie donc, selon le critère 10-10, que le transfert de risque est largement effectif.

Cependant, cette règle ne permet donc pas de tenir compte des risques de faible probabilité, mais de lourde sévérité comme les catastrophes naturelles par exemple.

Pour pallier cet effet, la *Casualty Actuarial Society* a donc proposé la mesure *ERD* (pour Expected Reinsurer Deficit), plus exhaustive et permettant de prendre en compte la queue de distribution au-delà du quantile à 90%.

3.3.4.2 La mesure ERD

L'ERD (Expected Reinsurer Deficit) est obtenu en multipliant la perte moyenne du réassureur par la probabilité que celui-ci soit en perte, pondérée par la prime moyenne de réassurance. Cela se traduit mathématiquement de la manière suivante :

$$ERD = -\frac{P(Résulat\ de\ réass. < 0)\ .E[Résultat\ de\ réass. | Résultat\ de\ réass. < 0]}{E[Prime\ de\ réass.]}$$

Le critère de transfert de risque sera alors considéré comme satisfait si ERD > 1%, de sorte que les contrats qui passent le test 10/10 présenté ci-dessus satisfassent également le critère ERD.

En effet, en notant :

- *R* le résultat du réassureur et *f* la densité de celui-ci
- *Pr* la prime de réassurance (supposée constante ici)

$$ERD = -\frac{P(R<0)\,.E[R\,|R<0]}{E[Pr]}$$

$$ERD = -\frac{P(R<0)\,.\dfrac{\int_{-\infty}^{0} xf(x)dx}{P(R<0)}}{Pr} = -\frac{\int_{-\infty}^{0} xf(x)dx}{Pr}$$

Ainsi : $Pr.ERD = -\int_{-\infty}^{0} xf(x)dx = -\int_{-\infty}^{-10\%Pr} xf(x)dx - \int_{-10\%Pr}^{0} xf(x)dx$

Et : $-\int_{-10\%Pr}^{0} xf(x)dx \geq 0 \implies Pr.ERD \geq -\int_{-\infty}^{-10\%Pr} xf(x)dx$

Donc, en bornant : $Pr.ERD \geq 10\%Pr\int_{-\infty}^{-10\%P} f(x)dx = 10\%Pr.P(R \leq -10\%P)$

Et finalement, si le critère « 10-10 » est vérifié :

$$P(R \leq -10\%P) \geq 10\%\ donc\ ERD \geq 1\%$$

Ainsi, les organismes Allemands, utilisent le test « ERD > 1% » pour les activités non-vie afin de traiter ces problématiques, selon les préconisations de l'autorité de contrôle allemande (Bafin).

Dans le cadre de l'organisme étudié dans cette étude, l'ERD est de **28% :** le test est satisfait (ce qui était prévisible en raison du fait que le critère 10-10 soit vérifié).

Il est donc envisageable de prévoir la soumission des contrats « non-traditionnels » des organismes concernés à ce test, afin de mesurer le transfert effectif de risque.

Celle-ci pourrait éventuellement, à l'image de la mise en place d'USP, être accompagnée d'un dossier d'agrément présentant les hypothèses retenues ainsi que les méthodologies de calcul utilisées en vue d'être approuvée par l'ACPR.

Une fois cet accord obtenu, les traités ayant passé le test pourraient alors être pris en compte dans le module « Risque de primes et réserves. »

Par ailleurs, de plus en plus de traités proportionnels présentent par exemple un taux de commission dépendant du P/C annuel constaté. Ainsi, des traités « traditionnels » à priori courants sur le marché, peuvent donc également présenter des « atténuateurs » du transfert de risque au sein de leurs clauses particulières.

Ces derniers pourraient également être soumis à ce test dans le cas d'un doute de l'ACPR quant au transfert effectif opéré.

3.4 Calcul du SCR catastrophe

Outre le SCR « Man-made » et notamment le SCR « Motor Vehicle Liability », lequel est présenté précédemment dans l'étude, le SCR Catastrophe en non-vie est composé de plusieurs autres sous-modules qui sont susceptibles de mobiliser du capital en fonction de l'activité de l'organisme et des branches d'activités de celui-ci.

Ces sous modules sont donc présentés ci-dessous :

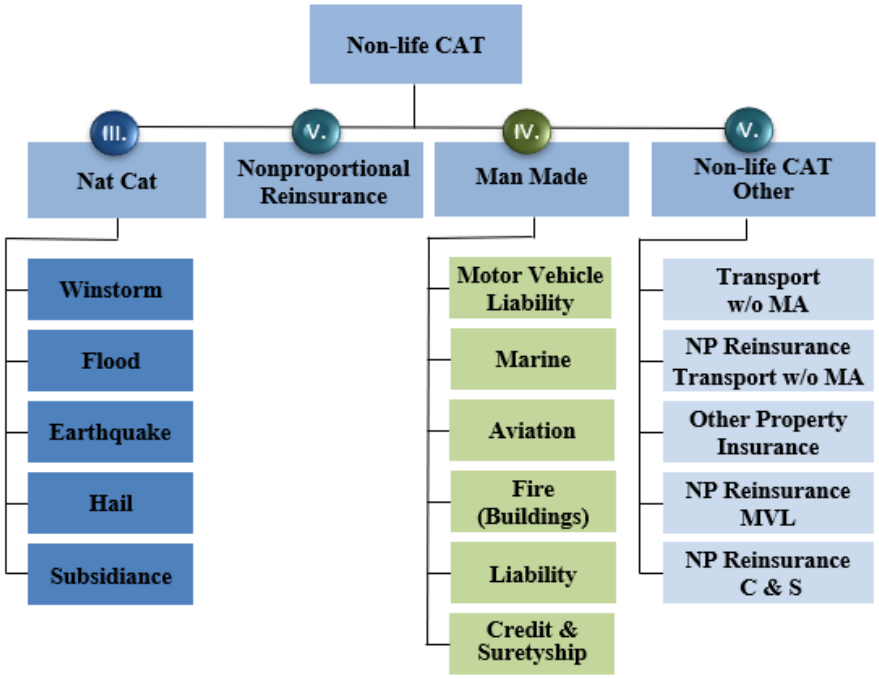


Figure 54 - SCR Catastrophe non-vie

Ils sont calculés de manière à représenter le montant nécessaire à mobiliser pour un assureur dans le cadre de la survenance de scénarii catastrophiques et la réassurance est donc susceptible d'avoir un fort rôle d'atténuateur dans ce cadre.

L'application des divers traités de réassurance peut donc s'avérer particulièrement complexe.

3.4.1 Problématique relative à l'agrégation des sous-modules catastrophiques

La formule standard fait apparaître des problématiques quant à l'application de la réassurance, notamment sur les traités couvrant plusieurs risques. Ceux-ci sont souvent utilisés sur le marché dans le cadre de la couverture de catastrophes naturelles.

En effet la difficulté réside dans l'agrégation des sous modules du SCR catastrophe lorsque ceux-ci sont couverts par une protection commune.

La première méthode proposée par la directive consiste en l'application de ces traités « multi-périls » indépendamment sur chaque sous-module puis de les agréger classiquement. Cela peut poser un problème de cohérence dans certains cas.

En effet, en supposant qu'un organisme soit couvert par un même traité Stop-Loss sur 4 branches différentes. Quelle priorité retenir lors de l'application de ce traité sur un sous-module sachant que le traité couvre plusieurs branches et que ses paramètres sont donc calibrés dans cette optique ? Faut-il pondérer la priorité en fonction de la sinistralité des sous modules ? Agréger les priorités ?

L'EIOPA a alors indiqué que l'utilisation de cette méthode n'était pas judicieuse dans certains cas.

C'est donc une seconde méthode (intitulée « méthode 1 ») qui a été proposée au sein des orientations techniques (cf *« Orientations sur l'application d'ententes de cession en réassurance au sous-module « risque de souscription en non-vie »*) afin d'obtenir une méthode d'agrégation plus adaptée à ce genre de contrats.

Cette dernière consiste à :

- Déterminer les pertes brutes relatives à chaque sous-module.
- Appliquer uniquement la couverture de réassurance spécifique au sous-module concerné.
- Agréger les montants obtenus à l'aide de la matrice de corrélation afin d'obtenir les SCR « Nat Cat » & « Man-made » « intermédiaires ».
- Répartir ces montants proportionnellement à la sinistralité brute obtenue initialement
- Appliquer les traités de réassurance qui ne concernent uniquement les sous-modules « Nat Cat » d'une part, et « Man-made » d'autre part (et non les traités couvrant à la fois les risques de ces deux sous-modules).
- Sommer les montants obtenus à l'étape précédente afin d'obtenir le SCR « Man-made » et le SCR « Nat Cat ».
- Agréger les montants obtenus à l'aide de la matrice de corrélation pour obtenir le SCR Catastrophe non-vie.
- Répartir le montant obtenu proportionnellement aux deux modules SCR Nat Cat et SCR Man Made, ainsi que sur les sous-modules relatifs.
- Appliquer la couverture de réassurance commune au risque du module Nat-Cat et du module Man-Made.

Cette méthode présente ainsi l'intérêt d'être plus cohérente, par exemple, lorsqu'un même traité couvre des risques sur différents sous-modules. Cependant, les étapes sont relativement nombreuses.

L'APREF, en concertation avec des nombreux acteurs du marché, propose alors une alternative, à la fois plus générale et aisée mais reste toutefois basée sur la méthodologie de la méthode 1 proposée par les orientations de l'EIOPA.

Elle consiste ainsi à respecter les étapes suivantes :

- Déterminer les pertes brutes relatives à chaque sous-module.
- Agréger les sinistralités brutes toujours selon la même matrice de corrélation.
- Répartir ces montants proportionnellement à la sinistralité brute obtenue initialement.
- Appliquer les traités de réassurance.
- Sommer les sinistralités nettes afin d'obtenir le SCR Catastrophe non-vie.

Cette méthode, plus simple et générale, propose d'agréger les montants bruts de réassurance et permet d'éviter la question suivante sur laquelle repose implicitement les méthodes précédentes proposées par l'EIOPA : les matrices d'agrégation restent-elles toujours valables lorsqu'il s'agit d'agréger des montants nets de réassurance non proportionnelle ?

3.4.2 Focus sur la responsabilité civile automobile

Il a été constaté que le SCR Catastrophe RC automobile d'une majorité d'organismes d'assurance est égal à la priorité du contrat de réassurance concerné (c'est également le cas dans le cadre de cette étude).

Cependant, cela n'est pas problématique dans le cas où l'indemnisation est effectuée en capital (comme pour l'organisme étudié précédemment) mais peut s'avérer plus discutable lorsque les indemnités sont versées sous forme de rentes.

En effet, les traités de réassurance couvrant ce type de couvertures peuvent faire apparaître certaines clauses spécifiques.

C'est notamment le cas de la clause de stabilité, qui consiste à ce que le cessionnaire et la cédante se partagent (ou non) l'augmentation de la rente due à l'inflation.

Ainsi ce type de clauses particulières repose notamment sur des hypothèses de cadences de liquidation des rentes et d'évolution de l'inflation sur lesquelles des orientations pourraient également être émises.

Conclusion

Le présent mémoire dont l'objectif consiste en une analyse des problématiques, enjeux et aspects techniques de la réassurance non-vie dans le cadre de la directive Européenne Solvabilité II se base sur un organisme commercialisant des contrats pour la branche Responsabilité Automobile (Lob 4 au sens de cette même directive).

Les principales définitions, méthodologies et principes afférents à la réassurance sont donc présentés dans un premier temps avant de s'intéresser à l'évolution du marché, de ses acteurs et de ses produits.

Il est ainsi possible de constater que le marché est de plus en plus concentré entre un nombre d'acteurs de plus en plus réduit mais aussi que les produits commercialisés font preuve d'une grande diversité.

Cette variété suscitant de plus en plus d'intérêt de la part des cédantes, dans un contexte où les prix de couvertures traditionnelles sont amenés à croître en raison d'une hausse constatée de la sinistralité est donc susceptible de faire évoluer la réglementation.

Dans un second temps, une calibration des lois des probabilités est effectuée en distinguant la sinistralité corporelle de la sinistralité matérielle, en ayant notamment recours à la théorie des valeurs extrêmes. Sont ainsi retenues une loi Log-normale pour les sinistres matériels attritionnels, une loi de Weibull pour les sinistres corporels attritionnels et une loi GPD pour les sinistres corporels graves.

De plus, l'application d'une nouvelle structure de réassurance (proportionnelle et non-proportionnelle) permet de mettre en évidence la réduction de la volatilité du résultat et la diminution du SCR (notamment par le biais d'une réduction importante du SCR de souscription).

La dernière partie de ce mémoire consiste en une réflexion et des propositions de modifications sur les méthodes réglementaires utilisée dans la détermination du SCR de souscription non-vie. Ainsi plusieurs points sont explicités et illustrés :

- L'impact de la mise en place d'un traité Quote-part et la définition, dans ce cadre, d'une nouvelle assiette de primes permettant de modéliser, de manière plus cohérente le risque supporté.
- Le facteur d'atténuation de la volatilité de 80% dans le calcul du SCR de souscription
- La prise en compte de la réassurance finite dans le BSCR et la présentation du critère ERD pour « définir » le transfert de risque.
- Sur le SCR CAT, les deux méthodes réglementaires proposées par l'EIOPA ainsi qu'un méthode plus simple et générale suggérée par des acteurs du marché. Il pourrait alors être intéressant de poursuivre cette dernière étude en appliquant notamment ces trois méthodes sur différents traités afin d'en quantifier les différences méthodologiques.

Bibliographie

Textes réglementaires

EIOPA [2008], *« QIS 5 Calibration Paper ».*

EIOPA [2009], *DIRECTIVE 2009/138/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL.*

EIOPA [2010], *« QIS 5 Calibration Paper ».*

EIOPA [2014], *RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2015/35 DE LA COMMISSION.*

EIOPA [2014], *Draft Delegated Acts Solvency II.*

EIOPA *[2015] Orientations sur l'application d'ententes de cession en réassurance au sous-module « risque de souscription en non-vie »*

Articles et ouvrages

Michael Frenkel, Ulrich Hommel, Markus Rudolf [2005], *Risk Management: Challenge and Opportunity:2nd edition*

APREF [2012], *Réassurance « Finite »*

David DUBOIS, Fréderic PLANCHET, [2015], *Quel impact de Solvabilité 2 sur les dispositifs de réassurance ?*

CCR RE [2016*], L'indemnisation des préjudices corporels graves en RC automobile en France.*

Aurélien DUBOIS, Indra LOLJEEH [2019], Business case in reinsurance.

LAUDON Jonas, JEZEQUEL Claire et DUBREUIL Emmanuel [2017], *Management stratégique du capital par la réassurance : Solutions et pratiques de marché.*

APREF [2017], *Solvabilité II et Réassurance : Quels enjeux techniques à l'heure actuelle ?*

APREF [2017], *Réassurance sous S2*

ACPR [2017], *La rentabilité technique des organismes d'assurance non-vie en 2017*

APREF [2017], *Les faits marquants de la réassurance en 2017 et au premier semestre 2017*

Gazette du Palais [2018], Barème de capitalisation 2018

Mémoires et thèses

Emilie Deprey et Vincent Godzinski [2007], *Problématique de seuil dans la modélisation de la sinistralité en Réassurance non-vie.*

Stanislas Ray [2011], « Optimalité des structures de réassurance »

Mathieu Poulin [2012], *Analyse des solutions actuarielles en tarification des traités de réassurance proportionnelle non-vie.*

Patrick COHEN [2016], *De l'appétence aux risques déclarée par les dirigeants d'assurance à la mise en œuvre opérationnelle.*

Annexes

Annexe 1 – *Démonstration de l'égalité sur l'espérance conditionnelle*

L'assertion à démontrer est la suivante :

Si $X \sim \mathrm{GPD}(\xi, \beta), e(u) = E(X-u|X>u) = \frac{\beta}{1-\xi} + \frac{\xi}{1-\xi}u$

En effet, en supposant que la v.a. X a f_X pour fonction de densité alors par définition :

$$E(X-u|X>u) = \frac{1}{P(X>u)}.\int_u^{\infty}(y-u).f_X(y)dy$$

$$= \left(1+\frac{\xi u}{\beta}\right)^{\frac{-1}{\xi}}.\int_u^{\infty}(y-u).f_X(y)dy$$

$$= \left(1+\frac{\xi u}{\beta}\right)^{\frac{-1}{\xi}}.\int_u^{\infty}(y-u).f_X(y)dy$$

Or $f(x) = F'(x) = \frac{1}{\beta}.\frac{1}{\left(1+\frac{\xi x}{\beta}\right)^{\frac{1+\xi}{\xi}}} = \frac{\beta^{\frac{1}{\xi}}}{(\beta+\xi x)^{\frac{1+\xi}{\xi}}}$

D'où : $E(X-u|X>u) = \left(1+\frac{\xi u}{\beta}\right)^{\frac{-1}{\xi}}\beta^{\frac{1}{\xi}}.\int_u^{\infty}(y-u).(\beta+\frac{\xi y}{\beta})^{\frac{-1-\xi}{\xi}}dy$

$$= \left[\left(1+\frac{\xi u}{\beta}\right)^{\frac{-1}{\xi}}\beta^{\frac{1}{\xi}}\right].\frac{1}{\xi}\int_u^{\infty}\xi(y-u).(\beta+\xi y)^{\frac{-1-\xi}{\xi}}dy$$

$$= \left[\left(1+\frac{\xi u}{\beta}\right)^{\frac{-1}{\xi}}\right]\frac{\beta^{\frac{1}{\xi}}}{\xi}\int_u^{\infty}(y-u).(\beta+\xi y)^{\frac{-1-\xi}{\xi}}dy$$

En posant $U = (y-u)$ *et* $V' = (\beta+\xi y)^{\frac{-1-\xi}{\xi}}$, *et en intégrant par parties, il vient*:

$$E(X-u|X>u) = \left[\left(1+\frac{\xi u}{\beta}\right)^{\frac{-1}{\xi}}\right]\frac{\beta^{\frac{1}{\xi}}}{\xi}\xi\,\frac{(\beta+\xi u)^{\frac{-1-\xi}{\xi}}}{1-\xi}$$

$$E(X-u|X>u) = \left[\left(1+\frac{\xi u}{\beta}\right)^{\frac{-1}{\xi}}\right]\frac{\beta^{\frac{1}{\xi}}}{1-\xi}(\beta+\xi u)^{\frac{-1-\xi}{\xi}} = \frac{\beta}{1-\xi}+\frac{\xi}{1-\xi}u$$

Annexe 2 – *volatilité des primes et réserves en formule standard issue du règlement délégué (UE) 2019/981 (UE) de la commission du 8 Mars 2019*

	Segment	Lignes d'activité dont se compose le segment, telles qu'exposées à l'annexe I	Écart type pour le risque de primes brut du segment	Écart type pour le risque de réserve du segment
1	Assurance de responsabilité civile automobile et réassurance proportionnelle y afférente	4 et 16	10 %	9 %
2	Autre assurance des véhicules à moteur et réassurance proportionnelle y afférente	5 et 17	8 %	8 %
3	Assurance maritime, aérienne et transport et réassurance proportionnelle y afférente	6 et 18	15 %	11 %
4	Assurance incendie et autres dommages aux biens et réassurance proportionnelle y afférente	7 et 19	8 %	10 %
5	Assurance de responsabilité civile générale et réassurance proportionnelle y afférente	8 et 20	14 %	11 %
6	Assurance crédit et cautionnement et réassurance proportionnelle y afférente	9 et 21	19 %	17,2 %
7	Assurance de protection juridique et réassurance proportionnelle y afférente	10 et 22	8,3 %	5,5 %
8	Assurance assistance et réassurance proportionnelle y afférente	11 et 23	6,4 %	22 %
9	Assurance pertes pécuniaires diverses et réassurance proportionnelle y afférente	12 et 24	13 %	20 %
10	Réassurance accidents non proportionnelle	26	17 %	20 %
11	Réassurance maritime, aérienne et transport non proportionnelle	27	17 %	20 %
12	Réassurance dommages non proportionnelle	28	17 %	20 %».

Annexe 3 – *Article 116 des actes délégués (EU) 2015/35 de la commission du 10/10/14 modifiés par la Commission Delegated Regulation (EU) 2019/981*

4. Pour tous les segments visés à l'annexe II, les entreprises d'assurance et de réassurance peuvent choisir, à la place du calcul visé au paragraphe 3, de calculer la mesure de volume pour le risque de primes d'un segment *s* donné selon la formule suivante:

$$V_{(prem,s)} = P_s + FP_{(existing,s)} + FP_{(future,s)}$$

sous réserve que toutes les conditions suivantes soient remplies:

(a) l'organe d'administration, de gestion ou de contrôle de l'entreprise d'assurance ou de réassurance a décidé que les primes acquises dans le segment *s* au cours des 12 mois à venir ne dépasseront pas P_s;

(b) l'entreprise d'assurance ou de réassurance a mis en place des mécanismes de contrôle efficaces pour veiller à ce que les limites visées au point a) concernant les primes acquises sont respectées;

(c) l'entreprise d'assurance ou de réassurance a informé son autorité de contrôle de la décision visée au point a) et de ses motifs.

Aux fins de ce calcul, les termes P_s, $FP_{(existing,s)}$ et $FP_{(future,s)}$ sont déterminés conformément au paragraphe 3, points a), c) et d).

Annexe 4 – *Article 210 de la directive 2009/138/CE du 25 Novembre 2009 mis à jour par la Directive 2014/51/EU du 16 Avril 2014*

3. Aux fins des paragraphes 1 et 2, on entend par réassurance finite toute réassurance en vertu de laquelle la perte maximale potentielle, exprimée comme le risque économique maximal transféré, découlant d'un transfert significatif à la fois du risque de souscription et du risque de timing, excède la prime sur toute la durée du contrat, pour un montant limité mais important, conjointement avec l'une au moins des caractéristiques suivantes:

a) la prise en considération explicite et matérielle de la valeur temporelle de l'argent;

b) des dispositions contractuelles visant à lisser dans le temps un partage des effets économiques entre les deux parties en vue d'atteindre un niveau cible de transfert de risque.

Annexe 5 – *Article 208 des actes délégués (UE) 2015/35 de la commission du 10/10/14 modifiés par la Commission Delegated Regulation (EU) 2019/981*

Article 208

Méthodes et hypothèses

1. Lorsque les entreprises d'assurance ou de réassurance transfèrent des risques de souscription au moyen de contrats de réassurance ou de véhicules de titrisation qui répondent aux exigences énoncées à l'article 209, à l'article 211 et à l'article 213, et lorsque ces arrangements prévoient des protections dans plusieurs des calculs fondés sur des scénarios figurant au titre I, chapitre V, sections 2, 3 et 4, l'effet d'atténuation du risque de ces arrangements contractuels est attribué aux calculs fondés sur des scénarios d'une manière qui, sans double comptage, reflète l'effet économique des protections fournies. En particulier, il doit être tenu compte de l'effet économique des protections fournies lors de la détermination de la perte de fonds propres de base dans les calculs fondés sur des scénarios.

2. Lorsque les entreprises d'assurance ou de réassurance transfèrent des risques de souscription au moyen d'une réassurance finite, au sens de l'article 210, paragraphe 3, de la directive 2009/138/CE, qui répond aux conditions énoncées à l'article 209, à l'article 213 et à l'article 213 du présent règlement, il n'est tenu compte de ces contrats dans les calculs fondés sur des scénarios figurant au titre I, chapitre V, sections 2, 3 et 4 du présent règlement que dans la mesure où le risque de souscription est transféré à la contrepartie du contrat. Par dérogation à la phrase précédente, une réassurance finite, ou tout arrangement similaire dont l'absence de transfert effectif du risque est comparable à celle d'une réassurance finite, n'est pas prise en compte aux fins de la détermination des mesures du volume pour le risque de primes et de réserve conformément à l'article 116 et à l'article 147 du présent règlement, ou aux fins du calcul des paramètres propres à l'entreprise, conformément à la section 13 du présent chapitre.

Table des illustrations

Figure 1 – Concentration du marché mondial de la réassurance 16
Figure 2 – Évolution du Ratio combiné net des réassureurs 17
Figure 3 – Ratio combiné moyen par catégorie des organismes d'assurance français 17
Figure 4 – Taux de cession moyen par Lob des organismes d'assurance français 18
Figure 5 – Les différents types de réassurance traditionnelle 19
Figure 6 – La réassurance proportionnelle 19
Figure 7 – Exemple d'application d'un traité (XS) 21
Figure 8 - Évolution des émissions de CAT-BONDS 23
Figure 9 – Évolution de la réassurance alternative 24
Figure 10 - Clauses courantes des contrats de réassurance 25
Figure 11 – Évolution du nombre de victimes d'accidents corporels 30
Figure 12 – Évolution du coût moyen en RC Auto 30
Figure 13 – Classification retenue des sinistres 34
Figure 14 – Logarithme népérien de la charge des sinistres 37
Figure 15 - Histogramme du logarithme de la charge 37
Figure 16 – Densités des distributions GEV 41
Figure 17 – QQ-plot Pareto 43
Figure 18 – Interprétation du Mean Excess plot. 45
Figure 19 - Hill-plot des sinistres corporels 46
Figure 20 - Fonctions de répartitions empirique et simulée pour le corporel grave 47
Figure 21 - Distribution des sinistres attritionnels corporels 47
Figure 22 - Fonctions de répartitions empirique et simulée pour le corporel attritionnel 48
Figure 23 - Distribution des sinistres matériels 48
Figure 24 – QQ-Plot : sinistres matériels 49
Figure 25 - Fonctions de répartitions empirique et simulée pour le matériel 49
Figure 26 - Impact de la réassurance sur la charge de sinistres graves projetée 51
Figure 27 - Convergence de la charge médiane 52
Figure 28 - Evolution de l'amplitude des simulations de la charge médiane 53
Figure 29 – Cadences de liquidation des sinistres attritionnels 54
Figure 30 – Cadence de liquidation des sinistres graves 54
Figure 31 – Cadence de déclaration des sinistres 55
Figure 32 – Impacts de la réassurance sur les indicateurs techniques 56
Figure 33 – Projection du compte de résultat 57
Figure 34 – Impact de la réassurance sur le bilan économique 59
Figure 35 – principaux modules du SCR concernés par la réassurance non-vie 61
Figure 36 – Description de l'appétence aux risques 65
Figure 37 - Évolution du SCR 66
Figure 38 - Projections des SCR 67
Figure 39 - Comparaison des SCR futurs des deux structures 68
Figure 40 - Evolution de l'amplitude - quantile à 80% 69
Figure 41 - Evolution de la charge en vision stress-test en fonction du nombre de simulations 70
Figure 42 - Évolution des indicateurs comptables dans le scénario stressé : Scénario 1 70
Figure 43 - Évolution des indicateurs de rentabilité – Scénario 1 71
Figure 44 - Évolution des indicateurs de solvabilités dans le scénario stressé – Scénario 1 71

Figure 45 - Évolution des indicateurs comptables dans le scénario stressé : Scénario 2 72
Figure 46 - Évolution des indicateurs de solvabilités dans le scénario stressé – Scénario 2 73
Figure 47 - Évolution des indicateurs comptables dans le scénario stressé : Scénario 3 74
Figure 48 - Évolution des indicateurs de solvabilités dans le scénario stressé – Scénario 3 74
Figure 49 – Schématisation des $Plast, s$, Ps et $FP(existing, s)$ 75
Figure 50 - Représentation graphique de l'assiette retraitée 77
Figure 51 - Impact de la modification de l'assiette du risque de primes 77
Figure 52 - Comparaison des assiettes « formule standard » et « retraitée » selon le taux de QP..... 78
Figure 53 – Mise en place des USP 81
Figure 54 - SCR Catastrophe non-vie 87