

**Mémoire présenté devant l'Université Paris Dauphine  
pour l'obtention du diplôme du Master Actuariat  
et l'admission à l'Institut des Actuaires**

le \_\_\_\_\_

Par : Anthony Levy

Titre: Solvabilité II : Exigences quantitatives et impacts comptables sur une société  
d'assurance mutuelle non-vie

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

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

Membre présent du jury de l'Institut  
des Actuaires :

Signature :

Entreprise :

Nom : Ellis Alliance

Signature :

Membres présents du jury du Master  
Actuariat de Dauphine :

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Frédéric Amaro

Signature :

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

Secrétariat :

Signature du responsable entreprise :

Bibliothèque :

Signature du candidat :

# Résumé

**Mots-clés** : Solvabilité II, pilier 1, bilan prudentiel, Fonds Propres, provisionnement, SCR, assurance non-vie.

Entrée en vigueur en janvier dernier, la réforme réglementaire européenne Solvabilité II s'inscrit dans un contexte assurantiel et financier particulièrement tendu. L'objectif initial de cette réforme est d'assurer la solvabilité et la fiabilité des entreprises exerçant une activité d'assurance ou de réassurance de manière plus précise et davantage axée sur les risques pris par les entreprises que la précédente réglementation Solvabilité I. Ainsi les entreprises d'assurance et de réassurance sont tenues d'élaborer leur bilan autour des normes prudentielles et de détenir un montant de Fonds Propres minimum mieux adapté à leur activité et au niveau de risque pris.

L'objectif de ce mémoire est de présenter l'ensemble des calculs et des retraitements comptables que doit effectuer une société d'assurance mutuelle non-vie pour évaluer son besoin en Fonds Propres afin de pouvoir faire face aux exigences du régulateur européen et de mesurer l'impact par rapport aux exigences de Solvabilité I. Des sensibilités seront également effectuées sur les différents paramètres retenus lors de la modélisation dans le but d'améliorer la solvabilité de l'entreprise étudiée.

Les travaux seront donc répartis en quatre sections. Dans un premier temps, nous exposerons le contexte du marché assurantiel dans lequel est née Solvabilité II, ses conséquences au sein du marché actuel et les éléments techniques structurants la réforme. Dans un second temps, nous exposerons les données utilisées et les travaux réalisés. Enfin la sensibilité des paramètres retenus ainsi que les pistes d'améliorations seront évoqués dans une dernière partie.

## Abstract

**Keywords:** Solvency II, pillar 1, prudential balance sheet, own funds, reserving, SCR, non-life insurance.

Came into effect last January, the European statutory reform Solvency II falls in a particularly tense insurance-related and financial context. The initial objective of this reform is to assure the solvency and the reliability of companies exercising an activity of insurance or reinsurance in a more accurate way and is even more focused on the risks taken by the companies than the previous regulations Solvency I. So insurance and reinsurance companies were anxious to develop their balance sheet around the prudential standards and to hold a minimum amount of own funds, which are better adapted to their activity and at the level of the taken risks.

The purpose of this report is to present all the calculations and the accounting restatements that a non-life mutual insurance company has to make to estimate its need in own funds to meet the requirements of the European regulator and to measure the impact with regard to the requirements of Solvency I. Sensitivities will also be made on the parameters used in the modelling in order to improve the solvency of the company studied.

The works will be divided into four sections. Firstly, we shall enunciate the context of the insurance-related market in which was born Solvency II, its consequences within the current market and the technical elements of the reform. Secondly, we shall enunciate the used data and the realized modelling. Finally the sensibility of the retained parameters and the ways of improvement will be discussed in the last part.

# Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à M. Patrice Kalfon, actuaire et commissaire aux comptes, président d'Ellis Alliance, pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer mon stage de fin d'études au sein de son cabinet. Je le remercie de m'avoir considéré comme l'un des leurs et de m'avoir fait confiance tout au long de cette expérience, il restera pour toujours un modèle pour moi.

Je remercie également mon maître de stage, M. Frédéric Amaro, qui de façon bienveillante, m'a conseillé et chapeauté durant ces six derniers mois.

Grace aux compétences de toute l'équipe et à leur professionnalisme, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances acquises tout au long de mon cursus universitaire.

Merci à mon tuteur académique et directeur de Master, M. Pierre Cardaliaguet, qui s'est montré disponible à tout moment et qui a su m'encadrer jusqu'à la finalisation de ce mémoire.

Enfin c'est de tout cœur et avec émotion que je remercie mes parents qui malgré la séparation physique ont toujours été à mes côtés pour me supporter, m'encourager et me soutenir sur tous les plans. Je sais qu'aujourd'hui ils sont fiers de moi et c'est la plus belle des satisfactions.

# Table des matières

Résumé.....	1
Abstract.....	1
Remerciements .....	2
Table des matières.....	3
Table des illustrations .....	5
Introduction.....	7
<b>Section I : Contexte et présentation de la directive .....</b>	<b>9</b>
1. De Solvabilité I à Solvabilité II : Approche historique et sociologique.....	9
2. Les grands principes de Solvabilité II .....	11
2.1. Présentation.....	11
2.1.1. Objectifs.....	11
2.1.2. Une structure à 3 piliers.....	12
2.1.3. Limites .....	15
2.2. La réforme est-elle « risk based » ?.....	16
2.2.1. Le fondement du besoin en capital sur la mesure du risque.....	16
2.2.2. Application technique .....	17
2.2.3. Conclusion.....	20
<b>Section II : Univers comptable et exigences quantitatives .....</b>	<b>21</b>
1. Aspects comptables du traitement prudentiel : Bilan, « own funds » et « tiering » .....	21
1.1. Retraitements effectués à l’actif du bilan .....	21
1.2. Retraitements effectués au passif du bilan .....	22
2. Évaluation des provisions techniques : différentes approches .....	27
2.1. Approche par méthodes déterministes.....	27
2.1.1. Méthode de Chain Ladder .....	27
2.1.2. Méthode de Bornhuetter Ferguson .....	28
2.2. Approche par méthodes d’évaluations stochastiques .....	30
2.2.1. Approche d’incertitude Mack 93 .....	30
2.2.2. Méthode de ré-échantillonnage : Bootstrap.....	31
3. L’évaluation du besoin en capital pour un portefeuille d’assurance non-vie .....	32
3.1. Le minimum de capital requis.....	32
3.2. Le capital de solvabilité requis.....	33
3.2.1. SCR de marché .....	34
3.2.2. SCR de défaut.....	38
3.2.3. SCR de souscription non-vie .....	40
3.2.4. SCR de souscription santé.....	44
3.2.5. Les autres composantes du SCR .....	47
<b>Section III : Application à une société d’assurance mutuelle non-vie.....</b>	<b>48</b>
1. Le portefeuille de la société.....	48
2. Retraitements du bilan .....	49
3. Retraitement des provisions.....	53
3.1. Hypothèses retenues et résultats .....	53
3.2. Application des méthodes de provisionnement.....	55
3.3. Best Estimate brut de réassurance.....	57
3.3.1. Best Estimate de sinistres .....	57
3.3.2. Best Estimate de primes .....	59

3.4. Best Estimate de réassurance.....	60
3.5. La marge de risque.....	61
4. Capital requis et couverture .....	62
4.1. Le capital de solvabilité requis .....	62
4.2. Le capital minimum requis.....	66
4.3. Couverture.....	67
<b>Section IV : Analyse des sensibilités et approche stratégique .....</b>	<b>68</b>
1. Sensibilité des paramètres techniques retenus pour la modélisation .....	68
1.1. Hypothèses retenues.....	68
1.1.1. Frais de la société.....	68
1.1.2. Taux de cession.....	69
1.2. Paramètres retenus pour la revalorisation des provisions techniques.....	70
1.2.1. Les provisions pour sinistres.....	70
1.2.2. Frontière des contrats et estimation des sinistres futurs.....	71
2. Sensibilité des paramètres de la formule standard et solvabilité .....	73
2.1. Paramètres retenus pour le calcul du SCR.....	73
2.1.1. Le risque de primes et de réserves en non-vie.....	73
2.1.2. Le risque action.....	74
2.2. Modification des Fonds Propres.....	74
3. Leviers d'amélioration de la solvabilité .....	75
3.1. Ajustements réalisés sur l'allocation d'actifs .....	75
3.2. Modification du type de traité de réassurance.....	76
4. Proposition d'un scénario alternatif : Résultats.....	78
<b>Conclusion .....</b>	<b>79</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>80</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>81</b>

# Table des illustrations

Tableau 1 – Les principales directives vie et non-vie .....	9
Tableau 2 – Particularités de Solvabilité I.....	11
Figure 1 – Solvabilité II : Une structure à trois piliers.....	12
Figure 2 – VaR : Distribution de probabilité de ruine .....	13
Figure 3 – Les parties du RSR et SFCR.....	15
Figure 4 – Exemple d'estimation du signal et du bruit.....	16
Tableau 3 – Calibrages associés au risque de prime et indicateurs de signal brut et bruit associés.....	18
Tableau 4 – Indicateurs moyens pour le risque de prime et ratio SSBa.....	18
Tableau 5 – Calibrages associés au risque de provision et indicateurs de signal brut et bruit associés.....	19
Tableau 6 – Indicateurs moyens pour le risque de provision et ratio SSBa.....	19
Graphique 1 – Évolution des calibrages par segment associés au risque de prime au cours des QIS .....	20
Graphique 2 – Évolution des calibrages par segment associés au risque de provision au cours des QIS.....	20
Figure 5 – Évaluation économique du bilan sous Solvabilité II.....	21
Figure 6 – Principe d'actualisation des flux.....	22
Figure 7 – Cadence de liquidation des règlements de sinistres par année de survenance.....	23
Graphique 3 – Évolution des engagements d'assurance .....	24
Tableau 7 – Remplissage du triangle de liquidation par Chain Ladder.....	28
Figure 8 – Mise en place de la méthode du Bootstrap .....	31
Figure 9 – Modules et sous-modules de risques pour le calcul du SCR en formule standard.....	33
Tableau 8 – Matrice des corrélations entre les modules du SCR.....	34
Tableau 9 – Matrice des corrélations entre les sous-modules du SCR de marché.....	34
Tableau 10 – Facteurs de stress pour le risque de marge.....	36
Tableau 11 – Exposition en excès pour le risque de concentration.....	37
Tableau 12 – Facteurs de risques pour le risque de concentration .....	38
Tableau 13 – Matrice des corrélations entre les sous-modules du SCR de souscription non-vie .....	40
Tableau 14 – Facteurs de risques pour le sous-module risque de catastrophe naturelle en non-vie .....	42
Tableau 15 – Facteurs de risques pour le sous-module autres risques de catastrophe en non-vie.....	43
Tableau 16 – Matrice des corrélations entre les sous-modules du SCR de souscription santé .....	44
Tableau 17 – Facteurs de risque et types d'évènements pour les sous-modules de risques accidents de masse et concentration d'accidents.....	45
Tableau 18 – Facteurs de risques et types d'évènements pour le sous-module "risque de pandémie" .....	46
Tableau 19 – LoB et produits du portefeuille étudié.....	48
Figure 10 – Bilan social de la société au 31/12/2015 .....	49
Figure 11 – Bilan prudentiel au 31/12/2015 et écarts constatés avec le bilan social.....	51
Figure 12 – Passage des Fonds Propres SI aux Fonds Propres SII.....	52
Tableau 20 – Hypothèses retenues pour le calcul du Best Estimate.....	53
Tableau 21 – Écoulement de la charge des sinistres établie par LoB .....	54
Tableau 22 – Best Estimate à fin 2015.....	54
Figure 13 – Répartition des provisions recalculées par LoB.....	54
Figure 14 – Application de la méthode de Chain Ladder.....	55
Figure 15 – Application de la méthode de Bornhuetter Ferguson.....	55
Figure 16 – Distribution des provisions recalculées par la méthode du Bootstrap.....	56
Tableau 23 – Provisions pour sinistres exprimées selon différents niveaux de confiance .....	56
Tableau 24 – Résultats obtenus et comparaison .....	57
Tableau 25 – Best Estimate de réserves brut de réassurance .....	58
Tableau 26 – Écoulement de la charge des sinistres par LoB.....	58
Tableau 27 – Comparaison des provisions SI et SII pour le Best Estimate de réserves.....	59
Tableau 28 – Best Estimate de primes brut de réassurance.....	59

Tableau 29 – Comparaison des provisions SI et SII pour le Best Estimate de primes.....	60
Tableau 30 – Best Estimate de réserves de réassurance.....	60
Tableau 31 – Best Estimate de primes de réassurance.....	61
Figure 17 – SCR global du portefeuille.....	62
Graphique 4 – Répartition du SCR de marché à travers les sous-modules de risques.....	63
Tableau 32 – Expositions à signature unique pour le risque de défaut de type 1.....	64
Tableau 33 – Créances pour le risque de défaut de type 2.....	64
Tableau 34 – Récapitulatif des sous-modules du risque de souscription non-vie.....	65
Graphique 5 – MCR, SCR et Fonds Propres de la société au 31/12/2015 en K€.....	67
Tableau 35 – Conséquence de la projection des frais administratifs et autres charges techniques.....	68
Tableau 36 – Conséquence de l'augmentation / la baisse des frais de la société.....	69
Tableau 37 – Conséquence d'une baisse des taux de cession retenus.....	70
Tableau 38 – Modification de la méthode de provisionnement retenue.....	70
Tableau 39 – Conséquence d'une augmentation / baisse des PSAP.....	71
Tableau 40 – Conséquence d'une augmentation des primes projetées.....	71
Tableau 41 – Chocs appliqués sur le S/P technique retenu.....	72
Tableau 42 – Résultats des SCR selon les écarts-types du risque de primes et de réserves des différents QIS.....	73
Graphique 6 – Évolution du SCR global correspondant.....	73
Tableau 43 – Différences entre les chocs pour le sous-module de risque action.....	74
Tableau 44 – Impacts de l'allocation d'actifs sur le SCR.....	75
Figure 18 – Évolution du SCR global en fonction de la stratégie retenue.....	75
Tableau 45 – Impacts de la réassurance non proportionnelle.....	77
Figure 19 – Impacts de la stratégie.....	78

# Introduction

La crise de 2008 a révélé de nombreuses défaillances dans le contrôle et la réglementation des institutions financières. Le contexte était le suivant : des taux d'intérêts historiquement bas, une concurrence exacerbée sur les tarifs, un rapprochement de nombreuses entités ainsi qu'un engouement important autour du digital, etc. Les nombreux débats et heurts politiques autour de la question du risque pris par les institutions et les établissements de crédit entraînent alors la mise en place d'une série de dispositifs prudentiels basés notamment sur la détention du montant de Fonds Propres adapté à l'activité.

En Europe, le marché de l'assurance est contrôlé par l'Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelles (en anglais, EIOPA<sup>1</sup> depuis 2010). Cet organisme indépendant fait partie des grandes autorités européennes de surveillance. Son principal but : coordonner le secteur au niveau européen et garantir la stabilité et l'unicité du système.

L'activité est alors directement visée par ces mesures du fait de sa spécificité. En effet, le secteur se présente comme un cycle de production inversé : en contrepartie d'une prime, l'assureur doit être capable d'assumer un sinistre futur sans en connaître le montant à l'avance. Une particularité qui pourrait placer le secteur en situation précaire en cas d'évènements majeurs imprévisibles. C'est donc pour faire face à ce risque que la Commission Européenne adopte en 2009 Solvabilité II, une réforme qui vient s'ajouter à celle du système bancaire, Bâle II.

Par le biais de cette directive, les autorités souhaitent s'affirmer comme défenseurs des intérêts des assurés en y voyant un double objectif : l'uniformisation du secteur au niveau européen et une meilleure estimation des risques auxquels sont exposés les organismes d'assurances (perte importante de contrats, forte sinistralité, morosité du marché financier, etc.). Son entrée en vigueur en janvier dernier oblige alors toute entreprise exerçant une activité d'assurance à répondre aux exigences du régulateur européen dès cette année. En effet, cette nouvelle directive dont tout le secteur se préoccupe depuis une dizaine d'années prend aujourd'hui une autre tournure puisqu'elle devient d'actualité. Et pour cause, elle se présente comme un réel défi que ce soit sur le plan quantitatif ou qualitatif, notamment en comparaison avec l'ancienne réglementation, Solvabilité I.

Solvabilité II propose désormais une vision prospective de l'activité en apportant de nombreux changements significatifs. Parmi eux, une réévaluation du besoin en capital ainsi qu'une restructuration du bilan assurantiel et en particulier des provisions techniques. Le contrôle de la solvabilité constituant le souci majeur des autorités de régulation du secteur, ces éléments nécessitent toute la vigilance des organismes qui leurs sont assujettis.

Ce mémoire s'intéresse alors à ces aspects de la directive qui forment son premier pilier. Le travail qui a été effectué consiste principalement en l'observation et l'analyse des exigences quantitatives de Solvabilité II ainsi que des impacts comptables de la restructuration du bilan pour le portefeuille étudié. Une étude plus approfondie des conséquences de toutes ces spécificités a également été réalisée avant d'évaluer dans quelle mesure les organismes d'assurance utiliseraient la directive non comme un fardeau mais plutôt comme un amplificateur des performances. La méthodologie retenue est alors la suivante :

Dans un premier temps, le contexte de la mise en place de la directive ainsi que ses caractéristiques principales seront explicités. Cette première section devrait permettre au lecteur de prendre connaissance des différents éléments qui composent Solvabilité II afin de mieux apprécier la suite de l'étude.

Dans un deuxième temps, c'est une version théorique du premier pilier qui compose la directive qui est proposée, à savoir les exigences quantitatives en formule standard ainsi que le nouvel univers comptable imposé. C'est sur

---

<sup>1</sup> EIOPA : European Insurance and Occupational Pensions Authority

la base des éléments évoqués dans cette section que sont effectués les calculs qui ont abouti aux résultats des sections suivantes.

La troisième section de ce mémoire est consacrée à la mise en pratique de la partie théorique présentée dans ce qui précède, à savoir, les exigences quantitatives auxquelles doit répondre l'entreprise d'assurance ainsi que le passage de son bilan social au bilan prudentiel. Pour ce faire, l'entreprise sera brièvement présentée et les résultats découlant des calculs et de la modélisation effectuée seront exhibés tour à tour.

Enfin c'est la dernière section qui a pour but principal de proposer une vision de la directive allant au-delà de la pratique. Pour ce faire, une étude des sensibilités de plusieurs paramètres utilisés lors de la modélisation ainsi qu'une réorganisation de la stratégie adoptée ont été effectués. C'est par le biais de cette quatrième section que seront évoqués des scénarios alternatifs permettant de concurrencer les données établies pour le reporting d'ouverture Solvabilité II de la société.

## Section I : Contexte et présentation de la directive

### 1. De Solvabilité I à Solvabilité II : Approche historique et sociologique

Ces dernières années, le secteur de l'assurance a connu une refonte très profonde.

Plusieurs questions se posent alors : En quoi y avait-il besoin de changement ? Pourquoi cela s'est déroulé de manière aussi inattendue ?

Au sortir de la seconde guerre mondiale, l'OCDE (anciennement appelée l'OECE) réfléchit à ce qui pourrait encadrer davantage le secteur de l'assurance. Elle essaye donc de construire un marché commun en mettant en place des règles du jeu assez partagées, notamment par une série de directives dans les années 80 aussi bien en vie qu'en non-vie. Ces éléments visant également à faire baisser les tarifs.

Tableau 1 – Les principales directives vie et non-vie

	Non-vie	Vie
<b>1ère directive</b>	1973	1979
<b>2ème directive</b>	1988	1990
<b>3ème directive</b>	1992	1992

Solvabilité I est alors le point d'achèvement de l'édifice. Son but : construire des ratios et fonctionner comme une sorte de « warning » permettant de mettre en garde les organismes lorsqu'ils s'approchent d'une zone de danger.

À ce stade des travaux, deux soucis s'interposent :

- Le principe de lisibilité : faire en sorte qu'une entreprise d'un pays A puisse exercer dans un pays B tout en s'assurant que les lois s'accordent et que les consommateurs aient pleinement connaissance des produits qu'ils consomment ;
- Le principe d'adaptabilité : mettre en place des règles qui peuvent être facilement adaptées ; tout l'enjeu étant de les standardiser. En effet, un article de Solvabilité I impose des provisions techniques « suffisantes » mais chaque état est libre d'avoir sa propre notion de suffisance.

Les années 90 révèlent alors une période assez ambiguë : les règles sont stables, le dispositif tient la route (pas de faillite) mais on remarque tout de même quelques défaillances. Dès lors, et n'ayant pas assez d'historique, l'Institut des Actuaire reste tout de même assez critique à propos d'un probable changement.

En l'espace de deux années seulement, la commission européenne évoque alors deux points de vue totalement antagonistes :

- En 97, elle désire finaliser les travaux commencés à la suite de l'après-guerre ;
- En 99, elle souhaite faire table rase sur le passé notamment à cause du rapport Müller<sup>2</sup> qui identifie un certain nombre d'évolutions : provisions techniques en non-vie, apparition de l'ALM, la comptabilité en Fair-Value<sup>3</sup>, modèles internes, ...

En 1999 commence alors une longue série de discussions quant à un possible remaniement de réglementation. Tout d'abord, les mathématiques financières font leur apparition (au départ juste dans les écoles) ainsi que l'économie empirique qui est perçue comme une intuition permettant de formaliser des réflexions. Ils donnent

<sup>2</sup> Rapport Müller : Rapport publié en 1997 par le Dr. Helmut Müller qui était alors vice-président de l'Office fédéral allemand de contrôle des assurances et devenu président depuis.

<sup>3</sup> Fair-value (juste valeur) : Méthode de valorisation des actifs qui est définie comme le montant lu pour lequel un actif pourrait être changé, ou un passif éteint, entre parties bien informées, consentantes, et agissant dans des conditions de concurrence normale.

naissance aux fondements mêmes des modèles actuariels bien que cela impose une culture scientifique bien plus pointue.

Par ailleurs, certains mouvements d'harmonisation des normes commencent à voir le jour dans le secteur comptable et bancaire avec IFRS et la série de normes « Bâle<sup>4</sup> ». Des normes compatibles entre elles et dont l'assurance est totalement étrangère jusqu'au début des années 2000.

On évoque alors un projet absolument embryonnaire qui passe par une longue phase expérimentale entre 2000 et 2002 et dont les enjeux sont notamment les suivants : le pilotage du risque et les échanges avec les agences de notation afin de revoir leur avis à la hausse. Le régulateur commence à s'imposer...

Les principes susceptibles d'être mis en place sont alors des choses familières pour les régulateurs qui concluent sur des constats plus agnostiques que définitifs. On passe enfin d'une phase exploratoire à un processus de décision entre 2002 et 2004 et ceci, selon trois principes :

- Mettre en accord les normes assurantielles et comptables ;
- Implémenter ces normes de manière concrète et opérationnelle ;
- Collaborer avec le CEIOPS de par le besoin d'outillage technique.

Ce sont ces trois principes qui ont fini par concorder pour fabriquer les fondements de base de Solvabilité II.

---

<sup>4</sup> Bâle : La série de réformes Bâle constitue des initiatives prises pour renforcer le système financier à la suite de la crise financière de 2007/2008.

## 2. Les grands principes de Solvabilité II

### 2.1. Présentation

#### 2.1.1. Objectifs

Solvabilité II est à l'origine une réforme qui s'inscrit dans la lignée de celles du secteur bancaire et en particulier, « Bâle II ». Elle a pour vocation de corriger les insuffisances de Solvabilité I, le régime jusqu'alors en vigueur, qui avait pour but principal de prémunir les entreprises des risques de faillite. Tout l'enjeu de la réforme était de permettre aux autorités de contrôler et d'identifier en amont les cas problématiques parmi les entreprises présentes sur le marché et donc de mieux prévenir et protéger les consommateurs.

Conçue comme une norme minimale commune à tous les acteurs du secteur, elle met à disposition une marge de manœuvre pour chaque état membre de l'UE afin que ces derniers puissent étayer à leur façon les règles applicables au sein de leur pays. Ainsi, de nombreuses faiblesses ont été reportées dans ce cadre réglementaire. Le tableau ci-dessous énumère donc les points qui ont conduit à la refonte de la directive Solvabilité aussi bien sur le plan, quantitatif que qualitatif :

**Tableau 2 – Particularités de Solvabilité I**

Aspects quantitatifs	Aspects qualitatifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Vision rétrospective : elle prend en compte comme seule référence le passé et fait donc l'hypothèse qu'il est un bon guide pour estimer le futur ;</li> <li>⇒ Aucune distinction n'est faite entre les risques quelle que soit leur volatilité, à l'intérieur d'une même branche ;</li> <li>⇒ Aucune distinction n'est faite entre les métiers d'assureur et de réassureur ;</li> <li>⇒ Mesures prises uniquement autour du montant espéré des provisions techniques ;</li> <li>⇒ Pénalité à l'encontre des entreprises qui sur-provisionnent et non à l'encontre de celles qui sous-provisionnent ou sous-tarifient les risques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Aucune surveillance sur le contrôle interne ;</li> <li>⇒ Exigences internationales non satisfaites (juste valeur appliquée dans les normes US-GAAP<sup>5</sup> et IAS-IFRS) ;</li> <li>⇒ Lacunes en termes de surveillance de solvabilité par rapport aux autres systèmes internationaux, ce qui pousse les autres pays de l'UE à développer leur propre modèle, s'écartant ainsi d'une harmonisation des normes ;</li> <li>⇒ Négligence des risques liés aux placements ;</li> <li>⇒ Négligence des effets de diversification, de certaines formes de transferts de risques ou des corrélations entre actifs et passifs.</li> </ul>

La solvabilité selon la directive Solvabilité I repose en effet sur différents coefficients appliqués aux provisions ou aux capitaux sous risques en vie et d'autres coefficients en non vie appliqués au chiffre d'affaire et aux prestations. Or, la constitution des provisions repose sur des prévisions économiques et financières et comporte de ce fait un aléa quant à leur réalisation.

Solvabilité I a donc montré ses limites et le régulateur européen préfère opter pour une approche « risk based ». Dès lors, Solvabilité II doit permettre une meilleure absorption des risques auxquels sont confrontés les différents acteurs de la société. Le niveau des exigences en capital doit par ailleurs atteindre un seuil raisonnable afin de ne pas réduire l'offre pour les consommateurs, d'augmenter les tarifs des assurances ou encore d'exclure certains consommateurs. La réforme a également des objectifs politiques :

- Renforcer l'intégration du marché de l'assurance de l'UE ;
- Améliorer la protection des consommateurs ;
- Améliorer la compétitivité des grandes sociétés d'assurance par rapport à leurs concurrentes américaines et asiatiques ;
- Promouvoir une meilleure régulation.

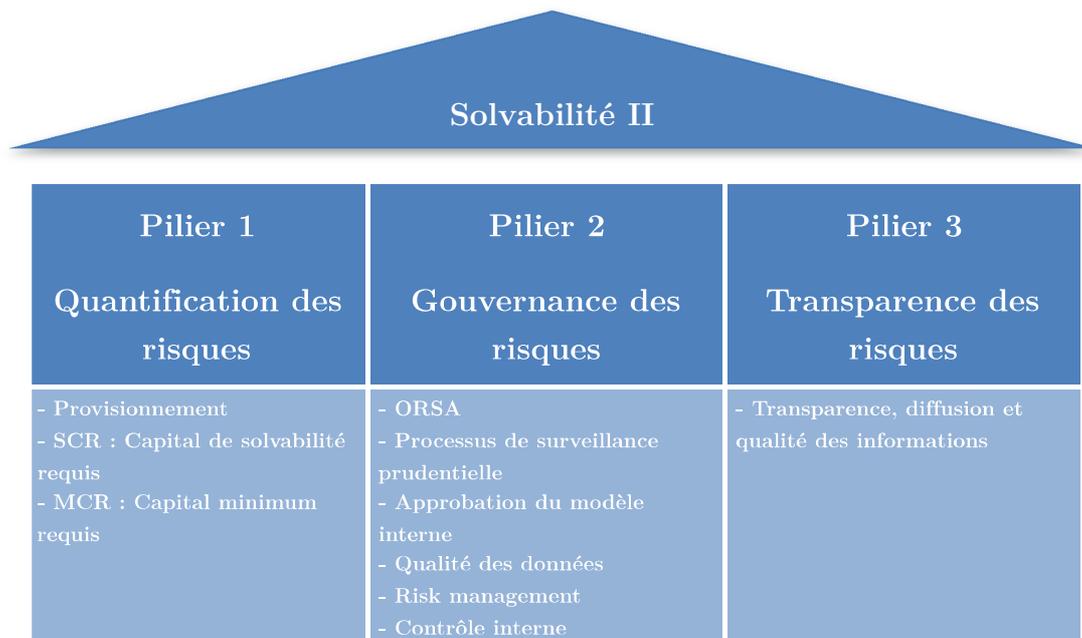
<sup>5</sup> US-GAAP : Principes comptables généralement admis aux États-Unis

### 2.1.2. Une structure à 3 piliers

Chaque entreprise doit donc être en mesure de démontrer qu'elle sait quantifier et surtout maîtriser son niveau de risque. Mais la mise en pratique de ces nouvelles mesures demande du temps car il ne s'agit pas seulement d'un calcul mais également d'une refonte au plan organisationnel de l'entreprise. Celle-ci doit placer la gestion du risque au centre de ses préoccupations, quelque soit le résultat du calcul en lui-même.

Ces mesures s'articulent autour de trois piliers :

Figure 1 – Solvabilité II : Une structure à trois piliers



#### Pilier 1

Le pilier 1 traite de la quantification des risques et donc des provisions et du niveau de solvabilité. Il repose sur des calculs affinés des provisions techniques réévaluées en « meilleure estimation » accompagnée d'une marge de risque ainsi que sur une modélisation du risque. Celle-ci se traduit par le calcul de deux indicateurs de Fonds Propres : le MCR<sup>6</sup> et le SCR<sup>7</sup> pouvant s'établir d'après la formule standard fournie par la directive ou par un modèle interne. La section 2 est consacrée entièrement à ces deux thèmes fondamentaux de la directive.

Par ailleurs, afin d'établir un modèle pour la quantification des risques, c'est la VaR<sup>8</sup> qui a été retenue. Il s'agit d'un outil financier fréquemment utilisé, permettant de déterminer la perte maximale sur un horizon donné T et compte tenu d'un niveau de risque  $\alpha$ . Ainsi, si X est une variable aléatoire, alors :

$$P [X > VaR_{\alpha}(X)] \leq 1 - \alpha$$

Pour la détermination du SCR, les paramètres de la VaR ont été calibrés de telle sorte que la probabilité de ruine économique de l'entité à horizon d'un an soit inférieure à 0,5 %, autrement dit, de telle sorte que l'entreprise est

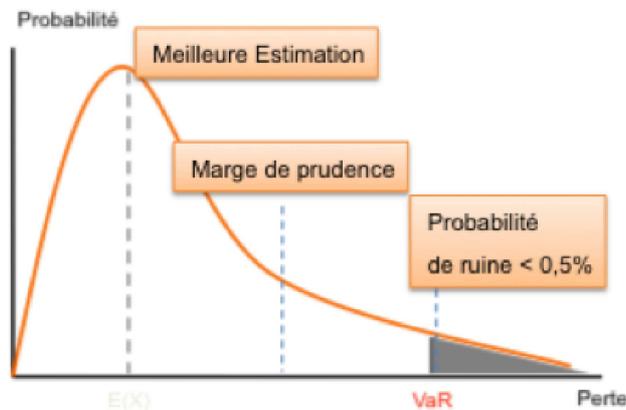
<sup>6</sup> MCR : Minimum Capital Requirement. Il représente le niveau minimum de Fonds Propres en dessous duquel l'intervention de l'autorité de contrôle sera automatique.

<sup>7</sup> SCR : Solvency Capital Requirement. Il représente le capital cible nécessaire pour absorber le choc provoqué par un risque majeur.

<sup>8</sup> VaR : Value at Risk. Elle correspond au montant de pertes qui ne devrait être dépassé qu'avec une probabilité donnée sur un horizon temporel donné.

supposée faire faillite au maximum une fois tous les 200 ans. Pour le calcul de la « meilleure estimation » accompagnée de la marge de prudence, c'est un niveau de risque à 75 % sur le même horizon de temps qui a été retenu. La figure ci-dessous illustre bien le calibrage de la VaR :

Figure 2 – VaR : Distribution de probabilité de ruine



Le principe de la formule standard énoncée par le régulateur est d'appliquer des chocs par nature de risque. Les spécifications techniques indiquent alors précisément quels sont ceux à effectuer. Le montant du capital de solvabilité requis doit être calibré de manière à garantir que tous les risques quantifiables auxquels la compagnie d'assurance ou de réassurance est exposée soient pris en considération ; il doit couvrir à minima les modules suivants :

- Risque de souscription lié aux activités d'assurance non vie, vie et santé ;
- Risque porté sur les placements et les activités de marché ;
- Risque opérationnel, y compris risque juridique ;
- Risque de défaut de contreparties.

Le SCR couvre alors le portefeuille en cours, ainsi que le nouveau portefeuille dont la souscription est attendue dans les 12 mois à venir. Il tient également compte des corrélations entre les modules de risques évoqués plus haut elles-mêmes déterminées par la norme. Ces corrélations permettent de déterminer un « bénéfice » de diversification entre les différentes natures de risques. La formule standard pour les entreprises exerçant une activité d'assurance non-vie sera détaillée dans la section suivante.

En ce qui concerne, le modèle interne, l'organisme peut déterminer lui-même :

- Les modules de risques ;
- Les chocs, à condition de démontrer qu'ils respectent le principe de la VaR ;
- Les corrélations entre les risques

Dès lors, le modèle interne remplace l'intégralité de la structure de calcul de la formule standard par une structure de calcul propre à la compagnie. L'intérêt de mettre en œuvre ces travaux repose alors sur une diminution du capital de solvabilité requis. En revanche, son élaboration représente un certain nombre de contraintes au-delà desquelles l'approbation formelle par l'autorité de tutelle est obligatoire.

Une solution intermédiaire consiste à mettre en place un modèle interne partiel. Celui-ci insère des composantes propres à la compagnie en lieu et place d'un ou de plusieurs sous modules de la formule standard. Il vient en complément de la formule standard et est pris en compte par l'autorité de contrôle à partir du moment où il est validé par elle.

## Pilier 2

Le pilier 2 évoque principalement les exigences en termes de gouvernance et de gestion des risques pour les entreprises d'assurance. Les mesures à appliquer sont celles des articles 41 à 49 de la directive 2009/138/CE et consiste principalement en la mise en place de quatre fonctions clés ainsi qu'en l'évaluation en propre des risques (ORSA – Article 45). L'objectif étant d'établir une organisation efficace qui garantit une gestion prudente et saine de l'activité.

Dans le cadre de ce pilier, la directive impose en effet d'établir les quatre fonctions clés suivantes au sein de chaque organisme d'assurance et dont les responsables doivent être notifiés à l'autorité de contrôle :

- La fonction gestion des risques (Article 44) devant couvrir les processus opérationnels tels que la souscription, le provisionnement, l'ALM<sup>9</sup>, les investissements, la réassurance et les risques opérationnels, d'illiquidité et de concentration ;
- La fonction contrôle interne (Article 46) qui doit s'assurer de la mise en place de procédures et d'un cadre de contrôle interne incluant une fonction de vérification de la conformité ;
- La fonction audit interne (Article 47) qui doit être identifiée et procéder à des vérifications ;
- La fonction actuarielle (Article 48) qui doit donner un avis pertinent et constructif sur les différents éléments techniques (calculs, hypothèses, etc.). La responsabilité d'un actuaire doit être engagée dans la mise en place des différents calculs effectués.

Le deuxième aspect essentiel de ce pilier est l'évaluation en propre des risques ou ORSA<sup>10</sup> (Article 45). L'objectif principal de l'ORSA est d'illustrer la capacité de l'organisme à identifier, mesurer et gérer les éléments de nature à modifier sa solvabilité ou sa situation financière. Il apparait donc comme un volet quantitatif car il consiste à mesurer les risques sur un horizon plus long que celui du pilier 1. En effet, l'horizon d'analyse dans le pilier 1 est à 1 an. Et, bien que la directive ne fixe pas d'horizon sur l'ORSA, il est communément admis de prendre un horizon de 5 ans.

Selon la directive, l'ORSA comprend trois composantes qu'il convient de traiter tant au niveau qualitatif que quantitatif. Ces trois composantes concernent :

- L'évaluation du besoin global de solvabilité (BGS) compte tenu du profil de risque spécifique à l'entreprise. Ceci passe éventuellement par la production d'une cartographie des risques auxquels l'organisme d'assurance est soumis ainsi que par une vision stratégique de l'activité ;
- Le respect permanent des exigences de capital et des provisions techniques durant un horizon de temps établi sur la base de la durée de l'activité de l'organisme ;
- L'analyse du caractère adapté des risques aux modèles d'évaluation et hypothèses du pilier 1 et la mesure dans laquelle le profil de risque de l'entreprise s'écarte des hypothèses qui sous-tendent le capital de solvabilité requis.

Ce pilier repose donc sur une partie qualitative et une partie quantitative.

---

<sup>9</sup> ALM : Asset Liabilities Management ou gestion actif-passif. Elle consiste à analyser la situation du bilan et son évolution probable sur un horizon de planification, en fonction de variables vis-à-vis desquelles elle précise des anticipations.

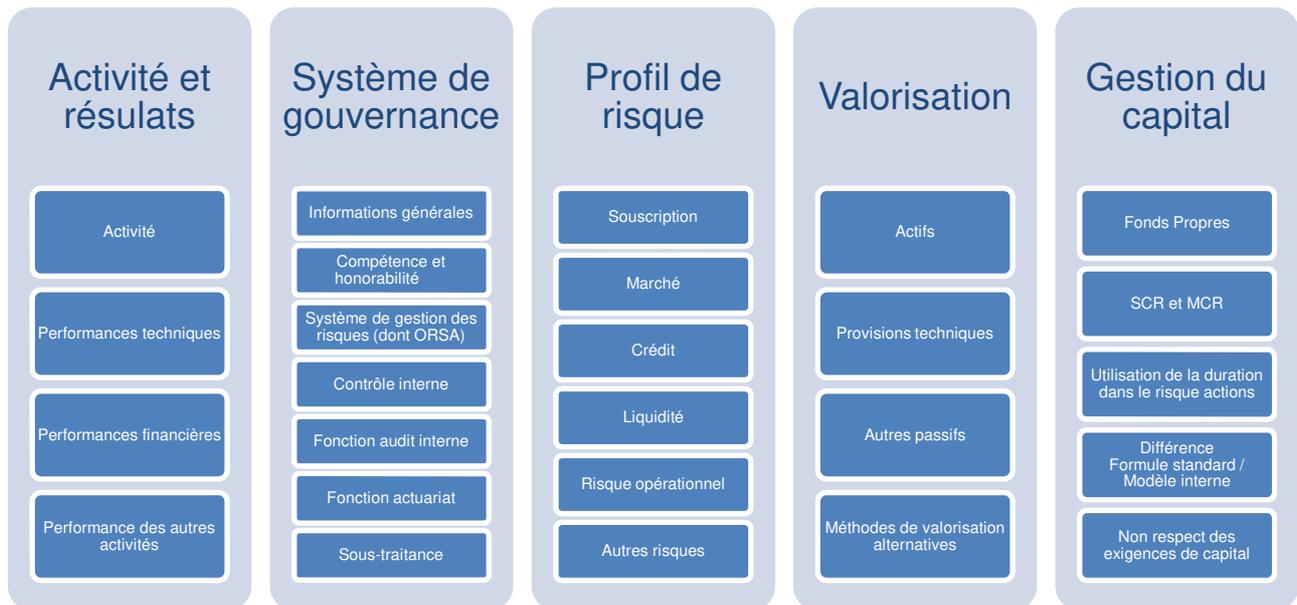
<sup>10</sup> ORSA : Own Risk and Solvency Assessment ou Évaluation interne des risques et de la solvabilité.

### Pilier 3

Le pilier 3 est un moyen d'informer l'autorité de régulation et le public de la situation prudentielle de la compagnie et du groupe. À cet effet, la directive prévoit 2 rapports : le RSR<sup>11</sup> à destination de l'autorité prudentielle et le SFCR<sup>12</sup> à destination du public.

Ces rapports décrivent l'activité de l'organisme, son système de gouvernance, son profil de risque et complètent la remise des états quantitatifs annuels, en donnant notamment des informations sur les méthodes de valorisation utilisées ainsi que des précisions sur la gestion du capital :

Figure 3 – Les parties du RSR et SFCR



En plus de ces rapports narratifs, la directive prévoit une grande quantité de rapports quantitatifs et réguliers. Ces derniers doivent être transmis au format XBRL<sup>13</sup> aux autorités. Par ailleurs, la directive définit un planning de remise des reportings quantitatifs et qualitatifs disponible en annexe 1.

#### 2.1.3. Limites

À la lecture des éléments qui composent Solvabilité II, il semble que celle-ci a été pensée pour des structures qui ont des ressources importantes tant sur le plan opérationnel que financier. Les petits acteurs de l'assurance subissent donc la directive comme une contrainte supplémentaire avec des coûts importants. En effet, celles-ci ne disposent pas toujours des ressources ou des moyens pour y faire face. De ce fait, ces petites structures se retrouvent parfois obligées de penser à des rapprochements avec des concurrents (c'est également le cas du portefeuille faisant l'objet de notre étude), d'autant plus que la technicité de la norme est telle qu'elle concerne un éventail très large de métiers, comme l'actuariat, la comptabilité et le contrôle interne.

Par ailleurs, Solvabilité II est perçue comme une approche basée sur le risque, mais qu'en est-il réellement ?

<sup>11</sup> RSR : Regular Supervisory Report. Il s'agit du rapport de supervision prudentielle à destination du régulateur.

<sup>12</sup> SFCR : Solvency and Financial Conditions Report. Il s'agit du rapport de la situation financière et de la solvabilité.

<sup>13</sup> XBRL : Extensible Business Reporting Language. Un format d'échange d'informations qui permet l'échange de données financières standardisées. Les mécanismes d'échange intégrés dans le langage assurent l'intégrité, la confidentialité, la non répudiation. Des éléments de contexte donnent un sens supplémentaire comme la monnaie, la période, ou tout autre qualificatif jugé nécessaire.

## 2.2. La réforme est-elle « risk based » ?

### 2.2.1. Le fondement du besoin en capital sur la mesure du risque

« La formule standard de calcul du capital de solvabilité requis vise à refléter le profil de risque de la plupart des entreprises d'assurance et de réassurance », *Solvabilité II*.

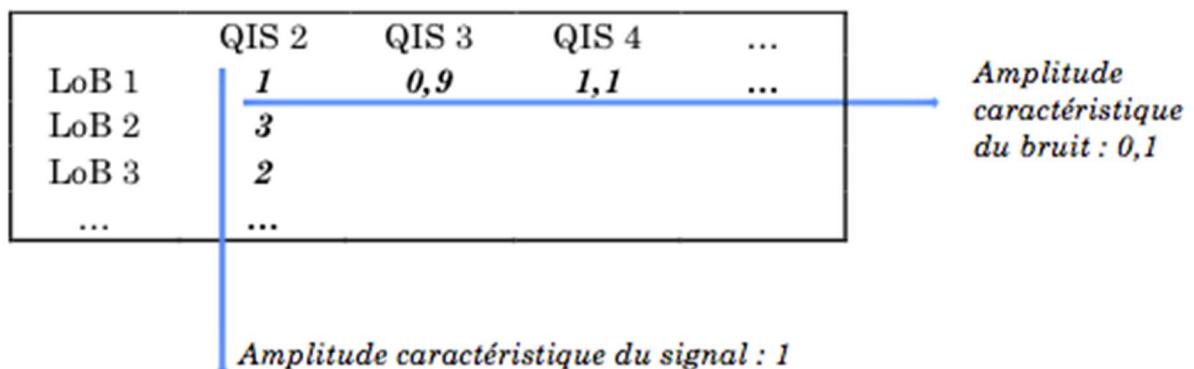
Une question se pose : La mesure du risque est-elle fiable ?

On retrouve deux types d'analyses :

- Une analyse en relatif : on est conscient que l'on a priori une zone de risque à éviter plus importante qu'une autre, mais cela n'empêche en rien notre exposition à cet autre risque.
- Une analyse dans l'absolue : quelle est la marge d'erreur ? Prenons l'exemple d'un pilote d'avion dont l'altimètre évalue à 10 000 m (le signal) sa hauteur par rapport au sommet d'une montagne. Si l'altimètre a une marge d'erreur de 10 000 m, serait-ce une bonne idée de garder le même cap ? Cette marge d'erreur c'est le bruit. Et de la même manière, si son amplitude est plus forte que le signal lui-même, notre mesure est entièrement remise en cause.

L'EIOPA a réalisé des calibrages par Quantitative Impact Studies (QIS) et, à chacune des occasions elle a publié une série de mesures du risque pris par branche. En comparant les estimations pour une branche donnée, on arrive donc à capter le bruit.

Figure 4 – Exemple d'estimation du signal et du bruit



Deux précisions quant à cette étude méritent d'être apportées : est-ce que l'écart observé est vraiment un bruit ? Et quelles ont été les données utilisées ?

Afin de répondre à la première question, il est nécessaire de passer en revue toutes les sources de variations entre les QIS :

- Les méthodes actuarielles changent, notamment grâce aux extrapolations par loi Normale ou Pareto. Mais est-ce une mode ou un progrès ? ;
- La source technique liée à la nature des données i.e. au début il s'agissait de fragments de données (allemande notamment au départ) puis de données couvrant un périmètre plus étendu ;
- Nous nous trouvons en pleine période d'arbitrage où chaque état prétend que sa probabilité de défaut est quasi-nulle. Les dettes souveraines étaient non choquées alors qu'il y a un risque non négligeable ;
- Les produits évoluent.

Ainsi, si la réalité change tous les ans, nous aurons dans le futur un décalage entre la mesure et la réalité. Il s'agit donc bien d'un bruit.

Quant aux données utilisées pour mener notre approche comparative, ce sont les risques de souscription qui ont été analysés, et plus particulièrement celui des primes et réserves en non-vie. À eux deux, ils représentent près de 40 % de l'exigence de capital globale des organismes d'assurance non-vie. On dispose alors 12 segments dont 3 sont de la réassurance non proportionnelle. Les seules données exploitables sont a priori celles des 9 autres segments (6 d'assurance directe et 3 d'acceptation proportionnelle).

### 2.2.2. Application technique

Rappelons que le point à éclaircir reste le suivant : est-ce que Solvabilité II est *risk based* ?

Pour chaque exercice, le risque total est donné pour chacun des 9 segments, néanmoins, nous effectuons trois constatations majeures :

- La première est qu'il n'y a pas d'effet de taille : en effet, deux portefeuilles enregistrant pour l'un, 10M de primes et pour l'autre, 100M de primes se traitent de la même manière. Ceci est un peu suspicieux d'autant plus qu'un portefeuille est censé se stabiliser avec son volume ;
- La deuxième est que l'écart-type moyen des 9 segments pour le risque de provision en QIS 2006 s'élevait à 5,8 % tandis que ce même chiffre est passé à 2,9 % en QIS 2014 (phase de préparation) ;
- Enfin, la branche qui paraît la plus robuste dans le temps est la 9 (Divers non-vie). Qu'en est-il réellement ?

L'objectif est de mesurer l'amplitude relative du bruit et du signal. Le signal correspond à la grandeur caractéristique de l'amplitude de l'information qu'une mesure cherche à capter, et le bruit à la grandeur caractéristique des perturbations qui viennent flouter cette information. Le ratio mis en place permettant d'évaluer le poids de l'information par rapport à la quantité de bruit est donc le suivant :

$$SSBa = \frac{\text{Signal brut} - \text{Bruit}}{\text{Bruit}}$$

À l'aide des données établies lors des différents QIS, nous testons les résultats de ce ratio pour le risque de primes et réserves en non-vie. Nous obtenons le tableau suivant ainsi que les indicateurs calculés grâce aux formules de la moyenne empirique puis de l'écart-type (racine de la variance empirique) :

$$\text{Moyenne} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i$$

$$\text{Ecart type} = \sqrt{\text{Variance}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}{n - 1}}$$

Où :  
 n représente la taille de l'échantillon (ici c'est le nombre de QIS i.e. 5) ;  
 $\sigma_i$  l'écart-type par LoB et par QIS ;  
 $\bar{\sigma}$  la moyenne empirique calculée via la formule.

Tableau 3 – Calibrages associés au risque de prime et indicateurs de signal brut et bruit associés

Segment	2006 QIS 2	2007 QIS 3	2008 QIS 4	2010 QIS 5	2014 Phase de préparation	Indicateur de bruit : Écart-type
1 Assurance de responsabilité civile automobile et réassurance proportionnelle y afférente	5,00%	7,50%	9,00%	10,00%	10,00%	2,11%
2 Autre assurance des véhicules à moteur et réassurance proportionnelle y afférente	12,50%	3,00%	9,00%	7,00%	8,00%	3,44%
3 Assurance maritime, aérienne et transport et réassurance proportionnelle y afférente	7,50%	5,00%	12,50%	17,00%	15,00%	5,04%
4 Assurance incendie et autres dommages aux biens et réassurance proportionnelle y afférente	15,00%	10,00%	10,00%	10,00%	8,00%	2,61%
5 Assurance de responsabilité civile générale et réassurance proportionnelle y afférente	10,00%	10,00%	12,50%	15,00%	14,00%	2,28%
6 Assurance crédit et cautionnement et réassurance proportionnelle y afférente	25,00%	12,50%	15,00%	21,50%	12,00%	5,77%
7 Assurance de protection juridique et réassurance proportionnelle y afférente	10,00%	10,00%	5,00%	6,50%	7,00%	2,22%
8 Assurance assistance et réassurance proportionnelle y afférente	15,00%	10,00%	7,50%	5,00%	9,00%	3,70%
9 Assurance pertes pécuniaires diverses et réassurance proportionnelle y afférente	10,00%	12,50%	11,00%	13,00%	13,00%	1,34%
<b>Indicateur de signal brut : Écart-type</b>	<b>5,8%</b>	<b>3,2%</b>	<b>3,0%</b>	<b>5,4%</b>	<b>2,9%</b>	

En effectuant une moyenne des indicateurs de signal brut obtenus par LoB ainsi que du bruit obtenus par QIS, les résultats du test pour le risque de prime du module de souscription non-vie sont donc les suivants :

Tableau 4 – Indicateurs moyens pour le risque de prime et ratio SSBa

Signal brut	4,1%
Bruit	3,2%
<b>SSBa</b>	<b>28%</b>

Cela signifie donc clairement que le signal, c'est à dire l'information apportée par la mesure est noyé dans le bruit : il ne représente, pour les variations courantes captées par l'écart-type, que 28 % du bruit pour le risque de prime mesuré par la formule standard.

Le même mode opératoire effectué pour le risque de provisions du module de souscription non-vie en formule standard donne le tableau :

**Tableau 5 – Calibrages associés au risque de provision et indicateurs de signal brut et bruit associés**

Segment	2006	2007	2008	2010	2014	Indicateur de bruit : Écart-type
	QIS 2	QIS 3	QIS 4	QIS 5	Phase de préparation	
1 Assurance de responsabilité civile automobile et réassurance proportionnelle y afférente	15,00%	15,00%	12,00%	9,50%	9,00%	2,88%
2 Autre assurance des véhicules à moteur et réassurance proportionnelle y afférente	15,00%	7,50%	7,00%	10,00%	8,00%	3,28%
3 Assurance maritime, aérienne et transport et réassurance proportionnelle y afférente	7,50%	15,00%	10,00%	14,00%	11,00%	3,04%
4 Assurance incendie et autres dommages aux biens et réassurance proportionnelle y afférente	15,00%	12,50%	10,00%	11,00%	10,00%	2,11%
5 Assurance de responsabilité civile générale et réassurance proportionnelle y afférente	10,00%	7,50%	15,00%	11,00%	11,00%	2,70%
6 Assurance crédit et cautionnement et réassurance proportionnelle y afférente	20,00%	15,00%	15,00%	19,00%	19,00%	2,41%
7 Assurance de protection juridique et réassurance proportionnelle y afférente	20,00%	10,00%	10,00%	9,00%	12,00%	4,49%
8 Assurance assistance et réassurance proportionnelle y afférente	10,00%	15,00%	10,00%	11,00%	20,00%	4,32%
9 Assurance pertes pécuniaires diverses et réassurance proportionnelle y afférente	20,00%	10,00%	10,00%	15,00%	20,00%	5,00%
<b>Indicateur de signal brut : Écart-type</b>	<b>4,8%</b>	<b>3,3%</b>	<b>2,6%</b>	<b>3,2%</b>	<b>4,9%</b>	

Quant aux indicateurs, ils sont retrouvés de la même façon que pour le risque de prime donné par la formule standard :

**Tableau 6 – Indicateurs moyens pour le risque de provision et ratio SSBa**

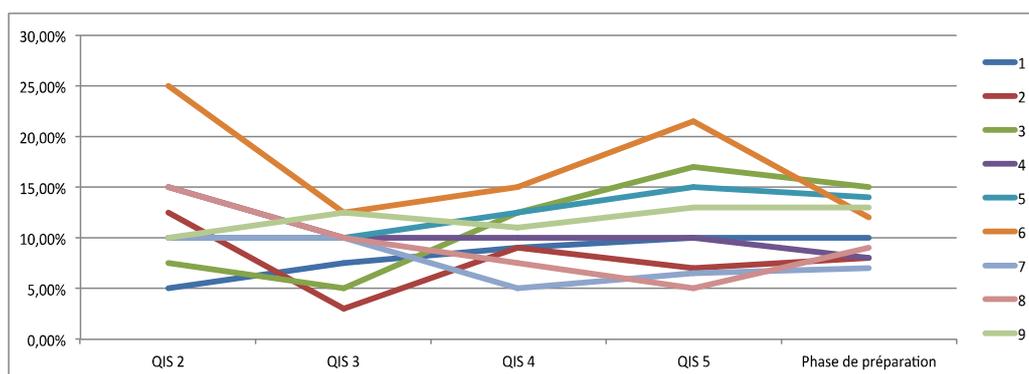
Signal brut	3,7%
Bruit	3,4%
<b>SSBa</b>	<b>12%</b>

Encore plus que pour le risque de prime en formule standard, la mesure du risque pour le risque de provision est largement biaisée par le bruit et le ratio SSBa associé s'élève à seulement 12%.

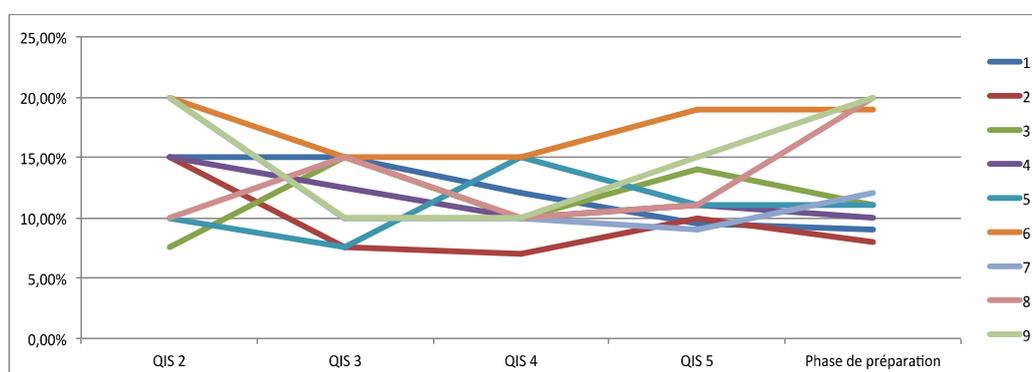
Par ailleurs, a-t-on réellement une stabilité dans le temps ?

Pour en être sûr, il faudrait choisir une branche moins risquée qu'une autre à un instant  $t=0$  et vérifier si cette inégalité est toujours vraie dans le temps. Pour ce faire, considérons les graphiques 1 et 2 représentant l'évolution des calibrages par segment au cours des QIS.

Graphique 1 – Évolution des calibrages par segment associés au risque de prime au cours des QIS



Graphique 2 – Évolution des calibrages par segment associés au risque de provision au cours des QIS



Prenons par exemple le cas des segments d'activité 1 (RC Auto) et 2 (Autres assurances des véhicules à moteur), les écarts-types pour le risque de prime étaient respectivement de 5 % et 12,5 % lors du QIS 2006 contre 10 % et 8 % respectivement lors du QIS 2014.

Aussi, en analysant l'évolution des calibrages par segment au cours des QIS, on s'aperçoit que les courbes s'entrecroisent pour chacun d'eux. Cela indique donc qu'un segment est a priori plus risqué qu'un autre en termes de primes et que la tendance change constamment au fil des années. Les études réalisées rapportent que l'on a 80 % de chance de se tromper en choisissant une branche plutôt qu'une autre...

Afin d'affiner notre étude, il faudrait comparer les données établies pour les risques de prime et provision en formule standard avec celles d'un modèle interne. On pourrait effectivement s'attendre à ce que les calibrages réalisés sur un modèle interne reflètent mieux le profil de risque de l'entreprise...

### 2.2.3. Conclusion

Le SCR représente avant tout une exigence prudentielle. Par ailleurs, un modèle interne se présente souvent comme un « luxe » que seules les entreprises de tailles importantes peuvent se permettre ; quant aux autres, elles doivent se fier aux facteurs de risques de la formule standard.

Au final, les avis sont partagés quant au caractère *risk based* de Solvabilité II où, par rapport à la précédente réforme, les volatilités ont été empilées notamment du fait de :

- La mise en valeur de marché des actifs ;
- Le capital à immobiliser est d'autant plus important que le risque l'est ;

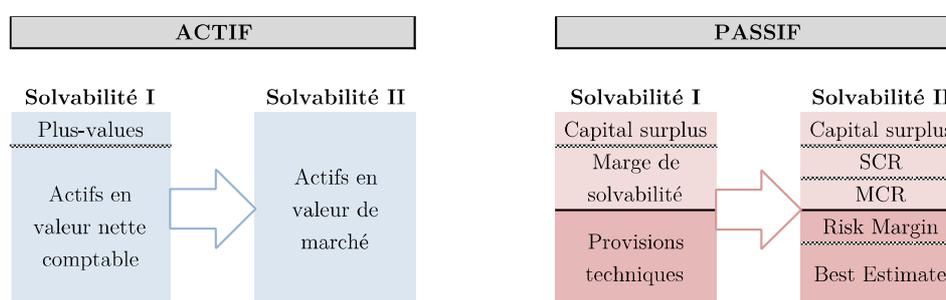
Alors Solvabilité II est-elle réellement meilleure que son ancêtre ? Encore faut-il laisser du temps à la réforme afin d'obtenir une réponse significative.

## Section II : Univers comptable et exigences quantitatives

### 1. Aspects comptables du traitement prudentiel : Bilan, « own funds » et « tiering »

Dans le cadre de l'analyse Solvabilité II, le bilan prudentiel s'avère être l'état financier le plus important pour un actuaire. Il a alors pour but de refléter le niveau de richesse de la société à l'issue de chaque exercice et pour ce faire, il est nécessaire d'avoir recours à une vision économique et cohérente avec les données de marché (« market consistent ») pour la valorisation des actifs et des passifs. C'est donc dans cette optique de « fair-value » que l'organisme se doit en premier lieu de convertir son bilan comptable en bilan dit « prudentiel ».

Figure 5 – Évaluation économique du bilan sous Solvabilité II



La figure ci-dessus illustre bien la transformation du bilan comptable et pratiquement tous les postes se retrouvent impactés par la directive aussi bien à l'actif qu'au passif.

#### 1.1. Retraitements effectués à l'actif du bilan

Selon cette approche fondée sur les risques dans Solvabilité II, les entreprises d'assurance et de réassurance sont tenues de valoriser leurs actifs au montant pour lequel ils pourraient être échangés lors d'une transaction conclue entre deux parties informées et consentantes au sein d'un marché concurrentiel règlementé.

Pour la majorité des placements financiers (actions cotées, obligations souveraines et la plupart des obligations « corporate »), il s'agit donc de la valeur de marché disponible dans l'état détaillé des placements publié par le rapport financier annuel. En outre, la valeur de marché des biens immobiliers, également disponible dans l'état des placements, est basée généralement sur un rapport d'expertise. Quant au reste des placements, il doit être réévalué sur la base d'une modélisation (*markets to model*). Les valeurs alternatives obtenues devant être comparées, extrapolées, ou sinon calculées dans la mesure du possible à partir de données de marché, ce qui permet de maximiser l'utilisation de données observables et pertinentes.

Par ailleurs, le « goodwill<sup>14</sup> » doit être valorisé à zéro et il est nécessaire de procéder à l'annulation des actifs incorporels, sauf s'ils ont une réelle valeur marchande. Ce dernier cas est rare. Ainsi, les incorporels issus d'activation de projet sont purement et simplement annulés. C'est aussi souvent le cas pour les marques.

La part des réassureurs dans les provisions techniques compte également pour un poste à l'actif du bilan de la société. Ce montant doit donc faire l'objet d'une réévaluation en Best Estimate tout en tenant compte du risque de défaut engendré lors de l'étude du besoin en Fonds Propres de la société.

<sup>14</sup> Goodwill : C'est un excédent inscrit en immobilisation incorporelle engendré lors de mouvements stratégiques sur le périmètre de l'entreprise. Il représente une survaleur engendrée par des éléments passés et les perspectives d'une entreprise.

Quelques retraitements sont également à effectuer sur les autres postes à l'actif du bilan :

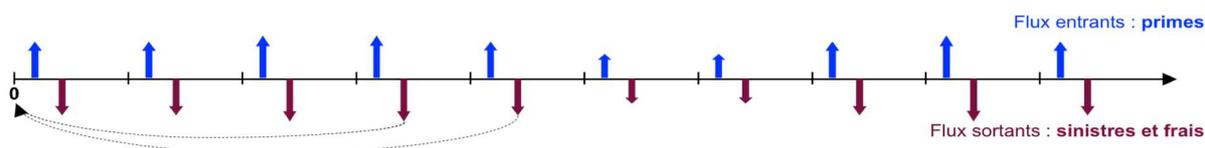
- L'annulation des FAR (Frais d'Acquisitions Reportés), relatifs aux flux de trésorerie passés, ce qui est en contradiction avec l'approche Solvabilité II où l'on s'intéresse aux flux de trésorerie futurs.
- L'apparition d'impôts différés dans le cas de bénéfices futurs réalisés par l'entreprise.

## 1.2. Retraitements effectués au passif du bilan

Les différences constatées entre le bilan comptable et sa restructuration découlent principalement de la revalorisation et l'escompte des provisions techniques en « meilleure estimation », elle-même accompagnée d'une marge de risque. Ces deux entités doivent être calculées séparément bien qu'il existe quelques exceptions (en assurance vie principalement).

Les passifs dans le bilan Solvabilité II sont dès lors valorisés sur la base de la valeur actuelle attendue des flux de trésorerie futurs. En effet, les provisions calculées en Best Estimate se caractérisent comme étant une approche cash-flows actualisés au taux d'intérêt sans risque, le but étant d'obtenir une vision plus économique du portefeuille.

Figure 6 – Principe d'actualisation des flux



Le Best Estimate figurant au passif du bilan prudentiel est calculé brut de réassurance et se duplique en deux composantes : le Best Estimate dit de « sinistres » et le Best Estimate dit de « primes ».

### Le Best Estimate de sinistres brut de réassurance

Le Best Estimate des provisions pour sinistres s'obtient sur la base des sinistres déjà survenus (connus ou non). Il convient donc d'estimer le plus justement possible, la charge ultime des sinistres pour un exercice de survenance donné afin d'en déduire un montant de PSAP<sup>15</sup> et d'IBNR<sup>16</sup>. Les calculs effectués pour la déterminer reposent sur des méthodes aussi bien déterministes (sans probabilités) que stochastiques (modèles basés sur des scénarios et trajectoires aléatoires). Les méthodes utilisées doivent faire l'objet d'une validation au préalable et pouvoir être facilement auditées. Les modes opératoires de quelques-unes d'entre elles seront détaillés dans la partie suivante.

La cadence de liquidation est donc généralement calculée à partir des triangles de développement et permet d'aboutir aux décaissements futurs et ceci année par année. Les montants de flux de trésorerie ainsi obtenus sont alors actualisés au taux d'intérêt sans risque prévu par l'EIOPA. La figure ci-dessous schématise la cadence de liquidation sur un règlement de sinistres qui s'écoule sur cinq années d'exercice :

<sup>15</sup> PSAP : Provision pour Sinistres À Payer.

<sup>16</sup> IBNR : Incurred But not Reported Yet. Se dit des sinistres déjà survenus mais dont l'assureur ne connaît pas encore l'existence.

Figure 7 – Cadence de liquidation des règlements de sinistres par année de survenance

Survenance	N + 0	N + 1	N + 2	N + 3	N + 4
2011					
2012					◆
2013				◆	◆
2014			◆	◆	◆
2015		◆	◆	◆	◆

Cash flow N+1  
 Cash flow N+2  
 Cash flow N+3  
 Cash flow N+4

Par ailleurs, il est requis de segmenter les calculs au minimum par ligne d'activité et la profondeur d'historique des triangles de liquidation utilisés est primordiale. En effet, sur des branches à développement court, cinq à dix années d'historique peuvent suffire mais sur les branches à déroulement long (du type responsabilité civile ou construction par exemple), un nombre d'années supérieur à quinze ou vingt ans peut être requis.

La gestion des recours doit aussi répondre à des exigences particulières en cas de volume important. Il est parfois même nécessaire de procéder à une modélisation séparée de ces derniers qui prend en compte leur volatilité. Parmi les garanties où il est important de modéliser séparément les encaissements et les décaissements on distingue les garanties « Automobile dommages », « Automobile RC Matériels », « Construction - Dommage Ouvrage » ou « Caution ». En tout état de cause, à minima, un contrôle de la cohérence des taux de recours générés par les projections séparées est nécessaire.

Enfin, le Best Estimate sinistres doit intégrer l'ensemble des flux de trésorerie découlant des frais qui devront être engagés afin d'honorer les engagements, à savoir :

- Les frais d'administration, exprimés en fonction des primes acquises ;
- Les frais de gestion des sinistres, exprimés en fonction du flux de règlement des sinistres ou du stock de provisions de sinistres ;
- Les frais de gestion des placements, exprimés en fonction de la moyenne des provisions d'ouverture et de clôture ;
- Les frais généraux exprimés en fonction du flux de règlement des sinistres.

Il est donc indispensable de calibrer correctement les taux de frais qui seront appliqués par nature.

### Le Best Estimate de primes brut de réassurance

Le Best Estimate dit de « primes » concerne les provisions à effectuer en rapport avec les sinistres qui surviendront après la date d'évaluation et relatifs à des contrats existants à cette date.

L'appartenance ou non d'un engagement au périmètre du Best Estimate primes est définie principalement par la notion de frontières de contrats.

C'est l'extrait de l'article suivant du Règlement Délégué qui présente les principales règles définissant la notion de frontière des contrats :

« Les **obligations** qui ont trait à l'assurance ou à une couverture de réassurance qui pourrait être fournie par l'entreprise, **après une des dates suivantes, n'appartiennent pas au contrat, à moins que l'entreprise puisse contraindre le détenteur de la police à payer la prime pour ces obligations :**

(a) la date future à laquelle l'entreprise d'assurance ou de réassurance a un **droit unilatéral de résilier le contrat** ;

(b) la date future à laquelle l'entreprise d'assurance ou de réassurance a un droit unilatéral de rejeter les primes payables en vertu du contrat ; ou

(c) la date future à laquelle l'entreprise d'assurance ou de réassurance a un droit unilatéral de modifier les primes ou les prestations payables en vertu du contrat et de manière à ce que les primes reflètent pleinement les risques.

... ».

Le Best Estimate de primes peut ainsi se décomposer en deux termes :

- Le Best Estimate de primes relatives aux contrats dont la prime a déjà été émise par la compagnie mais pas encore acquise (cas de la PPNA) ;
- Le Best Estimate de primes relatives aux contrats dont la prime n'a pas encore été émise par la compagnie.

Afin d'obtenir le montant de provision relatif à ces deux termes, il convient de calculer un ratio de sinistre ultime (grâce aux données historiques du portefeuille notamment) ainsi que la cadence du règlement des sinistres à venir. En effet, les données techniques de l'organisme d'assurance fournissent des informations pertinentes sur les dates auxquelles les sinistres sont réglés selon une année de survenance donnée. L'actuaire doit donc estimer cette cadence de règlement tout en prêtant une attention particulière à l'horizon de temps prévu pour le règlement complet d'un sinistre donné. Celui-ci doit bien évidemment correspondre à la durée de vie attendue de l'ensemble des flux de trésorerie liés au règlement des sinistres.

Comme pour le Best Estimate de sinistres, il convient de projeter l'ensemble des frais et des recours susceptibles d'intervenir sous l'hypothèse d'une activité continue. Et, en plus des postes de frais déjà énoncés pour le calcul du Best Estimate de sinistres, des frais d'acquisitions relatifs aux souscriptions à venir sont également à prendre en considération dans le Best Estimate de primes. Ainsi, le calibrage de ces différents taux s'avère être une étape cruciale dans la détermination du montant de provisions.

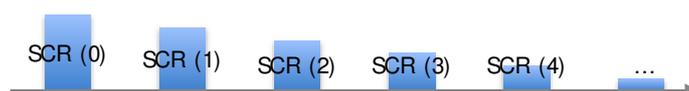
Il convient tout de même de noter que le Best Estimate de primes peut être négatif, dans le cas où les encaissements sont supérieurs aux décaissements et qu'il n'est pas nécessaire dans cette deuxième composante du Best Estimate d'avoir recours à des méthodes stochastiques.

### La marge de risque

Le calcul du Best Estimate revient à déterminer une provision « économique » pour les exercices futurs, ce qui incorpore les différents risques et garanties auxquels est exposée l'entreprise. En revanche, cela ne représente pas vraiment le vrai coût de l'activité. Il faut aussi incorporer au calcul le coût de portage de la provision au travers du capital nécessaire à l'activité. C'est cet objectif que poursuit la prise en compte de la marge de risque.

On parlera de méthode du coût du capital<sup>17</sup>. Le taux de coût du capital doit être en cohérence avec l'hypothèse de VaR sous-jacente au calcul du SCR avec niveau de confiance de 99,5 % à horizon d'un an. Dans le cadre des exercices 2013 et antérieurs (étude quantitative d'impact), l'EIOPA fixe ce taux à 6 % du total des capitaux requis sur l'horizon de projection du portefeuille. Pour la détermination de la marge de risque, l'EIOPA privilégie une approche par ligne d'activité. Le calcul implique de projeter l'évolution des engagements d'assurance jusqu'à leur extinction afin de déterminer, pour chaque année, le SCR devant être couvert pour faire face à ces engagements.

Graphique 3 – Évolution des engagements d'assurance



<sup>17</sup> « Les entreprises d'assurance et de réassurance calculent la marge de risque en déterminant le coût que représente la mobilisation d'un montant de Fonds Propres éligibles égal au capital de solvabilité requis nécessaire pour faire face aux engagements d'assurance et de réassurance pendant toute la durée de ceux-ci. » (Article 77 de la directive Solvabilité II)

La formule énoncée par le règlement délégué pour le calcul de la marge de risque d'une entreprise exerçant une activité d'assurance ou de réassurance est la suivante :

$$Risk\ Margin = CoC \cdot \sum_{t \geq 0} \frac{SCR(t)}{(1 + r_{t+1})^{t+1}}$$

avec CoC : le coût d'immobilisation du capital est présumé égal à 6 % selon les spécifications techniques ;

SCR (t) : SCR en année t, calculé pour l'entité de référence ;

$r_{t+1}$  : représente le taux d'intérêt sans risque de base pour l'échéance t+1 années.

Certaines méthodes simplificatrices sont également proposées, comme un calcul en fonction de la duration de chacun des portefeuilles ou une réallocation, non pas en fonction du SCR, mais de la meilleure estimation de chacune des lignes d'activité par rapport à la meilleure estimation totale.

Les SCR doivent être calculés nets de réassurance et prendre en compte les risques suivants : risque de souscription, risque opérationnel, risque de défaut et risque de marché inévitable. On comprend dès lors que le calcul de la marge de risque est le résultat d'un processus qui consiste d'abord à déterminer la meilleure estimation par risque, puis le SCR global de la société puis enfin la marge de risque. C'est un processus long et complexe.

### Les Fonds Propres

Comme le montre la figure 5, l'apparence du bilan est significativement modifiée et les éléments pouvant être admis en représentation du besoin en capital doivent correspondre à des ressources financières susceptibles de parer aux éventuelles pertes. Les Fonds Propres sous Solvabilité II sont par ailleurs scindés en deux catégories :

- Les Fonds Propres de base, i.e. le surplus des actifs par rapport aux passifs ;
- Les Fonds Propres auxiliaires, à savoir notamment les profits espérés inclus dans les primes futures ou encore le capital non versé et callable sur demande.

Une fois cette distinction effectuée, il reste à classer ces fonds en termes de qualité de représentation des risques. On parle alors de « Tiers » (niveaux) et on en distingue 3 sortes.

Le **Tier 1** est composé des Fonds Propres de meilleure qualité (critère de subordination et de disponibilité) et doit représenter à minima 50 % du SCR. Il s'agit notamment :

- Des actions (ordinaires, de préférence,...) ;
- Des réserves (légal, autres réserves) ;
- Des bénéfices non distribués ;
- Des intérêts minoritaires ;
- Des dettes subordonnées<sup>18</sup> ;
- Des autres éléments approuvés par l'autorité de contrôle comme étant des Fonds Propres de base ;
- De la réserve de réconciliation.

À noter que les dettes subordonnées ont tendance à se faire de plus en plus fréquentes dans le marché de l'assurance. En effet, c'est un excellent moyen pour les assureurs d'augmenter le montant de leurs Fonds Propres éligibles au Tier 1 notamment pour répondre aux exigences de la directive Solvabilité II.

---

<sup>18</sup> Dette subordonnée : Dette qui sera remboursée ultérieurement à toutes les autres dettes détenues par l'entreprise. Le principe général est que lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'argent pour rembourser toutes les dettes, la dette subordonnée sera payée après les autres dettes.

Le **Tier 2** (critère de disponibilité) quant à lui est composé de certains instruments hybrides de capital et de dette subordonnée, capital social appelé non versé...

Enfin, le **Tier 3** (critère de subordination seulement) reprend les éléments financiers non pris en compte dans les Tiers 1 et 2.

En outre, l'écart entre les anciennes (coût historique) et les nouvelles valeurs (juste valeur) au bilan supporte des impôts différés et donne un nouveau niveau de Fonds Propres prudentiels avec en écart une réserve de réconciliation. On peut ainsi résumer les Fonds Propres Solvabilité II par l'équation suivante :

$$FP_{Solvabilite\ II} = FP_{Normes\ actuelles} + \Delta Actifs + \Delta Passifs$$

L'enjeu de la communication financière sera bien de rationaliser les variations de Fonds Propres et de Tier. La norme a prévu, dans ce cadre, un reporting spécifique des états prudentiels : l'état de variation des Fonds Propres.

## 2. Évaluation des provisions techniques : différentes approches

L'objectif de cette partie est d'exposer le mode opératoire de quelques méthodes de provisionnement utilisées en pratique afin d'estimer la charge ultime des sinistres survenus lors d'un exercice donné.

Considérons une branche d'assurance dont la durée maximale de paiement des sinistres pour une année de survenance donnée est de  $N$  année. Les notations utilisées sont les suivantes :

- $i$  : année de survenance du sinistre ;
- $j$  : année de règlement du sinistre ;
- $C_{i,j}$  : montant des sinistres survenus l'année  $i$  et réglés durant l'année  $j$  ;
- $S_{i,j}$  : montant cumulé des sinistres survenus l'année  $i$  et réglés après  $j$  années ;
- $R_{i,j}$  : montant des provisions à effectuer à l'année  $j$  pour les sinistres survenus l'année  $i$ .

Pour une année de survenance  $i$ , la charge ultime est le montant cumulé des règlements qui seront effectués ; elle vaut donc  $S_{i,N}$ . La provision ainsi calculée prend alors en compte la provision dossier/dossier ainsi que les provisions pour IBNR.

Le but étant de pouvoir estimer, à partir des données déjà connues, les paiements futurs. Bien qu'il existe de nombreuses méthodes, aussi bien déterministes que stochastiques, ce sont les méthodes classiques qui ont été retenues pour réaliser notre étude, à savoir : Chain Ladder et Bornhuetter Ferguson pour l'approche par méthodes déterministes et le modèle de Mack (version stochastique de la méthode de Chain Ladder) et la technique du Bootstrap pour l'approche par méthodes stochastiques.

Cette partie énonce donc les modes opératoires de chacune de ces méthodes et une application numérique au portefeuille étudié sera exposée dans la partie suivante.

### 2.1. Approche par méthodes déterministes

#### 2.1.1. Méthode de Chain Ladder

Étant la plus simple à implémenter, la méthode déterministe de Chain Ladder est sans doute la plus utilisée en pratique. Elle est appliquée sur les triangles cumulés et repose principalement sur l'hypothèse forte selon laquelle les montants cumulés ainsi que les facteurs de passage  $\lambda_k$  sont stables par année de survenance.

Ces derniers sont définis par :

$$\forall k, 1 \leq k \leq N - 1, \lambda_k = \frac{E[S_{i,k+1}]}{E[S_{i,k}]}$$

Ils sont estimés par la formule suivante, découlant directement des estimateurs de la moyenne empirique :

$$\hat{\lambda}_k = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} S_{i,k+1}}{\sum_{i=1}^{N-k} S_{i,k}}$$

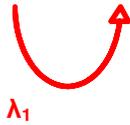
La projection à l'année  $j+1$  se fait donc de la manière suivante :

$$S_{i,j+1} = \hat{\lambda}_j S_{i,j}$$

Le tableau ci-dessous schématise les calculs à effectuer pour le recouvrement du triangle de règlements des sinistres cumulés :

Tableau 7 – Remplissage du triangle de liquidation par Chain Ladder

	1	2	...	N-1	N
1	$S_{1,1}$	$S_{1,2}$		$S_{1,N-1}$	$S_{1,N}$
2	$S_{2,1}$	$S_{2,2}$		$S_{2,N-1}$	
...			$S_{i,N+1-i}$		
N-1	$S_{N-1,1}$	$S_{N-1,2}$			
N	$S_{N,1}$	$S_{N,2}$			



Les cases vides du triangle inférieur peuvent donc être remplies par la formule suivante :

$$\forall i + j \geq N + 1, S_{i,j} = \left( \prod_{k=N+1-i}^{j-1} \lambda_k \right) S_{i,N+1-i}$$

En particulier, pour  $j=N$ , on obtient l'expression de la charge ultime pour l'année de survenance  $i$ . Le montant des provisions découlant des années précédentes s'obtient donc par :

$$E(R_{i,N}) = \left( \left( \prod_{j=N-i+1}^{N-1} \hat{\lambda}_j \right) - 1 \right) S_{i,N-i+1}$$

Par ailleurs, la PSAP totale à passer pour tous les exercices confondus est déduite par la formule :

$$PSAP = \sum_{i=1}^N S_{i,N} - S_{i,N+1-i}$$

### 2.1.2. Méthode de Bornhuetter Ferguson

La méthode de Bornhuetter Ferguson est, comme celle de Chain Ladder basée sur les triangles de développement selon une approche déterministe. Cependant, elle ne repose pas sur l'hypothèse selon laquelle le passé se répètera à l'avenir mais plutôt sur une estimation de la charge ultime des sinistres.

On relève que cette méthode est souvent utilisée pour des triangles « instables » tels que provisionnement de catastrophes naturelles. Cette méthode présente des avantages, notamment :

- Elle peut être utilisée autant pour des branches à développement long que pour des branches à développement court ;
- Elle peut être utilisée alors que l'expérience passée est peu pertinente ;
- L'estimée est stable car les réclamations n'entrent pas dans la méthode.

Pour sa mise en œuvre, le portefeuille doit disposer d'informations sur un exercice complet afin d'en déterminer trois éléments :

- Les primes reçues chaque années jusqu'à l'exercice en cours ;
- Un Loss-Ratio<sup>19</sup> pour estimer la charge ultime pour un exercice de survenance donné ;
- Les cadences de développement pour réaliser la ventilation des paiements dans le temps.

À noter qu'un autre Loss-Ratio peut éventuellement être utilisé pour cible afin de déterminer la charge ultime. Il faut néanmoins que ce dernier soit cohérent compte tenu de l'activité de l'entreprise d'assurance.

Quant aux cadences de développement, il s'agit du pourcentage de règlement effectué sur les k années de développement. Les facteurs s'obtiennent par :

$$\forall k, 1 \leq k \leq N, \gamma_k = \frac{E[S_{i,k}]}{E[S_{i,N}]}$$

Alors que les facteurs de développement s'estiment de la même façon que pour Chain Ladder, la méthode consiste à supposer qu'il existe des vecteurs  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_N)$  et  $\gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_N)$  tels que :  $\forall i, k=1, \dots, N, E[S_{i,k}] = \gamma_k \alpha_i$ . On en déduit l'égalité suivante :  $\alpha_i = E[S_{i,N}]$ .

Connaissant la prime reçue  $P_i$  l'année i et le Loss-Ratio S/P attendu, on peut estimer  $\alpha_i$  par :

$$\alpha_i = \left( \frac{S}{P} \right) P_i$$

Les  $\gamma_k$  peuvent quant à eux être estimés par le déroulé de la première année de survenance.

Avec ce modèle, on dispose de la relation suivante :

$$\begin{aligned} E[S_{i,k}] &= E[S_{i,N+1-i}] + E[S_{i,k}] - E[S_{i,N+1-i}] \\ &= E[S_{i,N+1-i}] + \left( \frac{E[S_{i,k}]}{E[S_{i,N}]} - \frac{E[S_{i,N+1-i}]}{E[S_{i,N}]} \right) E[S_{i,N}] \\ &= E[S_{i,N+1-i}] + (\gamma_k - \gamma_{N+1-i}) E[S_{i,N}] \end{aligned}$$

Et on obtient ainsi le développement du triangle des sinistres cumulés grâce aux estimateurs empiriques de la moyenne :

$$\hat{S}_{i,k} = S_{i,N+1-i} + (\hat{\gamma}_k - \hat{\gamma}_{N+1-i}) \hat{\alpha}_i$$

$S_{i,N+1-i}$  étant connus pour chaque année de survenance car ils sont sur la diagonale.

Enfin, la PSAP se calcule comme pour la méthode de Chain Ladder, à savoir :

$$PSAP = \sum_{i=1}^N S_{i,N} - S_{i,N+1-i} = \sum_{i=1}^N (1 - \hat{\gamma}_{N+1-i}) \hat{\alpha}_i$$

---

<sup>19</sup> Loss-Ratio : Ratio de tous les sinistres survenus sur les primes reçues lors d'un exercice donné. Il est aussi appelé ratio S/P.

## 2.2. Approche par méthodes d'évaluations stochastiques

### 2.2.1. Approche d'incertitude Mack 93

Le modèle de Mack représente la version stochastique de la méthode de Chain Ladder. Le montant des provisions estimé étant identique, la seule différence réside dans le fait que cette approche évalue l'erreur de prédiction des provisions techniques. Il s'agit en effet de construire un estimateur sans biais pour les facteurs de développement du triangle, la charge ultime, les provisions et pour la variance du montant des sinistres.

Ce modèle repose alors sur trois hypothèses à vérifier au préalable :

$$\begin{aligned}
 (H1) & \text{ Indépendance entre les années de survenance : } \forall i, j = 1, \dots, N, i \neq j, (S_{i,1}, \dots, S_{i,N}) \perp (S_{j,1}, \dots, S_{j,N}) \\
 (H2) & \exists \lambda_k, E[S_{i,k+1} | S_{i,1}, \dots, S_{i,k}] = \lambda_k S_{i,k} \text{ pour } i = 1, \dots, N \text{ et } k = 1, \dots, N-1 \\
 (H3) & \exists \sigma_k, V[S_{i,k+1} | S_{i,1}, \dots, S_{i,k}] = \sigma_k^2 S_{i,k} \text{ pour } i = 1, \dots, N \text{ et } k = 1, \dots, N-1
 \end{aligned}$$

On énonce alors la proposition suivante :

**Proposition 2.1 :** Dans ce modèle, les facteurs  $\lambda_k$  sont estimés par les facteurs de développement de Chain Ladder qui sont sans biais et non corrélés.

**Démonstration :** En annexe 2.

**Proposition 2.2 :** Un estimateur sans biais pour  $\sigma_k^2$  est donné par :

$$\begin{cases} \sigma_k^2 = \frac{1}{N-k-1} \sum_{i=1}^{N-k} S_{i,k} \left( \frac{S_{i,k+1}}{S_{i,k}} - \hat{\lambda}_k \right)^2, & 1 \leq k \leq N-2 \\ \sigma_{N-1}^2 = \min \left( \frac{\sigma_{N-2}^4}{\sigma_{N-2}^3}; \min(\sigma_{N-2}^3; \sigma_{N-2}^2) \right) \end{cases}$$

**Démonstration :** La démonstration de cette proposition ne sera pas établie dans ce mémoire. Elle figure cependant dans les ouvrages de T. Mack et plusieurs autres mémoires dédiés aux méthodes stochastiques de calcul des provisions techniques.

Dès lors, l'incertitude de prédiction de la méthode de Chain Ladder par année de survenance est donnée par l'écart quadratique moyen (« Mean Squared Error »), lui-même défini par :

$$\widehat{MSE}(\hat{R}_i) = \hat{S}_{i,N}^2 \sum_{k=N+1-i}^{N-1} \frac{\hat{\sigma}_k^2}{\hat{\lambda}_k^2} \left( \frac{1}{\hat{S}_{i,k}} + \frac{1}{\sum_{j=1}^{N-k} S_{j,k}} \right)$$

Enfin, l'estimateur de la provision totale étant donné par :  $R = \hat{R}_2 + \dots + \hat{R}_N$ , son erreur quadratique est estimée par la relation :

$$\widehat{MSE}(\hat{R}) = \sum_{i=2}^N \left\{ \widehat{MSE}(\hat{R}_i) + \hat{S}_{i,N} \left( \sum_{j=i+1}^N \hat{S}_{j,N} \right) \sum_{k=N+1-i}^{N-1} \frac{2 \frac{\hat{\sigma}_k^2}{\hat{\lambda}_k^2}}{\sum_{l=1}^{N-k} S_{l,k}} \right\}$$

## 2.2.2. Méthode de ré-échantillonnage : Bootstrap

L'approche par Bootstrap ne fournit pas seulement un indicateur de risque (la variance) mais la distribution complète de la provision. Simple à mettre en œuvre, cette méthode de simulation est fréquemment utilisée en assurance non-vie. Elle consiste à effectuer  $B$  simulations du montant de la provision, autrement dit, autant de triangles différents. On choisit généralement  $B$  comme étant très grand afin d'obtenir des résultats plus fiables.

Elle suppose par ailleurs d'exploiter des données i.i.d, ce qui n'est pas le cas des règlements cumulés et des facteurs de développement estimés avec la méthode de Chain Ladder. Il est donc préférable d'avoir recours au ré-échantillonnage des résidus et en particulier des résidus de Pearson.

La démarche à suivre afin d'appliquer la méthode du Bootstrap est alors la suivante :

⇒ Ajuster un modèle linéaire et estimer les valeurs prévues ( $\hat{\mu}_{i,j}$ ). C'est l'exemple du modèle de Poisson qui sera retenu dans la suite de notre étude. On considère donc que les montants décumulés sont distribués selon des lois aléatoires de Poisson. Le paramètre vaut alors  $\hat{m}_{i,j}$ .

⇒ Calculer les résidus de Pearson par la formule :

$$r_{i,j} = \frac{C_{i,j} - \hat{m}_{i,j}}{\sqrt{\hat{m}_{i,j}}}$$

⇒ Répéter  $B$  fois (pour  $b = 1, \dots, B$ ) l'opération suivante :

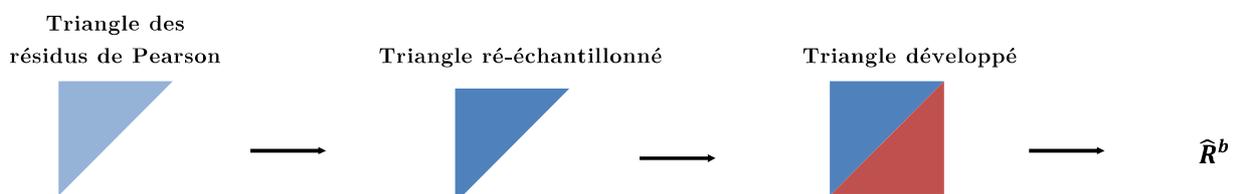
- Ré-échantillonner les résidus avec remise dans le triangle pour obtenir le triangle des résidus notés  $r_{i,j}^b$ .
- En inversant la formule des résidus énoncée ci-dessus, établir un nouveau triangle à l'aide des « pseudo-facteurs » de développement :  $\lambda_{i,j}^b = \hat{m}_{i,j} + r_{i,j}^b \sqrt{\hat{m}_{i,j}}$ .
- À l'aide du triangle obtenu, en déduire une PSAP à retenir.

La figure ci-dessous illustre bien les étapes à réaliser  $B$  fois :

- À l'aide du triangle obtenu, en déduire une PSAP à retenir.

La figure ci-dessous illustre bien les étapes à réaliser  $B$  fois :

Figure 8 – Mise en place de la méthode du Bootstrap



Dans le cadre de notre étude, la méthode sera simulée 1 000, 5 000 puis 10 000 fois afin d'en découler un montant de PSAP cohérent.

Une fois l'algorithme du Bootstrap répété  $B$  fois, il est alors possible d'estimer une PSAP avec une VaR calibrée. Cette méthode sera illustrée par un exemple numérique dans la section III.

### 3. L'évaluation du besoin en capital pour un portefeuille d'assurance non-vie

Comme il a été mentionné à la section I, l'exigence en Fonds Propres de la directive implique la couverture de deux indicateurs : le MCR et le SCR. Cette partie de l'étude évoque les méthodes de calcul à retenir pour l'évaluation de ces derniers, en particulier pour les entreprises exerçant une activité d'assurance non-vie.

#### 3.1. Le minimum de capital requis

Il s'agit du montant minimal que doit disposer une entreprise exerçant une activité d'assurance ou de réassurance afin de pouvoir poursuivre son activité. En dessous de ce seuil, l'entité s'expose à une intervention imminente du régulateur. Le minimum de capital requis est calibré pour refléter une VaR située entre 80 % et 90 % à horizon un an.

Le MCR doit être établi régulièrement (trimestriellement en général) et son calcul nécessite l'utilisation de formules simples et objectives basées sur les données du portefeuille. Il repose sur trois composantes :

- Le seuil plancher, défini par le régulateur en fonction de l'activité exercée par l'entreprise d'assurance ;
- Le MCR dit « linéaire », calculé selon le règlement délégué à l'aide des provisions techniques exprimées en Best Estimate (TP) et des Primes (P) sur les différents segments d'activité. En assurance non-vie, le MCR linéaire est donné par la formule :

$$MCR_{Linéaire} = \sum_s \alpha_s \cdot TP_s + \beta_s \cdot P_s$$

avec  $\alpha_s$ ,  $\beta_s$ , les facteurs de risques appliqués respectivement aux provisions et aux primes selon le segment d'activité. Ces derniers, ainsi que la correspondance segment/LoB, sont donnés en annexe 3.

- Le seuil plafond ; le MCR est borné (sans préjudice au seuil plancher) par 25 % du SCR et 45 % du SCR.

Enfin, le montant retenu pour le minimum de capital requis doit prendre en compte ces trois composantes. Il vient donc :

$$MCR_{Combine} = \text{Min}(\text{Max}(MCR_{Linéaire}; MCR_{Plancher}); MCR_{Plafond})$$

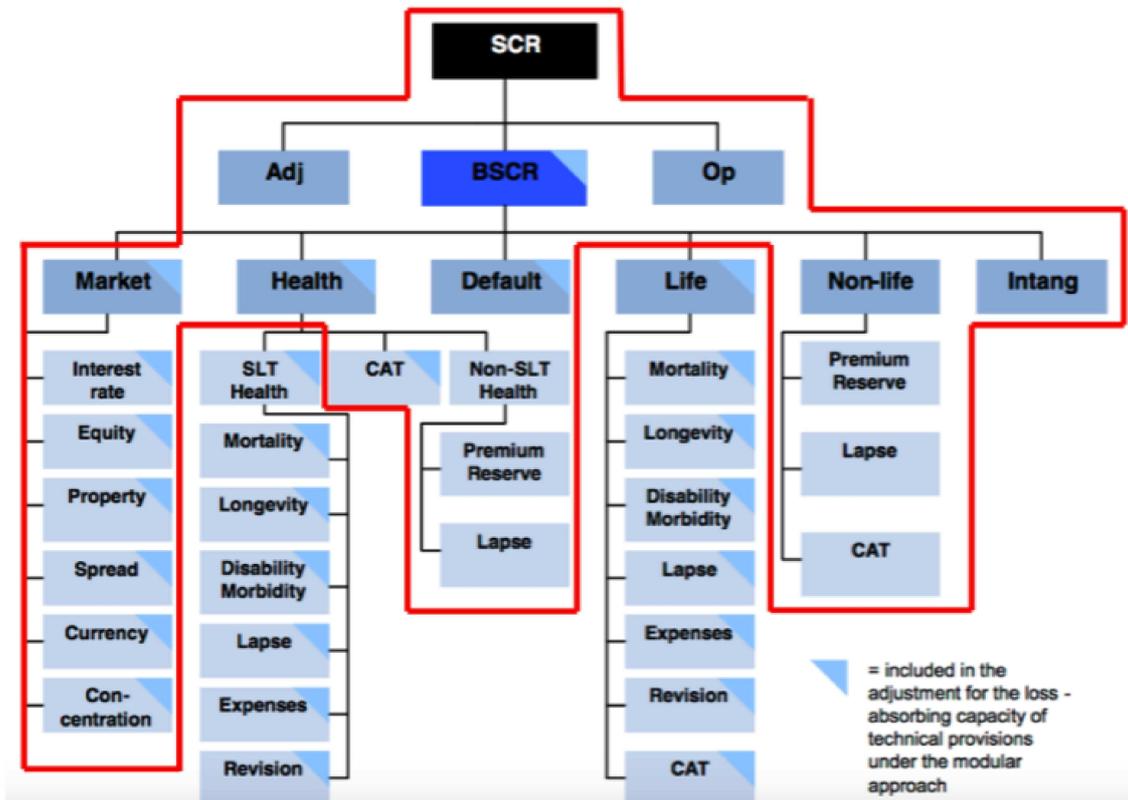
Quant au calcul du SCR, il est plus complexe et peut s'établir à travers deux approches : par la formule standard énoncée par les spécifications techniques ou alors par un modèle interne lorsque la compagnie dispose des moyens pour le mettre en place. En effet, il est souvent difficile pour les entreprises d'assurances, en particulier pour les petites et moyennes structures, d'élaborer un modèle interne, le plus souvent pour des causes financières et techniques.

La partie suivante consiste donc en la présentation de la démarche à suivre afin d'évaluer le montant de SCR en utilisant la formule standard.

### 3.2. Le capital de solvabilité requis

Le SCR retenu dans le cadre de Solvabilité II doit couvrir une probabilité de ruine à 0,5 % sur un horizon un an afin que l'organisme d'assurance puisse respecter ses engagements. La détermination du capital de solvabilité requis en formule standard s'établit alors sur la base des différents modules et sous-modules des risques présents dans la figure ci-dessous. Sont entourés en rouges les modules qui concernent le portefeuille étudié et donc ceux dont le calcul sera détaillé dans cette partie.

Figure 9 – Modules et sous-modules de risques pour le calcul du SCR en formule standard



La figure ci-dessous nous permet d'en déduire l'équation simplifiée suivante :

$$SCR = BSCR + SCR_{Operational} - Adj$$

Le capital de solvabilité requis de base ou BSCR s'établit selon la formule énoncée par le règlement délégué :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} + SCR_{Intangibles}$$

avec :  $Corr_{i,j}$  les corrélations entre les modules de risques, données par la matrice ci-dessous ;  
 $SCR_i$  et  $SCR_j$  le capital de solvabilité requis pour les différents modules de risques ;  
 $SCR_{Intangibles}$  le capital de solvabilité requis pour les immobilisations incorporelles.

La somme couvrant tous les modules de risques tels que présentés dans la figure ci-dessus.

Par ailleurs, la matrice indiquée pour le calcul du BSCR souligne l'évidence d'une corrélation importante entre les différents modules de risques. Le but étant de faire apparaître un bénéfice de diversification.

Tableau 8 – Matrice des corrélations entre les modules du SCR

CorrSCR	Marché	Défaut	Vie	Santé	Non-vie
Marché	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Défaut	0,25	1	0,25	0,25	0,5
Vie	0,25	0,25	1	0,25	0
Santé	0,25	0,25	0,25	1	0
Non-vie	0,25	0,5	0	0	1

### 3.2.1. SCR de marché

Le capital de solvabilité requis pour le risque de marché résulte de la volatilité des différents titres financiers détenus par l'organisme. Il est mesuré par l'impact de chocs appliqués aux différents instruments qui composent le portefeuille. En effet, pour l'essentiel des risques du module du risque de marché, le besoin de capital est mesuré à travers la NAV, qui correspond à l'actif net réévalué, c'est-à-dire à la valeur de marché de l'actif moins la valeur de marché du passif. En résumé, cela correspond aux Fonds Propres de base, plus les passifs subordonnés. Il est donné par la formule englobant tous les sous-modules de risque de marché :

$$SCR_{market} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j}$$

Et, à l'image du SCR de base, le SCR de marché est obtenu d'après la matrice des corrélations entre les sous-modules des risques de marché :

Tableau 9 – Matrice des corrélations entre les sous-modules du SCR de marché

CorrMKT	Taux d'intérêt	Actions	Immobilier	Marge	Concentration	Devise
Taux d'intérêt	1	A	A	A	0	0,25
Actions	A	1	0,75	0,75	0	0,25
Immobilier	A	0,75	1	0,5	0	0,25
Marge	A	0,75	0,5	1	0	0,25
Concentration	0	0	0	0	1	0
Devise	0,25	0,25	0,25	0,25	0	1

avec A prend la valeur 0 si le SCR de taux d'intérêt est engendré par une hausse des taux et 0,5 si au contraire, le SCR de taux d'intérêt est engendré par une baisse des taux.

### Le risque de taux d'intérêt ( $SCR_{int}$ )

Il est calculé en effectuant des « stress-test » sur la courbe des taux fournie par le régulateur. Ce phénomène a pour but de choquer les obligations détenues ainsi que le passif évalué en Best Estimate. L'exigence en capital pour couvrir le risque de taux correspond alors à la perte de Fonds Propres qui résulterait d'une hausse ou d'une baisse des taux d'intérêts sans risques.

Le montant retenu est la perte maximale entre un choc à la hausse et un choc à la baisse appliqués aux taux d'intérêts, le tout minoré par 0. On retient la formule :

$$SCR_{int} = \max(0 ; \max(\Delta NAV | choc up ; \Delta NAV | choc down))$$

**Le risque action ( $SCR_{equity}$ )**

Il concerne tous les titres financiers désignés comme valeurs non amortissables par le code des assurances et qui relèvent de l'article R. 343-10 (anciennement R. 332-20). S'agissant principalement d'actions et d'autres produits diversifiés détenus par l'organisme, il correspond à la perte de Fonds Propres de base qui résulterait d'une diminution soudaine de leur valeur à hauteur d'un choc défini réglementairement par catégorie :

- Un choc de 39 % est appliqué aux actions dites de type 1 (cotées en bourse dans des pays membres l'OCDE<sup>20</sup>) ;
- Un choc de 49 % est appliqué à celles de type 2.

Par ailleurs, les chocs à appliquer doivent tenir compte d'un ajustement symétrique. Ce dernier a à été mis en place afin d'éviter d'alourdir l'exigence en capital mais aussi afin d'atténuer les effets pro cycliques non souhaités. L'ajustement symétrique est noté SA et se calcule comme suit :

$$SA = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{CI - AI}{AI} - 8\% \right)$$

avec : CI, le niveau courant de l'indice du cours des actions ;

AI, la moyenne pondérée des niveaux quotidiens de l'indice du cours des actions au cours des 36 derniers mois.

En tout état de cause, l'ajustement symétrique ne peut pas dépasser +/- 10 %. Le choc à appliquer devient alors, le cas échéant : Choc type1 ou type2 + SA.

Par ailleurs, il est important de souligner qu'une mesure transitoire dictée par l'ACPR autorise les organismes d'assurance d'utiliser la formule suivante pour établir le choc en vue du capital à détenir par type d'action, à compter de Janvier 2016 :

$$(1 - a) \times 22\% + a \times (39\% \text{ ou } 49\%)$$

a étant égal à 0 pour la première année de la mesure transitoire (2016) et évoluant progressivement au moins de manière linéaire vers 1 jusqu'en 2023.

Le choc appliqué permet donc d'obtenir un montant par type d'action, quant au montant global pour ce risque, il s'obtient comme suit :

$$SCR_{equity} = \sqrt{SCR_{equities,type1}^2 + 2 \cdot 0,75 \cdot SCR_{equities,type1} \cdot SCR_{equities,type2} + SCR_{equities,type2}^2}$$

**Le risque immobilier ( $SCR_{property}$ )**

Il est donné par la perte de Fonds Propres de base qui résulterait d'un choc de 25 % appliqué à toutes les propriétés immobilières de la société.

---

<sup>20</sup> OCDE : L'Organisation de Coopération et de Développement Économique est une organisation internationale d'études économiques, dont les pays membres (développés pour la plupart) ont en commun un système de gouvernement démocratique et une économie de marché.

Le risque de marge ou « spread » ( $SCR_{spread}$ )

Le risque de marge concerne la différence entre le taux actuariel d'une obligation et le taux de marché. Ce sous-module concerne trois types de produits financiers : les obligations, les produits de crédit structurés ainsi que les dérivés de crédits. Le montant à détenir s'évalue à travers un calcul spécifique à chacun de ces actifs. Ces calculs sont ensuite additionnés pour former le SCR de marge :

$$SCR_{spread} = SCR_{bonds} + SCR_{securitisation} + SCR_{cd}$$

Les obligations (bonds) constituent la majeure partie d'un portefeuille d'actifs pour une compagnie d'assurance. Il est donc important dans le cadre d'une approche économique d'évaluer le risque encouru pour détenir ce type d'actif. Le besoin en capital s'effectue en fonction de deux paramètres :

- La notation de l'émetteur ou rating, autrement dit, en fonction de la capacité de l'émetteur à rembourser sa dette ainsi que les coupons à échéances prévues ;
- La durée<sup>21</sup> de l'obligation, donnée par :

$$D = \frac{1}{P} \sum_i \frac{t_i F_i}{(1+r)^{t_i}}$$

Le SCR à retenir dans le cadre du risque de spread pour les entreprises d'assurances est alors donné par la formule :

$$SCR_{bonds} = \sum_i MV_i \cdot F(\text{rating}_i, \text{duration}_i) \cdot \text{Duration}_i$$

C'est l'autorité de contrôle, par le biais du règlement délégué, qui fournit le calibrage des paramètres à prendre, comme suit :

Tableau 10 – Facteurs de stress pour le risque de marge

Rating		AAA		AA		A		BBB		BB		B or lower		Unrated	
Credit quality class		0		1		2		3		4		5 - 6		-	
Duration	Fonction stress	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<5	b x dur	-	0,90%	-	1,10%	-	1,40%	-	2,50%	-	4,50%	-	7,50%	-	3,00%
>5 & <10	a + b x (dur-5)	4,50%	0,50%	5,50%	0,60%	7,00%	0,70%	12,50%	1,50%	22,50%	2,50%	37,50%	4,20%	15,00%	1,70%
>10 & <15	a + b x (dur-10)	7,20%	0,50%	8,40%	0,50%	10,50%	0,50%	20,00%	1,00%	35,00%	1,80%	58,50%	0,50%	23,50%	1,20%
>15 & <20	a + b x (dur-15)	9,70%	0,50%	10,90%	0,50%	13,00%	0,50%	25,00%	1,00%	44,00%	0,50%	61,00%	0,50%	23,50%	1,20%
>20	min(a + b x (dur-20) ; 1)	12,20%	0,50%	13,40%	0,50%	15,50%	0,50%	30,00%	0,50%	46,60%	0,50%	63,50%	0,50%	35,00%	0,50%

On remarque que l'exigence de capital pour les obligations non notées (unrated) se rapproche plutôt de celui des obligations notées BBB.

Les autres types de produits financiers qui composent le risque de marge dans le cadre du capital de solvabilité requis sont les positions de titrisations ainsi que les dérivés de crédits. Les positions de titrisations englobent principalement les ABS (Asset-Back Securities) et les CDO (Collateralised Debt Obligation) : les obligations adossées à des prêts (il s'agit par exemple des obligations « shortées » pendant la crise financière de 2008). Quant aux dérivés de crédits, ils concernent les éléments suivants :

- Les CDS (Crédit Default Swap), contrats qui permettent de se protéger contre le défaut d'une entité ;
- Les TRS (Total Return Swaps), produit dérivé qui transfère l'intégralité du risque attaché à la valeur d'un actif détenu en contrepartie des fruits qui lui sont rattachés ;

<sup>21</sup> Duration : La duration d'un instrument financier est la durée de vie moyenne de ses flux financiers pondérée par leur valeur actualisée. Toutes choses étant égales par ailleurs, plus la duration est élevée, plus le risque est grand.

- Les CLN (Credit Linked Notes), dérivé de crédit financé qui a recours dans son montage à un CDS pour transférer un risque de crédit, mais ce en passant par un fonds commun de créances.

L'exigence en capital pour ces types de produits financiers ne sera pas détaillée car le portefeuille de l'organisme étudié n'en détient pas. Cependant, les détails des calculs sont disponibles dans le règlement délégué 2015/35 de la Commission Européenne émis en 2014.

### Le risque de change ( $SCR_{fx}$ )

Le risque de change intervient lorsque la compagnie détient des avoirs libellés dans une monnaie étrangère à la monnaie locale. Il s'obtient en effectuant un choc à la hausse et à la baisse sur la NAV. Les scénarios à la hausse comme à la baisse sont réalisés à travers un choc de +/- 25 %. On retrouve alors la formule similaire à celle du risque de taux d'intérêt :

$$SCR_{fx} = \max(0 ; \max(\Delta NAV | \text{choc up} ; \Delta NAV | \text{choc down}))$$

### Le risque de concentration ( $SCR_{conc}$ )

Ce sous-module du risque de marché consiste à mesurer les pertes potentielles liées à la concentration du portefeuille d'actifs. Le risque de concentration vient du fait que la volatilité d'un portefeuille augmente avec sa concentration. De ce fait, sont les plus concernés dans le risque de concentration les actifs dont le défaut d'un même émetteur engendrerait une perte pour l'organisme.

Le calcul de l'exigence en capital liée au risque de concentration prend en compte les produits de taux et les actions, ainsi que les produits dérivés de ces actifs et les actifs immobiliers. Cependant, les titres émis ou garantis par un état de l'OCDE ainsi que les dépôts éligibles au risque de défaut (module suivant) ne sont pas à prendre en compte pour le calcul de ce risque.

L'évaluation du besoin en capital s'établit d'abord par le calcul de l'excédent d'exposition (noté XS) pour chaque contrepartie :

$$XS_i = \max\left(0 ; \frac{E_i}{Assets} - CT_i\right)$$

avec :  $E_i$  est l'exposition nette en cas de défaut de la contrepartie  $i$  ;

Assets représente la base de calcul pour le sous-module risque de concentration ;

$CT_i$  (Concentration Threshold), représente le seuil de concentration établi sur la base du rating de l'émetteur comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11 – Exposition en excès pour le risque de concentration

Rating	AAA	AA	A	BBB	BB	B or lower - Unrated
Credit quality class	0	1	2	3	4	5 - 6
Concentration Threshold	3,00%	3,00%	3,00%	1,50%	1,50%	1,50%

La deuxième étape pour le calcul du capital requis pour ce sous-module consiste à mesurer la perte des Fonds Propres de base qui résulterait d'un choc appliqué à cet excédent d'exposition. C'est cette perte là qui définit le montant requis pour la contrepartie donnée. Les chocs de concentration (notés  $g$ ) à appliquer dépendent également des notations. Pour un émetteur donné, le capital requis vaut :

$$Conc_i = XS_i \cdot g_i$$

où les facteurs de risques  $g$  figurent sur le tableau ci-dessous :

Tableau 12 – Facteurs de risques pour le risque de concentration

Rating	AAA	AA	A	BBB	BB	B or lower - Unrated
Credit quality class	0	1	2	3	4	5 - 6
Facteur de risque g	12,00%	12,00%	21,00%	27,00%	73,00%	73,00%

Enfin, le capital global requis pour le risque de concentration est donné par la formule :

$$SCR_{Conc} = \sqrt{\sum_i Conc_i^2}$$

### 3.2.2. SCR de défaut

Le capital de solvabilité requis pour le risque de défaut est destiné à parer l'entreprise des éventuelles pertes de créances non recouvrables. Ce phénomène intervient aussi bien pour les créances inscrites à l'actif du bilan comptable (réassurance, avoirs en banque, etc.) que pour la part des cessionnaires dans les provisions techniques (le Best Estimate de réassurance en norme Solvabilité II).

L'autorité de contrôle, via le règlement délégué émis par l'EIOPA, scinde en deux les types de contreparties auxquelles sont exposées les compagnies exerçant une activité d'assurance ou de réassurance :

- Les expositions dites de **type 1**. Elles concernent principalement les contreparties non diversifiables et ayant pour fonction l'atténuation du risque. Parmi ces expositions, on distingue notamment les contrats de réassurances, les véhicules de titrisation, les avoirs en banque ou encore les dépôts auprès d'entreprises cédantes ;
- Les expositions dites de **type 2**. Elles regroupent tous les risques de crédits non couverts dans le sous-module « risque de marge » du capital de solvabilité requis pour le risque de marché et qui ne sont pas de type 1. On parle alors de contreparties diversifiables (les créances sur preneurs, les assurés, etc.).

Après avoir défini les montants à détenir en face de chaque type d'exposition, le capital requis pour ce module du SCR est obtenu par la formule suivante :

$$SCR_{def} = \sqrt{SCR_{def,1}^2 + 1,5 \cdot SCR_{def,1} \cdot SCR_{def,2} + SCR_{def,2}^2}$$

Il reste alors à définir les méthodes de calcul retenues pour établir le capital à retenir pour les sous-modules de risque.

#### Le risque de défaut de contrepartie pour les expositions de type 1

Le calcul de l'exigence en capital pour ce type d'exposition est fastidieux. Il repose sur une méthode élaborée à partir de deux paramètres : du volume des pertes potentielles ainsi que des notations des différentes contreparties. On retiendra la formule suivante :

$$SCR_{def,1} = \begin{cases} 3\sqrt{V} & \text{si } \sqrt{V} \leq 7\% \cdot \sum_i LGD_i \\ 5\sqrt{V} & \text{si } 7\% \cdot \sum_i LGD_i < \sqrt{V} \leq 20\% \cdot \sum_i LGD_i \\ \sum_i LGD_i & \text{sinon.} \end{cases}$$

Ainsi que le détail des différentes variables qui la compose dans le cas de créances :

- $LGD_i$  représente la perte en cas de défaut total d'une contrepartie  $i$ . Elle est donnée par :

$$LGD_i = \max((1 - RR) \cdot (Recoverables_i + RM_i - Collateral_i); 0)$$

où :  $Recoverables_i$  représente le Best Estimate des montants recouvrables découlant du contrat de réassurance  $i$  ;

$RM_i$  est l'effet d'atténuation du risque que possède le contrat en question (« risk mitigating effect »), autrement dit, l'économie de risque de souscription induit par le réassureur ;

$Collateral_i$  représente la valeur pondérée des suretés en ce qui concerne le contrat ;

$RR$ , le taux de recouvrement attendu. Par défaut, il est égal à 50 % sauf dans le cas où le réassureur en question a détient plus de 60 % des actifs en représentation des engagements ; dans ce cas là, il convient de prendre  $RR$  égal à 10 %.

- $V$  représente la variance de la distribution des pertes des expositions de type 1. Concrètement, elle s'obtient par la formule :

$$V = \sum_{j,k} \frac{PD_k \cdot (1 - PD_k) \cdot PD_j \cdot (1 - PD_j)}{1,25 \cdot (PD_k + PD_j) - PD_k \cdot PD_j} \cdot TLGD_j \cdot TLGD_k + \sum_j \frac{1,5 \cdot PD_j \cdot (1 - PD_j)}{2,5 - PD_j} \cdot \sum_i LGD_i^2$$

où :  $PD_j$  et  $PD_k$  représentent les probabilités de défaut respectivement pour la contrepartie  $j$  et  $k$ . Elles dépendent principalement de leur rating et sont données en annexe 4 ;

$TLGD_j$  et  $TLGD_k$  représentent la somme des pertes en cas de défaut sur les expositions de type 1 pour les contreparties dont la probabilité de défaut est, respectivement, de  $PD_j$  et  $PD_k$ . Pour ce faire, il convient de regrouper les contreparties par probabilité de défaut.

Concernant les produits dérivés, l'exigence en capital pour le risque de défaut diffère légèrement de ce qui est fait au-dessus. La procédure est décrite dans le règlement délégué et n'a pas été reprise ici ; cette dernière n'étant pas appliquée sur le portefeuille étudié.

À noter également qu'il existe une méthode simplifiée pour le calcul de l'exigence en capital pour le risque de contrepartie pour les expositions de type 1, disponible elle aussi dans le règlement délégué.

### Le risque de défaut de contrepartie pour les expositions de type 2

La méthode de calcul de l'exigence sur les risques d'exposition de type 2 est moins complexe que la précédente. Elle consiste entre autres à différencier les créances selon que la date des créances date de +/- 3 mois. Elle repose sur la formule :

$$SCR_{def,2} = 15\% \cdot \sum_i LGD_i + 90\% \cdot LGD_{receivables > 3months}$$

où :  $LGD_i$  représente la perte en cas de défaut sur l'exposition de type 2,  $i$  ;

$LGD_{receivables > 3months}$  représente les pertes totales en cas de défaut sur l'ensemble des créances de plus de 3 mois.

La somme couvrant toutes les créances relevant d'une exposition de type 2.

## 3.2.3. SCR de souscription non-vie

La prise en compte de ce module dans le capital de solvabilité requis résulte principalement des contrats d'assurances de l'exercice en cours ou des exercices futurs. Concrètement, les prévisions de sinistralité ou d'activité au sein d'une entreprise ne sont pas toujours fiables ; c'est donc ce que tente de contrebalancer le capital requis pour ce module. Son calcul repose donc sur le risque de souscription auquel doit faire face l'organisme d'assurance et concerne essentiellement les lignes d'activités liées à de la non-vie, à savoir les LoB 4 à 12 ainsi que la réassurance proportionnelle et non-proportionnelle y afférente.

Pour ce faire, ce sont trois sous-modules de risques qui sont agrégés : le risque de primes et de réserves, le risque de cessation ainsi que le risque de catastrophe en non-vie. Les deux premiers sous-modules consistent à mesurer l'impact d'éventuelles irrégularités au niveau de l'activité que mène l'organisme tandis que le troisième est destiné à prévenir une sinistralité intensive que ce soit en fréquence ou en intensité. L'exigence pour ce module de risque et alors déterminé par la formule :

$$SCR_{non-life} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrNL_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j}$$

où CorrNL représente la matrice des corrélations entre les différents sous-modules du SCR de souscription non-vie suivante, donnée par le règlement délégué :

Tableau 13 – Matrice des corrélations entre les sous-modules du SCR de souscription non-vie

CorrNL	Primes et réserves	Catastrophes	Cessation
Primes et réserves	1	0,25	0
Catastrophes	0,25	1	0
Cessation	0	0	1

#### Le risque de primes et de réserves en non-vie ( $SCR_{nl\ prem\ res}$ )

L'exigence en capital pour le risque de primes et de réserves en non-vie se calcule comme suit :

$$SCR_{nl\ prem\ res} = 3 \cdot \sigma_{nl} \cdot V_{nl}$$

où :  $\sigma_{nl}$  représente l'écart-type du risque de primes et de réserves (énoncés à la section 1) ;  
 $V_{nl}$  représente la mesure de volume pour le risque de primes et de réserve en non-vie.

Le règlement délégué décrit par ailleurs la méthode de calcul à retenir afin de déterminer ces deux normes. À noter qu'il est recommandé de regrouper les lignes d'activités concernées par segment. Une table de correspondance Segment/LoB est disponible en annexe 3.

#### Mesure du volume

Le volume pour le risque de primes et de réserve en non-vie s'obtient en sommant les volumes par segment. Pour chacun des segments concernés par l'activité de l'entreprise d'assurance, il s'établit de la manière suivante :

$$V_s = (V_{prem,s} + V_{res,s}) \cdot (0,75 + 0,25 \cdot DIV_s)$$

où :  $V_{prem,s}$  représente la mesure de volume pour risque de primes du segment s ;  
 $V_{res,s}$  représente la mesure de volume pour risque de réserves du segment s ;  
 $DIV_s$  représente le facteur de diversification géographique pour le segment s. Le portefeuille étudié ne couvrant que la France métropolitaine, le calcul de ce dernier ne sera pas détaillé. Son calcul est néanmoins disponible à l'annexe 5.1.

Ainsi, pour le portefeuille étudié, le facteur de diversification géographique prend la valeur 1, et la simplification suivante peut donc être retenue pour la mesure du volume pour le risque de primes et de réserves par segment :

$$V_s = (V_{prem,s} + V_{res,s})$$

Si la mesure du volume pour le risque de réserves pour le segment s s'établit simplement comme le montant du Best Estimate de sinistres net de réassurance, celle du volume pour le risque de primes est donnée par la formule :

$$V_{prem,s} = \max(P_s ; P_{last,s}) + FP_{existing,s} + FP_{future,s}$$

où :  $P_s$  est l'estimation du montant des primes à acquérir dans le segment s au cours des 12 mois à venir ;  
 $P_{last,s}$  est le montant des primes acquises dans le segment s au cours des 12 derniers mois ;  
 $FP_{existing,s}$  est la valeur actuelle attendue des primes à acquérir dans le segment s après les 12 mois à venir pour les contrats existants ;  
 $FP_{future,s}$  est la valeur actuelle attendue des primes à acquérir dans le segment s pour les contrats dont la date de comptabilisation initiale survient dans les 12 mois à venir.

### Mesure de l'écart-type

L'écart-type pour le risque de primes et de réserves en non-vie se calcule de la manière suivante :

$$\sigma_{nl} = \frac{1}{V_{nl}} \cdot \sqrt{\sum_{s,t} Corr_{S_s,t} \cdot \sigma_s \cdot V_s \cdot \sigma_t \cdot V_t}$$

Les annexes 5.2 et 5.3 indiquant respectivement tous les segments visés par la somme ainsi que la matrice de corrélation à utiliser.

Quant aux écarts-types par segment, ils découlent de la formule de la variance suivante :

$$\sigma_s = \frac{\sqrt{\sigma_{prem,s}^2 \cdot V_{prem,s}^2 + \sigma_{prem,s} \cdot V_{prem,s} \cdot \sigma_{res,s} \cdot V_{res,s} + \sigma_{res,s}^2 \cdot V_{res,s}^2}}{V_{prem,s} + V_{res,s}}$$

Les écarts-types pour le risque de primes et de réserves en non-vie sont recalibrés par l'EIOPA à chaque QIS selon une approche par les risques. Les écarts-types utilisés pour la modélisation du risque de souscription non-vie sont également donnés à l'annexe 5.2.

### **Le risque de cessation en non-vie (SCR<sub>nl lapse</sub>)**

Il s'agit ici d'évaluer l'impact qu'aurait une baisse de l'activité en non-vie sur le portefeuille d'assurance. L'exigence en capital pour notre portefeuille consiste alors à simuler la cessation de 40 % des contrats d'assurance futurs pris en compte dans le calcul du Best Estimate.

**Le risque de catastrophe en non-vie ( $SCR_{natCAT}$ )**

L'objectif principal de la mise en place d'un tel sous-module est de prémunir l'entreprise contre le risque d'une sinistralité qui s'éloignerait significativement des estimations réalisées. En effet, il s'agit de faire en sorte que l'entreprise soit en mesure de faire face à ses engagements en cas d'évènements majeurs. Dès lors, le risque de catastrophe en non-vie s'articule autour des sous-modules suivants :

- Le risque de catastrophe naturelle ;
- Le risque de catastrophe en réassurance dommages non proportionnelle ;
- Le risque de catastrophe d'origine humaine ;
- Les autres risques de catastrophe en non-vie.

Chacun d'entre eux étant composés de modules de risques spécifiques et le tout étant agrégé par la formule suivante :

$$SCR_{natCAT} = \sqrt{(SCR_{natCAT} + SCR_{npproperty})^2 + SCR_{mmCAT}^2 + SCR_{CATother}^2}$$

Le risque de catastrophe naturelle

L'exigence en capital pour le risque de catastrophe naturelle est déterminée en fonction de l'emplacement géographique du pays d'activité ainsi que la nature du risque (tempête, inondation, séisme, grêle et affaissement de terrain). La méthode de calcul retenue consiste alors à appliquer un choc sur les sommes assurées pour chacun des risques.

Dans le cas de la France métropolitaine, les facteurs de risques à appliquer sont les suivants :

**Tableau 14 – Facteurs de risques pour le sous-module risque de catastrophe naturelle en non-vie**

Risque de tempête	Risque de séisme	Risque d'inondation	Risque de grêle	Risque d'affaissement de terrain
0,12%	0,06%	0,10%	0,01%	0,05%

Les sommes assurées se doivent ensuite d'être réunies par département et pondérées par des facteurs propres à chacun des départements de France métropolitaine. Les montants ainsi obtenus sont agrégés à l'aide de coefficients de corrélation calibrés pour chacun des risques de catastrophe naturelle en annexe du règlement délégué. Au final, la formule à retenir pour le risque de catastrophe naturelle r se résume à :

$$SCR_r = Q_r \cdot \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{r,i,j} \cdot WSI_{r,i} \cdot WSI_{r,j}}$$

où :  $Q_r$  représente le facteur de risque pour la France métropolitaine donné par le tableau ci-dessus pour le risque r ;

$Corr_{r,i,j}$  représente le coefficient de corrélation relatif au risque r entre les départements i et j ;

$WSI_{r,i}$  et  $WSI_{r,j}$  représentent les sommes assurées pondérées par les facteurs propres à chaque département contre le risque r dans les départements i et j ;

La somme couvre, pour notre étude, tous les départements de France métropolitaine.

Enfin, les exigences en capital calculées pour chaque risque de catastrophe naturelle sont regroupées via la formule :

$$SCR_{natCAT} = \sqrt{\sum_r SCR_r^2}$$

Le risque de catastrophe en réassurance dommages non proportionnelle

Ce module de risque prend en compte tous les engagements de réassurance en non-vie autre que les traités de réassurance proportionnelle. Un rapport détaillé sur les différences entre ces deux types de traités de réassurance est disponible à la suite de l'étude. Par ailleurs, seule la ligne d'activité 28 est visée par ce risque. L'exigence en capital se résume donc à :

$$SCR_{npproperty} = 2,5 \cdot (0,5 \cdot DIV_{npproperty} + 0,5) \cdot P_{npproperty}$$

où :  $DIV_{npproperty}$  est calculé conformément à l'annexe 5.1 ;

$P_{npproperty}$  représente une estimation des primes à acquérir en réassurance dommages non proportionnelle dans les 12 mois à venir.

Le risque de catastrophe d'origine humaine

Il s'agit ici de parer l'entreprise d'une sinistralité importante du fait d'évènements catastrophiques dont l'origine est humaine. Son périmètre s'articule alors autour des risques suivants :

- Le risque de responsabilité civile automobile ;
- Le risque marin ;
- Le risque aérien ;
- Le risque incendie ;
- Le risque de responsabilité civile ;
- Le risque de crédit et caution.

Cependant, l'exigence en capitale étant calculée pour une société d'assurance non-vie ne prenant en charge que le risque d'incendie dans ce module, c'est le seul qui sera détaillé ici. Toutefois, la méthode de calcul retenue par la formule standard pour les autres risques est disponible dans le règlement délégué (articles 128 à 134).

Le risque incendie concerne les entreprises d'assurance ayant pris des engagements en rapport avec les LoB 7 et 19 (assurance directe et acceptation). Il couvre les dommages dus à un incendie ou une explosion, y compris à la suite d'une attaque terroriste. Le capital de solvabilité ainsi requis correspond à l'exposition maximale de l'entreprise sur un rayon de 200 mètres.

Les autres risques de catastrophe en non-vie

Il englobe le risque de catastrophe en rapport avec le reste des lignes d'activités qui ne sont pas traitées dans les autres modules du risque de catastrophe naturelle en non-vie (LoB 1 à 5). Il se calcule de en fonction des primes à acquérir au cours des 12 mois à venir à chaque LoB ainsi qu'en fonction des facteurs de risques donnés dans le tableau ci-dessous :

$$SCR_{CATother} = \sqrt{(c_1 \cdot P_1 + c_2 \cdot P_2)^2 + (c_3 \cdot P_3)^2 + (c_4 \cdot P_4)^2 + (c_5 \cdot P_5)^2}$$

Tableau 15 – Facteurs de risques pour le sous-module autres risques de catastrophe en non-vie

LoB	1	2	3	4	5
Facteur de risque pour les autres risques de catastrophe en non-vie	100%	250%	40%	250%	250%

## 3.2.4. SCR de souscription santé

Ce module du capital de solvabilité requis s'articule autour de trois éléments. En effet, il est demandé de faire le distinguo entre les risques de santé similaires à la vie (« SLT Health ») et ceux similaires à la non-vie (« Non-SLT Health »). À ces deux sous-modules vient s'ajouter un troisième regroupant les risques de catastrophes en santé (« Health cat »). Ces trois composantes parviennent à constituer le SCR de souscription santé grâce à la formule ci-dessous :

$$SCR_{health} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrH_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j}$$

Elle-même implémentée en utilisant la matrice des corrélations données par le règlement délégué :

Tableau 16 – Matrice des corrélations entre les sous-modules du SCR de souscription santé

CorrHealth	Santé non-SLT	Santé SLT	Santé Cat
Santé non-SLT	1	0,50	0,25
Santé SLT	0,50	1	0,25
Santé Cat	0,25	0,25	1

À noter que seuls les calculs des sous-modules non-SLT et cat seront détaillés dans cette partie, le portefeuille étudié n'étant pas concerné par le sous-module santé SLT.

#### Le risque de souscription santé non-SLT ( $SCR_{NSLTh}$ )

Le risque de souscription santé non-SLT regroupe les engagements d'assurance et de réassurance suivants :

- Les assurances de frais médicaux (LoB 1) ;
- Les assurances de protection du revenu et d'indemnisation des travailleurs (LoB 2 et 3) ;
- Les acceptations proportionnelles relatives aux engagements visés aux LoB 1 à 3 (LoB 13, 14 et 15) ;
- Les acceptations non proportionnelles relatives aux engagements visés aux LoB 1 à 3 (LoB 25).

Et, comme le risque de souscription non-vie, il est constitué d'un risque de primes et réserves et d'un risque de cessation (« lapse »). Le tout étant regroupé grâce à la formule :

$$SCR_{NSLTh} = \sqrt{SCR_{NSLTh,pr}^2 + SCR_{NSLTh,lapse}^2}$$

Les calculs à effectuer pour l'obtention de l'exigence en capital pour ce sous-modules sont les mêmes que pour le risque de souscription non-vie établis à la partie 3.2.3 de cette section (les annexes 5.2 et 5.3 étant remplacés respectivement par les annexes 5.4 et 5.5).

**Le risque de catastrophe en santé ( $SCR_{healthCAT}$ )**

Ce sous-module est lui-même composé des trois sous-modules :

- Le risque d'accident de masse ( $SCR_{ma}$ ) ;
- Le risque de concentration d'accidents ( $SCR_{ac}$ ) ;
- Le risque de pandémie ( $SCR_p$ ).

Ces trois risques sont réunis à travers la formule suivante pour pouvoir en déduire le capital requis pour le risque de catastrophe en santé :

$$SCR_{healthCAT} = \sqrt{SCR_{ma}^2 + SCR_{ac}^2 + SCR_p^2}$$

Le risque d'accident de masse

La prise en compte du risque d'accident de masse a pour objectif d'évaluer la perte de Fonds Propres qui résulterait de la survenance d'un événement catastrophique dans un pays donné. Le capital de solvabilité requis pour un organisme d'assurance doit dès lors, refléter son exposition dans les pays où elle exerce son activité. De ce fait, pour chaque pays  $s$ , l'exigence en capitale est la suivante :

$$SCR_{ma,s} = r_s \cdot \sum_{e,i} x_e \cdot SI_{e,i}$$

où :  $r_s$  représente le ratio de personnes touchées par un accident de masse dans le pays  $s$ . Ce ratio est donné par le règlement délégué (0,05 % pour la France métropolitaine) ;

$x_e$  représente le ratio de personnes touchées par un événement de type  $e$  en conséquence de l'accident de masse. Ces ratios sont donnés dans le tableau ci-dessous ;

$SI_{e,i}$  représente l'exposition de l'entreprise d'assurance pour l'assuré  $i$  en cas d'événement  $e$ .

La double somme couvrant tous les assurés  $i$  ainsi que tous les types d'évènements  $e$  énoncés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 17 – Facteurs de risque et types d'évènements pour les sous-modules de risques accidents de masse et concentration d'accidents**

Type d'événement $e$	Ratio
Décès causé par un accident	10,00%
Handicap permanent causé par un accident	1,50%
Handicap de dix ans causé par un accident	5,00%
Handicap de 12 mois causé par un accident	13,50%
Traitement médical causé par un accident	30,00%

Dans le cas où l'entreprise d'assurance exercerait son activité dans plusieurs pays/régions énoncées par le règlement délégué, le capital requis pour le risque d'accident de masse en catastrophe santé se trouve par la formule :

$$SCR_{ma} = \sqrt{\sum_s SCR_{ma,s}^2}$$

Le risque de concentration d'accidents

Il a pour but d'anticiper la perte potentielle de Fonds Propres dans le cas d'un accident dans un immeuble abritant plusieurs assurés de la compagnie. Le calcul de l'exigence en capital s'établit par pays comme pour le risque d'accident de masse ; il est donné par la formule :

$$SCR_{ac,s} = C_s \cdot \sum_e x_e \cdot E_e$$

où :  $C_s$  représente le plus grand risque de concentration pour le pays s, ou encore le plus grands nombre de personnes assurées et travaillant dans le même bâtiment ;

$x_e$  représente le ratio de personnes touchées par un événement de type e en conséquence de l'accident de masse. Ces ratios sont les mêmes que pour le risque d'accident de masse ;

$E_e$  représente l'exposition moyenne par personne ;

La somme couvrant tous les types d'évènements énoncés dans le tableau ci-dessus.

Comme pour le risque d'accident de masse, le capital requis pour le risque de concentration d'accidents se retrouve via la formule :

$$SCR_{ac} = \sqrt{\sum_s SCR_{ac,s}^2}$$

Le risque de pandémie

Son but principal est de prémunir l'entreprise du risque de pandémie affectant une partie de la population couverte par des contrats d'assurance en dehors des cas de décès. L'exigence en Fonds Propres pour parer un tel événement est évaluée de la manière suivante :

$$SCR_p = 0,000075 \cdot E + 0,4 \cdot \sum_c N_c \cdot M_c$$

où : E représente l'exposition de l'entreprise au risque de protection du revenu en cas de pandémie ;

$N_c$  représente le nombre de personnes du pays c dont le contrat couvre les frais médicaux liés à une maladie infectieuse ;

$M_c$  représente le montant moyen attendu à payer par assuré du pays c en cas de pandémie. Il est exprimé comme une pondération de la meilleure estimation des montants à payer par les ratios des couvertures concernées, elles-mêmes données dans le tableau ci-après.

La somme comprend tous les pays c.

**Tableau 18 – Facteurs de risques et types d'évènements pour le sous-module "risque de pandémie"**

Recours à des soins de santé	Ratio
Hospitalisation	1%
Consultation d'un médecin	20%
Aucun soin médical formel requis	79%

### 3.2.5. Les autres composantes du SCR

Hormis les modules du BSCR pour une société d'assurance non-vie présentés ci-dessus, le capital de solvabilité requis en formule standard est composé d'autres éléments à prendre en compte pour la modélisation dans le cadre du pilier I de Solvabilité II :

#### SCR intangibles

Lorsqu'ils existent, les actifs incorporels de la société sont également soumis au principe prudentiel de solvabilité II. Le capital de solvabilité requis pour ces éléments équivaut à 80 % de leur valorisation en vision économique.

#### SCR opérationnel ( $SCR_{Operational}$ )

Le risque opérationnel fait également partie intégrante du capital de solvabilité requis. En effet, la plupart des entreprises ne mesurent pas réellement l'ampleur que peut avoir ce type d'accident sur leur activité (fraudes, informatique, RH, conformité, erreurs de calculs, etc.). À ce titre, le régulateur met en place une méthode de calcul afin d'allouer une part des Fonds Propres de l'entreprise au contrôle de ce risque. Pour les engagements d'assurance non-vie, la formule énoncée est la suivante :

$$SCR_{Operational} = \min(30\% \cdot BSCR ; \max(Op_{premiums} ; Op_{provisions}))$$

où :

$$Op_{premiums} = 0,03 \cdot Earn_{non-life} + \max(0 ; 0,03 \cdot (Earn_{non-life} - 1,2 \cdot pEarn_{non-life}))$$

avec  $Earn_{non-life}$  et  $pEarn_{non-life}$  respectivement les primes non-vie acquises de l'exercice en cours et précédent ;

$$Op_{provisions} = 0,03 \cdot \max(0 ; TP_{non-life})$$

avec  $TP_{non-life}$  les provisions techniques non-vie brutes de réassurance.

#### Ajustements (Adj)

Ce module s'établit en fonction de deux paramètres : les provisions techniques et les impôts différés de l'entreprise. Les hypothèses retenues pour le calcul de l'ajustement pour le portefeuille étudié seront énoncées dans la section suivante.

## Section III : Application à une société d'assurance mutuelle non-vie

### 1. Le portefeuille de la société

Le secteur de l'assurance est constitué de quatre principales sortes d'entités bien distinctes, à savoir :

- Les mutuelles (SMA), qui sont des sociétés de personnes à but non lucratif et régies par le Code de la Mutualité. Dans ce type de structure, les sociétaires sont les « propriétaires » de la mutuelle ; il n'y a donc pas d'actionnaires financiers ;
- Les instituts de prévoyance, qui sont des sociétés de personnes de droit privé et régies par le Code de la Sécurité Sociale ;
- Enfin, les compagnies d'assurance où l'on distingue les sociétés anonymes d'assurance ainsi que les sociétés d'assurances mutuelles (SAM). Elles se caractérisent par le fait qu'il s'agit de sociétés commerciales ayant pour vocation de réaliser des bénéfices et de les distribuer à ses actionnaires. Elles sont donc constituées d'un capital social et peuvent se financer en procédant par voie d'augmentation de capital ou d'appel public à l'épargne. Ce sont des entreprises de capitaux régies par le Code des Assurances.

C'est donc dans cette dernière catégorie que vient s'inscrire le portefeuille qui fait l'objet de notre étude.

Les sociétés d'assurances mutuelles ne peuvent se constituer qu'en rassemblant un minimum de 500 adhérents. Les produits d'assurances qu'elles commercialisent peuvent être distribués par des intermédiaires (agents généraux et courtiers) rémunérés à la commission. Cette activité étant bien entendue réglementée, l'entreprise est entièrement concernée par la nouvelle réglementation Solvabilité II et elle se doit de communiquer son reporting prudentiel (Collecte prudentielle d'ouverture – Solo) à l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR) à l'instar de ses pairs assureurs, mutuelles et instituts de prévoyance.

La trentaine de produits commercialisés par l'entreprise d'assurance étudiée se répartit en dix principaux types de contrats d'assurance venant s'inscrire eux-mêmes dans cinq lignes d'activités (LoB) :

Tableau 19 – LoB et produits du portefeuille étudié

Ligne d'activité	Type de produit
1 - Frais médicaux	Santé
2 - Protection des revenus	Maintien de revenu
7 - Incendie et autres dommages aux biens	Mortalité et santé des chevaux Santé chiens/chats Multirisques dommages événements Dommage aux biens
8 - Responsabilité Civile Générale	RC animale
10 - Pertes pécuniaires diverses	Interruption d'activité, perte d'emploi, chômage Annulation d'évènements Loyers impayés

L'essentiel de l'activité de cette société est concentré au sein des deux LoB : « Incendie et autres dommages aux biens » et « Pertes pécuniaires diverses ».

## 2. Retraitements du bilan

Cette partie expose les retraitements effectués sur les différents postes du bilan afin d'en obtenir une vision prudentielle. Les ajustements comptables sont alors effectués à partir du bilan au 31/12/2015 de la société qui se présente ainsi :

Figure 10 – Bilan social de la société au 31/12/2015

ACTIF		PASSIF	
<b>Actif Incorporel</b>	<b>238</b>	<b>Fonds propres</b>	<b>3 526</b>
<b>Placements</b>	<b>5 880</b>	Fonds d'établissement	240
Terrains et constructions	1 823	Autres réserves	12 448
Autres placements	4 057	Report à nouveau	-7 171
<b>Réassurance</b>	<b>7 231</b>	Résultat de l'exercice	-1 992
Provisions pour primes non acquises	850	<b>Provisions techniques brutes</b>	<b>10 231</b>
Provisions pour sinistres	5 717	Provisions pour primes non acquises	1 816
Provisions pour participation aux résultats	665	Provisions pour sinistres	7 585
Provisions pour risques en cours	0	Provisions pour participation aux résultats	740
<b>Créances</b>	<b>9 485</b>	Provisions pour risque d'exigibilité	0
Créances d'assurance	6 234	Provisions pour risques en cours	90
Créances de réassurance	2 468	<b>Provisions pour risques et charges</b>	<b>492</b>
Autres créances	783	<b>Autres dettes</b>	<b>9 639</b>
<b>Autres Actifs</b>	<b>582</b>	Dettes d'assurance	5 605
Actifs corporels d'exploitation	108	Dettes de réassurance	1 077
Trésorerie	475	Autres	2 958
<b>Comptes de régularisation - Actif</b>	<b>566</b>	<b>Comptes de régularisation - Passif</b>	<b>95</b>
ICNE	81	Surcôte / Décôte	95
Frais d'acquisition reportés (FAR)	482		
Charges constatées d'avance	2		
<b>TOTAL ACTIF</b>	<b>23 983</b>	<b>TOTAL PASSIF</b>	<b>23 983</b>

données en K€

Pour bien comprendre la suite des travaux effectués, il est nécessaire d'apporter quelques précisions quant à la constitution de ce bilan :

### Actif du bilan social au 31/12/2015

À l'actif du bilan, on retrouve le poste « Actifs incorporels » qui comprend les logiciels de gestion et les compléments du système d'information de la société mais aussi le poste « Placements » qui, quant à lui, se décompose en deux sous-postes distincts :

- Le premier comprenant le siège social de la société ;
- Le deuxième faisant référence aux valeurs mobilières et titres assimilés détenus par la société en France et affectables à la représentation des engagements règlementés ; valeurs qui sont estimées conformément aux dispositions des articles R. 343-9 et R. 343-10 (Cf. annexes 6.1, 6.2). Le détail des placements financiers est disponible en annexe 7.

Le poste « Réassurance » fait référence à la part des cessionnaires dans les provisions techniques. Parmi elles, on distingue :

- Les PPNA (Provisions pour Primes Non Acquises), soit 850 K€ qui correspondent aux provisions effectuées pour la fraction des primes émises qui concernent les exercices ultérieurs.

- Les provisions pour sinistres constituées des PSAP (Provisions pour Sinistres À Payer) ainsi que des IBNR<sup>22</sup>, soit 5 717 K€ constituées à la clôture de l'exercice 2015, qui revient aux réassureurs.
- Les provisions pour participation aux résultats de la société, soit 665 K€ qui revient également aux réassureurs.

Le montant élevé de ce poste illustre bien l'appétence importante pour le recours à la réassurance de ce portefeuille.

Le poste « Créances » regroupant avec distinguo notamment, les créances nées d'opérations d'assurance et celles nées d'opération de réassurance (sinistres récupérés par les réassureurs et commissions de réassurance).

Le poste « Autres actifs » d'un montant de 846 K€ concerne quant à lui :

- Les actifs corporels d'exploitation, soit 371 K€ en valeur brute et 108 K€ en valeur nette après amortissement de 264 K€ et qui regroupe l'agencement, l'aménagement des installations, le matériel d'information, le matériel de bureau, les dépôts et cautionnements.
- Les soldes des comptes courants et caisses, soit 475 K€ au 31/12/2015.

Enfin, le poste « Comptes de régularisation - Actif » est constitué notamment des :

- ICNE ou Intérêts et Loyers acquis Non Échus s'élèvent à 81 K€ au 31/12/2015.
- Les Frais d'Acquisitions Reportés (FAR) faisant référence aux frais d'acquisitions se rapportant aux primes « non acquises » à l'exercice 2015.

### Passif du bilan social au 31/12/2015

Les Fonds Propres indiqués au passif du bilan social comprennent le capital social de l'entreprise ainsi que d'autres réserves d'un montant total de 12 448 K€ qui se décompose en :

- Une réserve libre qui s'élève à 3 744 K€ ;
- La réserve pour risques exceptionnels à 7 441 K€ ;
- La réserve de prévoyance (995 K€) ;
- La réserve de capitalisation (269 K€) destinée à pallier la dépréciation ou diminution des titres à taux fixes (obligations et autres produits de taux) compris dans l'actif. En effet, en cas de vente de ces obligations, des prélèvements ou des versements sont effectués sur ce compte. Le montant de ces flux est calculé selon des modalités fixées par arrêté ministériel. Ils doivent être tels que le rendement actuariel des titres soit égal à ce qui était attendu lors de l'acquisition des titres.

À noter également que le résultat de l'exercice 2015 est négatif, ce qui indique que la société subit des pertes techniques sans doutes dues à des S/P techniques élevés ou à la part importante des primes cédées aux réassureurs.

En face des provisions techniques cédées à la réassurance dans l'actif, on retrouve celles de la société tandis que la provision pour risques et charges inscrite au passif du bilan concerne principalement un litige salarié, des intérêts de retard de paiement de la TCA<sup>23</sup> de l'exercice passé ainsi que la résiliation de certains produits.

Les impacts comptables engendrés par le passage du bilan social au bilan sous le référentiel Solvabilité II sont perceptibles dans pratiquement tous les postes. Voici le détail des écarts constatés entre le bilan social au 31/12/2015 et le bilan prudentiel réalisé en vue du reporting d'ouverture de Solvabilité II.

---

<sup>22</sup> IBNR (Incurred But Not Reported) : se dit d'un sinistre survenu mais pas encore connu de l'organisme d'assurance, ce qui justifie la constitution d'une provision qui lui est spécifique.

<sup>23</sup> TCA (Taxe sur les Conventions d'Assurance) : Impôt proportionnel créé en 1944 qui doit être acquitté sur certaines conventions d'assurance, selon le cas, par l'assureur, le courtier ou l'assuré lui-même.

Figure 11 – Bilan prudentiel au 31/12/2015 et écarts constatés avec le bilan social

<u>ACTIF</u>	Social	Solvabilité II	Écart
Actif incorporel	238	0	-238
Placements	5 880	6 118	238
Réassurance	7 231	5 722	-1 509
Créances	9 485	9 485	0
Autres actifs	582	582	0
Comptes de régularisation - Actif	566	0	-566
Impot différé - Actif		0	0
<b>TOTAL ACTIF</b>	<b>23 983</b>	<b>21 908</b>	<b>-2 075</b>

<u>PASSIF</u>	Social	Solvabilité II	Écart
BE brut + Risk margin	10 231	7 259	-2 973
Provisions pour risques et charges	492	492	0
Autres dettes	9 639	9 639	0
Comptes de régularisation - Passif	95	0	-95
Impot différé - Passif		0	0
<b>TOTAL PASSIF</b>	<b>20 457</b>	<b>17 390</b>	<b>-3 067</b>

<b>Actif Net Réévalué</b>	<b>3 526</b>	<b>4 518</b>	<b>992</b>
---------------------------	--------------	--------------	------------

(données en K€)

Les ajustements à faire afin d'obtenir le nouveau bilan prudentiel s'opèrent sur l'actif autant que sur le passif.

#### Actif du bilan Solvabilité II au 31/12/2015

Les retraitements effectués à l'actif du bilan sont les suivants :

- Les actifs incorporels de la société sont remis à 0 dans le référentiel Solvabilité II, notamment du fait de la nature de ces derniers. En effet, s'agissant principalement de logiciels de gestion et de compléments du système d'information de la société qui ne peuvent pas être revendus à d'autres utilisateurs, ils ne sont pas repris en compte dans le bilan prudentiel i.e. en vision économique.
- La valeur des placements financiers est réajustée en valeur de réalisation des actifs au 31/12/2015 (Cf. annexe 7).
- Le montant du poste « Réassurance » est redéfini en Best Estimate.
- Les FAR, ICNE et charges constatées d'avance ont été annulés.

#### Passif du bilan Solvabilité II au 31/12/2015

Le passif du bilan prudentiel de la société est constitué conformément aux exigences de la directive, à savoir :

- Des provisions techniques évaluées en Best Estimate.
- Une marge de risque calculée à partir du coût d'immobilisation du capital ainsi que des risques encourus par l'organisme d'assurance.
- Les autres dettes que détient la société.

Remarques :

- Le poste « Compte de régularisation - Passif » étant concerné uniquement par la surcote/décote des titres détenus par la société, il est remis à 0 car Solvabilité II prend déjà en compte les valeurs de réalisation des placements financiers à l'actif du bilan.
- Les impôts différés ne sont pas considérés autant à l'actif qu'au passif. La société n'étant visiblement pas en mesure de faire des bénéfices futurs, le crédit d'impôt ne peut pas être appliqué.

Enfin, l'ANR (Actif Net Réévalué) indique le montant de Fonds Propres que détient l'entreprise. Voici le détail des évolutions constatées :

Figure 12 – Passage des Fonds Propres SI aux Fonds Propres SII

	Fonds Propres comptables	3 526
Écart	BE	1 768
	dont BE sinistres brut	2 185
	dont BE primes brut	1 092
	dont BE sinistres de réassurance	-1 122
	dont BE primes de réassurance	-387
	FAR	-482
	Risk margin	-305
	Actifs en valeur de marché	238
	Comptes de régularisation (Actif & Passif)	12
	Actif incorporel	-238
	<b>Actif Net Réévalué</b>	<b>4 518</b>

(données en K€)

### 3. Retraitement des provisions

#### 3.1. Hypothèses retenues et résultats

La modélisation du Best Estimate consiste à projeter l'ensemble des flux entrants et sortants. Ainsi, il convient de projeter les primes, les sinistres, les frais ainsi que les flux de réassurance.

Le calcul effectué pour le Best Estimate a donc nécessité un certain nombre d'hypothèses. En effet, l'estimation des frais de la société, des recours, de la part des cessionnaires dans les provisions techniques ainsi que de la charge des sinistres a été réalisée à partir d'abattements obtenus par ligne d'activité grâce aux données techniques du portefeuille. À savoir :

- La charge des sinistres est donnée par le calcul d'un S/P technique sur la base de l'exercice 2015.
- Les frais ont été répartis selon trois catégories : acquisition, administration et autres charges techniques et enfin, gestion des sinistres. Un taux pour chacun des types de frais a été retenu et ceci, pour chacune des lignes d'activités du portefeuille.
- Les données relatives à la réassurance ont été établies grâce aux différents traités appliqués sur chacun des produits du portefeuille. Il en a découlé les primes et charge cédées ainsi que les commissions versées par les différents réassureurs auxquels fait appel l'organisme.
- Un taux de recours a également été estimé par ligne d'activité, certaines d'entre elles présentant des recours systématiques.

En voici un tableau récapitulatif :

Tableau 20 – Hypothèses retenues pour le calcul du Best Estimate

	LoB 1	LoB 2	LoB 7	LoB 8	LoB 12	TOTAL
<b>Taux retenus pour le calcul du Best Estimate</b>						
S/P technique 2015	56%	37%	47%	26%	47%	<b>51%</b>
Frais d'acquisition	14%	15%	38%	33%	23%	<b>23%</b>
Frais d'administration et autres charges techniques	6%	3%	13%	48%	12%	<b>10%</b>
Frais de gestion des sinistres	0%	0%	1%	9%	2%	<b>1%</b>
Recours	0%	0%	1%	0%	17%	<b>4%</b>
Primes cédées	89%	88%	98%	0%	64%	<b>88%</b>
Commission de réassurance	23%	25%	48%	0%	35%	<b>34%</b>
Sinistres récupérés	92%	95%	80%	5%	60%	<b>78%</b>

Les taux ci-dessous découlent donc des données comptables fournies par l'entreprise hormis le S/P technique 2015 calculé via la formule :

$$S/P\ technique_{2015} = \frac{Reglements_{2015} + Provisions_{2015}}{Primes\ acquises_{2015}}$$

Par ailleurs, la « meilleure estimation » des provisions techniques s'obtient par l'estimation des flux de trésorerie répartis dans le temps, il a fallu donc également répartir les montants calculés sur 2 à 6 ans en fonction des lignes d'activité. Cet écoulement a été réalisé notamment grâce aux données techniques du portefeuille i.e. en analysant les années de mouvements trésorerie par rapport aux années de survenance des sinistres. Cependant, cet écoulement paraissant différent d'une ligne d'activité à une autre, il a été établi pour chacun d'entre elles :

Tableau 21 – Écoulement de la charge des sinistres établie par LoB

Ligne d'activité	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
LoB 1	93%	7%	0%	0%	0%	0%
LoB 2	92%	8%	0%	0%	0%	0%
LoB 7	87%	10%	3%	0%	0%	0%
LoB 8	84%	16%	0%	0%	0%	0%
LoB 12	32%	49%	14%	4%	1%	0%

Enfin, la courbe des taux sans risques au 31/12/2015 donnée par l'ACPR a permis d'actualiser ces flux pour obtenir la « meilleure estimation » des provisions techniques figurant sur le bilan prudentiel.

## Résultats

Les résultats de la modélisation qui a conduit à l'évaluation des provisions techniques en Best Estimate sont donnés dans le tableau suivant et répartis par ligne d'activité :

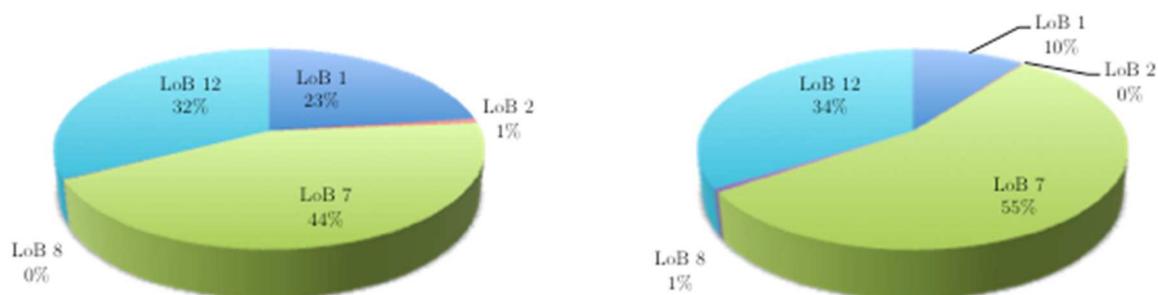
Tableau 22 – Best Estimate à fin 2015

Line of Business	BE à fin 2015		
	Brut	Réassurance	Net
1. Assurance des frais médicaux	1 589	1 464	125
2. Assurance de protection du revenu	50	47	2
7. Assurance incendie et autres dommages aux biens	3 048	2 370	679
8. Assurance de responsabilité civile générale	8	0	7
12. Assurance de pertes pécuniaires diverses	2 259	1 840	419
<b>TOTAL</b>	<b>6 954</b>	<b>5 721</b>	<b>1 232</b>

(données en K€)

La répartition des provisions à fin 2015 par LoB est donnée dans les graphiques ci-dessous qui soulignent bien les domaines d'activités les plus impactés de l'organisme (à gauche le BE brut, à droite le BE net de réassurance) :

Figure 13 – Répartition des provisions recalculées par LoB



À noter que la répartition par LoB a été établie grâce à une table de correspondance Produit/LoB et que les Best Estimate bruts et de réassurance ont été établis en distinguant ceux des primes et ceux des réserves dont le détail des calculs est donné dans la suite.

### 3.2. Application des méthodes de provisionnement

Les méthodes de provisionnement présentées à la section II, partie 2 ont été appliquées sur le portefeuille étudié. Cependant, par soucis d'historique relativement faible pour compléter les triangles des sinistres et à la demande de l'organisme d'assurance, les calculs ont été réalisés uniquement sur la ligne d'activité 12 (pertes pécuniaires). Les provisions utilisées pour le reste des lignes d'activité ont été reprises des données comptables. Les données historiques ainsi recueillies s'étalent de 2010 à 2015.

#### Chain Ladder

Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus par la méthode de Chain Ladder :

Figure 14 – Application de la méthode de Chain Ladder

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5
2010	1 556	4 739	5 353	5 477	5 581	5 642
2011	2 783	5 887	6 787	7 027	7 112	7 189
2012	3 859	9 883	11 517	12 094	12 276	12 410
2013	3 875	8 917	10 832	11 263	11 433	11 557
2014	870	2 512	2 944	3 061	3 108	3 142
2015	980	2 417	2 833	2 945	2 990	3 022

(données en K€)

Coeff CL	2,467	1,172	1,040	1,015	1,011	-
----------	-------	-------	-------	-------	-------	---

Par une lecture diagonale de la charge cumulée des sinistres, les provisions pour sinistres recalculées par la méthode de Chain Ladder pour le LoB 12 s'élèvent donc à : 3 792 K€.

#### Bornhuetter Ferguson

Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus par la méthode de Bornhuetter Ferguson basée sur les primes récoltées à chaque exercice et la charge ultime des sinistres :

Figure 15 – Application de la méthode de Bornhuetter Ferguson

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5	Primes	Charge ultime
2010	1 556	4 739	5 353	5 477	5 581	5 642	7 029	5 642
2011	2 783	5 887	6 787	7 027	7 112	7 182	8 069	6 477
2012	3 859	9 883	11 517	12 094	12 267	12 369	11 739	9 423
2013	3 875	8 917	10 832	11 028	11 192	11 288	11 102	8 912
2014	870	2 512	3 051	3 160	3 251	3 305	6 166	4 949
2015	980	3 330	3 785	3 876	3 953	3 998	5 193	4 168

(données en K€)

Cadence	0,276	0,840	0,949	0,971	0,989	1,000
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

S/P cible	80%
-----------	-----

L'hypothèse forte du S/P cible pour la méthode de Bornhuetter a été établi par rapport à l'exercice de complet de 2010 :  $5642/7029 = 80 \%$ .

Au final, les provisions pour cette méthode s'établissent à : 4 612 K€.

### Approche d'incertitude Mack 93

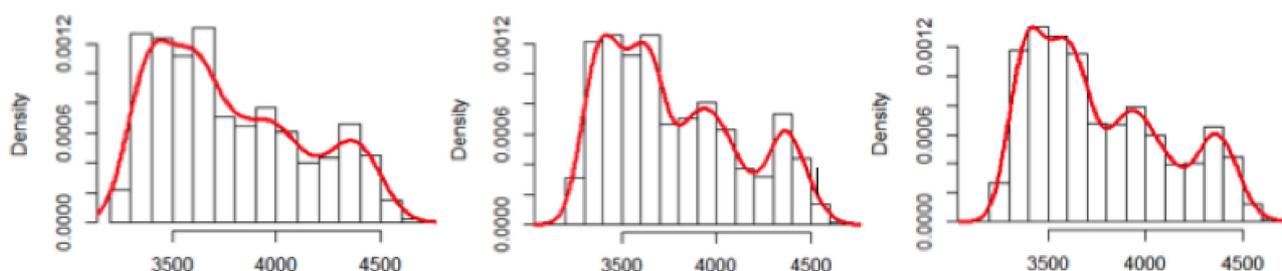
Il s'agit de reprendre le triangle de la charge cumulée des sinistres complété par Chain Ladder puis d'établir l'erreur quadratique qui se dégage des estimations par année de survenance. L'erreur quadratique cumulée vaut alors : 773 K€ soit 20 % des provisions pour sinistres recalculées à partir de la méthode de Chain Ladder. Les étapes de calcul qui ont permis d'aboutir à ce résultat sont données en annexe 8.1.

### Bootstrap

Les calculs intermédiaires pour la méthode de ré-échantillonnage sont donnés à l'annexe 8.2. Cependant, il est intéressant de visualiser la distribution engendrée par les B-simulations. Dans le cas de l'étude, la méthode a été simulée 1 000, 5 000 et 10 000 fois.

Les histogrammes ci-dessous ont été obtenus à l'aide du logiciel R pour chaque valeur de B (de gauche à droite, pour 1 000, 5 000 et 10 000 simulations) :

Figure 16 – Distribution des provisions recalculées par la méthode du Bootstrap



Il semblerait que les distributions des provisions recalculées via la méthode de Bootstrap sont de queues épaisses. On peut en déduire que la VaR associée devrait être plus importante que celle de la formule standard pour le calcul des provisions techniques en Best Estimate.

Le tableau ci-dessous récapitule selon les différents niveaux de quantiles (et donc de VaR), les provisions recalculées par cette méthode de ré-échantillonnage.

Tableau 23 – Provisions pour sinistres exprimées selon différents niveaux de confiance

Nombre de simulations	Quantiles				
	50%	75%	80%	95%	99,5%
1 000	3 684	4 036	4 130	4 421	4 529
5 000	3 684	4 019	4 102	4 418	4 555
10 000	3 678	4 019	4 109	4 414	4 543

(données en K€)

## Synthèse

Les résultats obtenus dans cette partie soulignent des différences entre les différentes méthodes de provisionnement. Ci-dessous un tableau récapitulatif des montants de provisions d'après chacune des méthodes classées par ordre croissant (les données par Bootstrap sont celles qui découlent des 10 000 simulations).

Tableau 24 – Résultats obtenus et comparaison

Rank	Méthode	Provision	Écart avec préc.	Écart cumulé	Écart cumulé (%)
1	Bootstrap 50%	3 678	-	-	-
2	Chain Ladder	3 792	114	114	-3%
3	Bootstrap 75%	4 019	227	341	-8%
4	Bootstrap 80%	4 109	90	431	-10%
5	Bootstrap 95%	4 414	305	736	-17%
6	Bootstrap 99,5%	4 543	129	865	-19%
7	Mack 93 (CL + %)	4 565	22	887	-19%
8	Bornhuetter Ferguson	4 612	47	934	-20%

(données en K€)

Il est ainsi intéressant d'évaluer quelle est la méthode la plus prudente et celle qui l'est le moins. Mais aussi, selon Solvabilité II, quelle méthode est la plus réaliste. En annexe 8.3, un deuxième tableau est disponible, cette fois-ci comparant les résultats obtenus par toutes les méthodes entre elles.

### 3.3. Best Estimate brut de réassurance

Le calcul des provisions techniques selon la vision économique que propose la directive Solvabilité II a été établi en distinguant les Best Estimate de sinistres des Best Estimate de primes.

#### 3.3.1. Best Estimate de sinistres

##### Résultats

Le tableau ci-dessous donne les résultats du Best Estimate de sinistres brut de réassurance de la société par ligne d'activité :

Tableau 25 – Best Estimate de réserves brut de réassurance

	LoB 1	LoB 2	LoB 7	LoB 8	LoB 12	TOTAL
<b>BE DE RÉSERVES BRUT</b>						
dont Prestations payées	1 565	50	1 607	7	3 792	<b>7 021</b>
dont Frais d'administration et ACT	0	0	0	0	0	<b>0</b>
dont Frais de gestion sinistres	3	0	41	1	67	<b>112</b>
dont PB	0	0	740	0	0	<b>740</b>
dont Recours	0	0	47	0	1 622	<b>1 669</b>
<b>TOTAL non actualisé</b>	<b>1 567</b>	<b>50</b>	<b>2 342</b>	<b>8</b>	<b>2 237</b>	<b>6 204</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1 574</b>	<b>50</b>	<b>2 352</b>	<b>8</b>	<b>2 246</b>	<b>6 230</b>

(données en K€)

La charge des sinistres a été calculée de la manière suivante :

- Les PSAP comptables ont été réparties par LoB et projetées à l'aide de la méthode de Chain Ladder pour le LoB 12 ;
- L'écoulement de la charge ultime des sinistres a été obtenu à partir des données de la base sinistre, c'est à dire en croisant les années de mouvements avec les sinistres survenus. Ce sont alors les taux suivants par LoB qui ont été retenus :

Tableau 26 – Écoulement de la charge des sinistres par LoB

Ligne d'activité	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
<b>LoB 1</b>	93%	7%	0%	0%	0%	0%
<b>LoB 2</b>	92%	8%	0%	0%	0%	0%
<b>LoB 7</b>	87%	10%	3%	0%	0%	0%
<b>LoB 8</b>	84%	16%	0%	0%	0%	0%
<b>LoB 12</b>	32%	49%	14%	4%	1%	0%

Les frais d'administration et autres charges techniques n'ont pas été pris en compte pour le Best Estimate de sinistres ; la raison étant que le scénario de cession de portefeuille est évoqué par la société (scénario confirmé à fin 2016).

Le montant de participation aux bénéficiaires s'établit à 740 K€ et concerne essentiellement le LoB 7 (Incendie et autres dommages aux biens). C'est le montant figurant sur les données comptables qui a été projeté.

Quant aux recours, ils ont également fait l'objet d'un calcul à travers la méthode de Chain Ladder (triangle disponible à l'annexe 9).

### Comparaison SI/SII

Il est également intéressant d'observer les différences entre les provisions techniques calculées sous Solvabilité I avec la meilleure estimation qui en découle. Pour cela, il convient de prendre en compte dans les provisions, celles en rapport avec les sinistres déjà survenus comme il a été précisé dans la section II.

Tableau 27 – Comparaison des provisions SI et SII pour le Best Estimate de réserves

	LoB 1	LoB 2	LoB 7	LoB 8	LoB 12	TOTAL
<b>PROVISIONS POUR SINISTRES SI</b>	<b>1 646</b>	<b>52</b>	<b>2 458</b>	<b>8</b>	<b>4 160</b>	<b>8 325</b>
dont Provisions pour sinistres	1 565	50	1 607	7	4 432	7 661
dont Provisions pour tardifs	6	0	84	1	317	408
dont Provisions pour frais de gestion des sinistres	76	2	78	0	215	371
dont Provisions de recours			0			0
dont Prévisions de recours à encaisser	0	0	52	0	804	855
dont Provisions pour participation aux résultats	0	0	740	0	0	740
<b>BE DE RÉSERVES BRUT (après actualisation)</b>	<b>1 574</b>	<b>50</b>	<b>2 352</b>	<b>8</b>	<b>2 246</b>	<b>6 230</b>
dont Prestations payées	1 565	50	1 607	7	3 792	7 021
dont Frais d'administration et ACT	0	0	0	0	0	0
dont Frais de gestion sinistres	3	0	41	1	67	112
dont Recours	0	0	47	0	1 622	1 669
dont Provisions pour participation aux résultats	0	0	740	0	0	740
<b>ÉCART (SII - SI)</b>	<b>-72</b>	<b>-2</b>	<b>-106</b>	<b>-1</b>	<b>-1 914</b>	<b>-2 095</b>

*(données en K€)*

Les provisions pour sinistres brutes de réassurance sous Solvabilité II permettent donc d'engendrer un gain considérable de plus de 2 millions d'euros et ceci grâce aux écarts constatés suivants :

- -640 K€ dû au recalcul de la charge finale sur le LoB 12 ;
- -818 K€ dû au recalcul des recours sur le LoB 12 ;
- -408 K€ d'annulation des IBNR ;
- -260 K€ de frais.

### 3.3.2. Best Estimate de primes

#### Résultats

Ci-dessous le tableau explicatif pour le montant du Best Estimate de primes :

Tableau 28 – Best Estimate de primes brut de réassurance

	LoB 1	LoB 2	LoB 7	LoB 8	LoB 12	TOTAL
<b>BE DE PRIMES BRUT</b>						
dont Primes	5	1	407	0	194	<b>608</b>
dont Prestations payées	18	1	792	0	169	<b>980</b>
dont Frais d'acquisition	1	0	136	0	44	<b>181</b>
dont Frais d'administration et ACT	1	0	173	0	20	<b>194</b>
dont Frais de gestion sinistres	0	0	5	0	3	<b>8</b>
dont Recours	0	0	7	0	29	<b>36</b>
<b>TOTAL non actualisé</b>	<b>15</b>	<b>-1</b>	<b>693</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>720</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>-1</b>	<b>696</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>724</b>

*(données en K€)*

En ce qui concerne le Best Estimate de primes, il repose principalement sur deux hypothèses : la frontière des contrats ainsi que le Loss Ratio à prendre en considération afin d'estimer les prestations à payer liées aux événements futurs.

Quant au portefeuille étudié, les primes projetées sont celles des contrats dont les dates de début de garantie et date de fin sont respectivement le 01/01/2015 et le 31/12/2015.

Dès lors, les prestations à payer ont été calculées à partir des sinistres à survenir parmi les contrats futurs ainsi que sur les PPNA.

Quant aux frais d'acquisitions, d'administration et de gestion des sinistres, ils ont été projetés à l'aide des hypothèses techniques établies précédemment.

### Comparaison SI/SII

Le BE de primes d'un montant de 724 K€ est à mettre en regard des PPNA à fin 2015 (1 732 K€) :

Tableau 29 – Comparaison des provisions SI et SII pour le Best Estimate de primes

	LoB 1	LoB 2	LoB 7	LoB 8	LoB 12	TOTAL
<b>PROVISIONS PPNA SI</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>1 535</b>	<b>0</b>	<b>169</b>	<b>1 732</b>
<b>BE DE PRIMES BRUT (après actualisation)</b>	<b>15</b>	<b>-1</b>	<b>696</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>724</b>
dont Primes	5	1	407	0	194	608
dont Prestations payées	18	1	792	0	169	980
dont Frais d'acquisition	1	0	136	0	44	181
dont Frais d'administration et ACT	1	0	173	0	20	194
dont Frais de gestion sinistres	0	0	5	0	3	8
dont Recours	0	0	7	0	29	36
<b>ÉCART (SII - SI)</b>	<b>-12</b>	<b>-1</b>	<b>-839</b>	<b>0</b>	<b>-156</b>	<b>-1 008</b>

(données en K€)

Les écarts constatés entre les provisions comptables et sous Solvabilité II, proviennent des éléments suivants :

- Un résultat sur primes nouvelles de 130 K€ ;
- Un boni sur les PPNA de 861 K€ qui est dû notamment au S/P technique 2015 estimé de la ligne d'activité 7 (47 %).

### 3.4. Best Estimate de réassurance

Le Best Estimate de réassurance a été calculé sur la base des Best Estimate brutes de réserves et de primes. Pour le Best Estimate de réserves, les sinistres récupérés ont été calculés à partir des sinistres projetés et un montant de participation aux bénéfices de 665 K€ a également été pris en compte dans la modélisation.

Tableau 30 – Best Estimate de réserves de réassurance

	LoB 1	LoB 2	LoB 7	LoB 8	LoB 12	TOTAL
<b>BE DE RÉSERVES DE RÉASSURANCE</b>						
dont Sinistres récupérés	1 445	48	1 770	0	1 810	<b>5 072</b>
dont PB	0	0	665	0	0	<b>665</b>
<b>TOTAL non actualisé</b>	<b>1 445</b>	<b>48</b>	<b>2 435</b>	<b>0</b>	<b>1 810</b>	<b>5 737</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1 451</b>	<b>48</b>	<b>2 445</b>	<b>0</b>	<b>1 818</b>	<b>5 763</b>

(données en K€)

C'est à partir des données comptables qu'un taux de cession de primes et de commissionnement ont été appliqués sur l'ensemble des primes projetées. De même, un taux de cession de sinistres a également été appliqué afin d'estimer les sinistres cédés liés aux primes nouvelles.

Tableau 31 – Best Estimate de primes de réassurance

	LoB 1	LoB 2	LoB 7	LoB 8	LoB 12	TOTAL
<b>BE DE PRIMES DE RÉASSURANCE</b>						
dont Primes cédées	5	1	375	0	123	<b>505</b>
dont Commissions de réassurance	1	0	167	0	43	<b>212</b>
dont Sinistres récupérées	17	1	133	0	102	<b>253</b>
<b>TOTAL non actualisé</b>	13	0	-75	0	22	<b>-41</b>
<b>TOTAL</b>	13	0	-75	0	22	<b>-40</b>

*(données en K€)*

### 3.5. La marge de risque

La marge de risque est obtenue conformément aux articles 47, 38 et 58 du règlement délégué 2015/35. Il y est clairement indiqué que certains modules du SCR comme le risque de marché ne sont à prendre en considération seulement s'il s'agit d'un montant significatif. Toutefois et par mesure de prudence, le SCR projeté est le SCR total. Quant à la durée du portefeuille nécessaire au calcul, elle a été établie en fonction de l'écoulement des flux de passifs (BE bruts), soit 1,2 année.

La marge de risque obtenue s'élève alors à 305 K€.

## 4. Capital requis et couverture

### 4.1. Le capital de solvabilité requis

Le SCR global de l'entreprise d'assurance au 31/12/2015 s'élève à 4 211 K€. La figure ci-dessous explicite les montants propres à chacun des modules et sous-modules de risques énoncés à la section II :

Figure 17 – SCR global du portefeuille

(données en K€)

<b>SCR</b>		4 211	
<b>Adjustement</b>		0	
<b>BSCR</b>		3 268	
Sum of risks		4 315	
Diversification effect		1 047	
<b>SCR operational</b>		943	
<b>SCR Market</b>		1 131	
Sum of risks		1 740	
Diversification effect		609	
<b>Risk Interest Rates</b>		102	
<b>Risk Equity</b>		339	
<b>Risk Real Estate</b>		515	
<b>Risk Spread</b>		292	
<b>Risk Concentration</b>		492	
<b>Risk FX</b>		0	
<b>SCR Counterparty</b>		1 305	
Sum of risks		1 346	
Diversification effect		42	
<b>Reinsurers exposure</b>		191	
<b>Exposure to intermediaries</b>		1 155	
<b>SCR Non Life</b>		1 860	
Sum of risks		2 312	
Diversification effect		452	
<b>Risk Reserves &amp; Premium</b>		1 467	
<b>Risk Cat</b>		834	
<b>Risk Lapses</b>		11	
<b>SCR Health</b>		19	
Sum of risks		19	
Diversification effect		0	
<b>SCR Health Cat</b>		0	
<b>SCR Health NSLT</b>		19	
Sum of risks		20	
Diversification effect		0	
<b>Risk Reserves &amp; Premium</b>		19	
<b>Risk Lapses</b>		0	
<b>SCR intangible</b>		0	

Remarques :

- Le capital de solvabilité requis pour le risque de souscription en santé est faible. Cela est dû à l'intégration à 100 % de la réassurance dans la modélisation ;
- Le gain de diversification engendré par les matrices de corrélation représente une diminution considérable de plus de 20 %.

Le capital de solvabilité requis pour le portefeuille étudié a été déterminé pour chacun des modules de risques.

#### SCR de marché

Le capital requis pour le risque de marché de l'entreprise s'élève à 1 131 K€. Il est constitué de plusieurs éléments dans le cadre de l'étude.

##### Le risque de taux d'intérêt

L'exigence en capital pour couvrir le risque de taux s'élève à 120 K€. Il correspond à la perte de Fonds Propres qui résulterait d'une hausse ou d'une baisse des taux d'intérêts sans risques. Pour ce faire, il a fallu effectuer des chocs sur l'actif ainsi que sur le passif du portefeuille (i.e. les obligations et les provisions exprimées en Best Estimate).

L'environnement actuel engendre des taux d'intérêts sans risque négatifs à court terme ; une caractéristique qui ne permet pas d'effectuer des chocs à la baisse (article 167 du règlement délégué). De plus, le Best Estimate de l'entreprise étant projeté sur un horizon de cinq années seulement, le scénario de baisse des taux ne modifie pas son montant. En revanche, le portefeuille obligataire s'écoulant sur plus vingt années (une des obligations arrivant à maturité en 2049), voit logiquement sa valeur de marché augmenter en cas de scénario de baisse des taux.

Ainsi, un choc à la baisse des taux est favorable : le SCR de taux n'est donc pas engendré par une baisse des taux.

Il convient maintenant d'examiner le cas d'une hausse des taux d'intérêt sans risque. La durée du passif ainsi que les taux à court terme étant relativement faibles, une hausse des taux n'impacte pas significativement les flux. Concernant le portefeuille obligataire, celui-ci diminue mais sa valeur, correspondant à environ 40 % des placements de l'entreprise, n'entraîne pas une baisse considérable de ses Fonds Propres.

#### Le risque action

Le portefeuille d'actifs financiers de type R. 332-20 est constitué essentiellement d'actions de type 1 (i.e. dans l'OCDE) ainsi que de participations en OPCVM que nous avons traitées de la même manière que des actions de type 1.

Le règlement délégué indique un taux de choc de 39 % pour ce type d'actions. Cependant, et comme souhaité par la direction technique de l'entreprise, c'est la mesure transitoire dictée par l'ACPR qui a été prise en compte aux fins du calcul du capital de solvabilité requis pour le risque actions, à savoir un choc de 22 % appliqué à l'ensemble des placements en actions de type 1. Le SCR action s'établit ainsi à 339 K€.

#### Le risque immobilier

Un choc de 25 % a été effectué sur l'ensemble du portefeuille d'actifs immobiliers soit 2 060 K€. Le SCR immobilier s'établit à 515 K€.

#### Le risque de marge ou « spread »

Le choc doit être appliqué aux obligations en portefeuille et son calcul repose sur les caractéristiques de ces titres (durée, rating, etc.). La durée de chacun des titres obligataires en portefeuille a été établie, puis leurs notations financières ont été identifiées afin d'appliquer les chocs définis dans les spécifications techniques. Le SCR de marge ou « spread » représente 292 K€.

#### Le risque de concentration

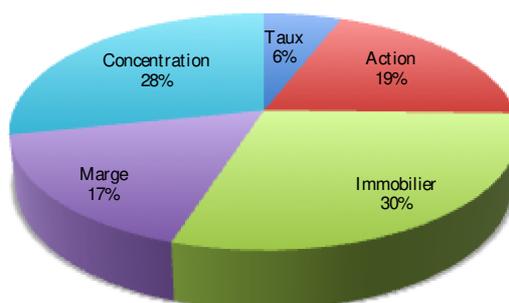
Le SCR de concentration cherche à valoriser le risque de contrepartie lié aux placements financiers. Il a donc été nécessaire de regrouper l'ensemble des titres de placements par émetteurs puis d'en identifier les notations financières. Son montant s'élève à 492 K€.

#### Le risque de change

Tous les placements financiers étant libellés en euros, le calcul de SCR de change n'est pas applicable à l'entité.

Voici une représentation graphique du volume qu'occupe chacun des sous-modules de risques dans le SCR de marché avant diversification :

**Graphique 4 – Répartition du SCR de marché à travers les sous-modules de risques**



**SCR de défaut**

Les expositions au risque de défaut ont été réparties selon qu'elles soient de type 1 ou de type 2. Au total, l'exigence en capital pour ce module de risque est de 1 305 K€ et le bénéfice de diversification engendré par la matrice de corrélation relative aux deux types d'exposition est de 42 K€.

Les expositions de type 1

Le SCR de contrepartie à fin 2015 pour les expositions de type 1 s'élève à 191 K€. Il concerne principalement les créances de réassurance ainsi que les états en banques et autres dépôts. Le Best Estimate de réassurance a également été réaffecté prudemment par assureur ainsi que les montants recouvrables au titre des risques de souscription non-vie et santé du SCR. Les montants en banque et dépôt ainsi que ceux affectés à chaque réassureur sont présents dans le tableau récapitulatif ci-dessous :

**Tableau 32 – Expositions à signature unique pour le risque de défaut de type 1**

Libellé	Rating	Valeur au 31/12/2015
<b>Réassurance</b>		<b>11 210</b>
Réassureur 1	AA	416
Réassureur 2	AA	252
Réassureur 3	A	3 358
Réassureur 4	AA	3 357
Réassureur 5	AA	3 768
Réassureur 6	Unrated	35
Réassureur 7	AA	153
Réassureur 8	BBB	-135
Réassureur 9	A	7
<b>Comptes courants</b>		<b>467</b>
Dépôts et cautionnement	Unrated	2
Dépôts et cautionnement loyer	Unrated	0
Banque 1	A	464
Banque 2	Unrated	0

(données en K€)

Les expositions de type 2

Le SCR de contrepartie pour ce type d'exposition s'élève à 1 155K€. Il concerne essentiellement les créances nées d'opérations d'assurance directe en les distinguant selon qu'elles datent de plus ou de moins de 3 mois. Elles sont réparties dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 33 – Créances pour le risque de défaut de type 2**

Libellé	+/- 3 mois	Valeur au 31/12/2015
Créances nées d'opérations d'assurance	-3 mois	6 234
<b>Autres créances</b>		<b>783</b>
CMU	-3 mois	189
Organisme OC3S	+ 3 mois	20
État - Impôt sur les sociétés	+ 3 mois	117
TCA - Régularisation année N	-3 mois	400
Taxe sur les salaires	-3 mois	34
Autres impôts	-3 mois	20
Collectif 4080000	-3 mois	2
Associés comptes courants	-3 mois	0

(données en K€)

La différence entre ces deux montants provient du fait que les contreparties concernées par le caractère « type 1 » sont le plus souvent bien notées. La probabilité de défaut des détenteurs de créances est donc estimée comme étant quasi-nulle et le capital à détenir qui en découle reste faible.

**SCR de souscription non-vie**

Après diversification, le besoin en capital pour le module de souscription non-vie s'élève à 1 860 K€. Le détail du capital de solvabilité requis au 31/12/2015 est donné dans le tableau récapitulatif ci-dessous :

**Tableau 34 – Récapitulatif des sous-modules du risque de souscription non-vie**

Risque de primes et réserves en non-vie	1 467
Risque de cessation en non-vie	11
Risque de catastrophe en non-vie	834
Catastrophes naturelles	161
Incendie	818
Responsabilité civile générale	0
Autres	46
Somme des composantes	2 312
Bénéfice de diversification	452
<b>SCR non-vie</b>	<b>1 860</b>

*(données en K€)*

Le risque de primes et réserves en non-vie

Le SCR pour le risque de prime et réserve en non-vie s'élève à 1 467 K€. Les volumes pris en compte dans ce sous-module de risque ont été calculés sur la base des primes et Best Estimate nets de réassurance ; la contrepartie correspondante ayant par ailleurs été prise en compte dans le risque de contrepartie.

À noter que, s'agissant de produits commercialisés uniquement en France métropolitaine, aucune diversification géographique n'a été appliquée. Le coefficient de diversification géographique retenu s'élevant alors à 1, le volume global du risque est égal à la somme des volumes de primes et de réserves.

Le risque de cessation en non-vie

Le SCR pour risque de cessation en non-vie a été calculé en conformité avec l'article 118 du règlement délégué. Il s'élève à 11 K€.

Le risque de catastrophe en non-vie

Le risque catastrophe en non-vie de la société s'établit à 834 K€, il est constitué essentiellement de trois sous-modules de risque :

Le risque de catastrophe naturelle : les contrats relatifs aux produits offrant une garantie contre les catastrophes naturelles ont été analysés afin d'en déduire les expositions pour chaque département de France métropolitaine. Les traités de réassurances en Quote-Part correspondants ont également été pris en compte et les montants cédés en réassurance pris en compte dans le risque de défaut selon les contreparties. Le SCR pour le risque de catastrophe naturelle en non-vie s'élève à 161 K€.

Le risque de catastrophe d'origine humaine : seul le risque incendie et les primes du LoB 8 sont concernés. L'exposition retenue pour le risque incendie est conforme à ce qui est énoncé dans les spécifications techniques. Le SCR pour le risque de catastrophe d'origine humaine en non-vie s'élève à 818 K€.

Les autres risques de catastrophe en non-vie : seules les activités d'assurance de pertes pécuniaires sont concernées. La meilleure estimation des primes à acquérir ainsi que la réassurance concernée ont été prises en comptes. Le SCR pour les autres risques de catastrophe en non-vie obtenu est de 46 K€.

## SCR de souscription santé

### Le risque de primes et réserves en santé non-SLT

Le risque de primes et réserves en santé non-SLT a été traité de la même manière que celui pour le module non-vie, à noter que les produits de santé proposés ont été répartis entre le LoB 1 et 2 selon la table de correspondance LoB/Produits. Le SCR pour ce sous-module de risque s'élève à 19 K€.

### Le risque de cessation en santé non-SLT

Comme pour le risque de cessation en non-vie, le SCR pour risque de cessation en santé a été calculé en conformité avec l'article 159 du règlement délégué. Le SCR pour le risque de cessation en santé non-SLT est quasi-nul.

### Le risque de catastrophe en santé

Le besoin en capital pour le risque de catastrophe en santé a été calculé en conformité avec les articles 161 à 163 du règlement délégué ; par ailleurs, les sinistres étant désormais cédés à 100 %, le SCR pour le risque de catastrophe en santé est nul.

Finalement, après diversification, le besoin en capital pour le module de souscription santé s'élève à 19 K€. Ce faible montant s'explique notamment par le fait que le portefeuille de contrats couvrants les frais de santé de l'entreprise est réassuré à 100 % auprès d'un même réassureur. À noter qu'en contrepartie, les montants cédés ont été repris dans le risque de défaut.

## Les autres modules de risque

Le SCR opérationnel a été reconstitué grâce aux formules énoncées à la section II. Celui-ci s'élève à 943 K€.

Les actifs incorporels de la société ayant été annulés lors du passage du bilan social au bilan prudentiel, la société n'est pas tenue de couvrir le module de risque « intangibles » du SCR.

Enfin, le module « ajustements » du SCR prend en compte deux éléments :

- Les ajustements visant à tenir compte de la capacité d'absorption de pertes des provisions techniques ;
- Et les ajustements visant à tenir compte de la capacité d'absorption de pertes des impôts différés.

L'entreprise étudiée exerçant une activité d'assurance non-vie exclusivement ne prend donc pas en considération les ajustements visant à tenir compte de la capacité d'absorption de pertes des provisions techniques. Par ailleurs, les impôts différés étant évalués à 0, le module ajustement du SCR global est alors considéré comme nul.

## 4.2. Le capital minimum requis

L'exigence minimale en capital a été calculée conformément aux articles 250 et 253 du règlement et à l'article 129 de la directive OMNIBUS 2009L0138. Elle repose sur les formules énoncées à la section II. Dès lors, on retient les résultats suivants :

- Le MCR linéaire s'établit à 447 K€ ;
- Le MCR plancher et plafond s'élèvent respectivement à 1 051K€ et 1 892 K€ et correspondent à 25 % et 45 % du capital de solvabilité requis ;
- Le MCR combiné évalué d'après la formule de la section II correspond au MCR plancher et est donc évalué à 1 051 K€.

En tout état de cause, les spécifications techniques énoncent un MCR plancher absolu pour les entreprises exerçant une activité d'assurance non-vie de 2,5 M€. Ce même montant s'élève alors à 3,7 M€ lorsque ladite entreprise commercialise des produits en lien avec la responsabilité civile. Le capital minimum requis retenu pour le portefeuille étudié est de 3,7 M€.

### 4.3. Couverture

Afin d'évaluer la solvabilité de l'entreprise d'assurance, l'autorité de contrôle a mis en place un indicateur appelé ratio de solvabilité (« solvency ratio » ou « coverage ratio »), établi selon la relation suivante :

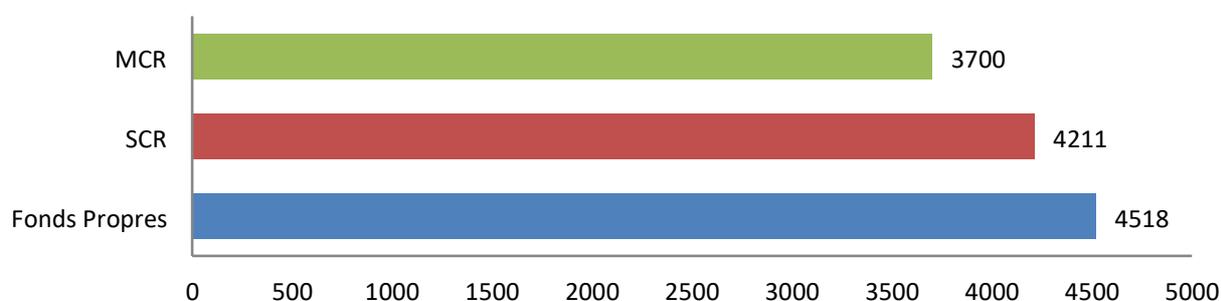
$$S2SR = \text{Fonds Propres} / \text{SCR}$$

Le SCR à prendre en compte a été défini à la section II. Quant aux Fonds Propres, ils sont issus du calcul actuariel du bilan prudentiel, à savoir la valeur de marché des actifs diminuée du Best Estimate et de la marge de risque (i.e. l'ANR).

Dans le cadre de l'étude, le SCR de la société s'élève à 4 211 K€ et ses Fonds Propres à 4 518 K€. Le ratio de solvabilité obtenu est alors de 107 %.

De la même manière, il est également possible d'évaluer le taux de couverture du minimum de capital requis pour la société ; celui-ci s'élevant à 3,7 M€, son taux de couverture est de 122 %.

Graphique 5 – MCR, SCR et Fonds Propres de la société au 31/12/2015 en K€



À l'image du portefeuille étudié, le ratio de solvabilité de chaque entreprise assujettie à la directive doit être supérieur à 100 %. Il est réputé très volatile notamment du fait des paramètres choisis pour la modélisation actuarielle. Par ailleurs, des limites quantitatives sont imposées pour déterminer le montant des Fonds Propres éligibles en couverture respectivement du SCR et du MCR. Ce sont ces éléments qui seront étudiés dans la section suivante.

Enfin, à titre informatif, il est intéressant de souligner qu'une étude réalisée par l'ACPR évalue à plus de 60 % les organismes qui affichent un surplus supérieur à 100 % du SCR (soit un taux de couverture supérieur à 200 %) et à plus de 70 % ceux qui couvrent trois fois le MCR (surplus supérieur à 200 %).

## Section IV : Analyse des sensibilités et approche stratégique

L'objectif de cette dernière section est de proposer une étude allant au-delà de la simple mise en œuvre des fondements de la directive. Solvabilité II, et en particulier son premier pilier, repose sur toute une série de paramètres eux-mêmes réévalués lors de chaque nouvelle étude quantitative d'impact. D'autre part, la revalorisation des provisions techniques en « meilleure estimation » nécessite parfois une prise d'hypothèses importante ; une singularité qui laisse une marge de manœuvre aux sociétés d'assurances afin de calibrer leurs modèles.

En effet, plusieurs éléments sont à définir dans le calcul du Best Estimate tels que les sinistres à venir, la frontière des contrats ou encore les frais généraux de la société. Et, bien que toutes les hypothèses retenues se doivent d'être traçables, les entreprises d'assurance restent libres de les définir.

Ainsi, tout l'enjeu de cette section est de proposer une vision de Solvabilité II allant au-delà de la pratique et qui permettrait d'amplifier la solvabilité de la société. Pour ce faire, plusieurs caractéristiques du portefeuille ont été modifiées afin d'analyser les effets positifs / négatifs qui en découlent. Le but étant d'obtenir au terme de cette section, une combinaison des différents retraitements effectués pouvant améliorer la solvabilité de l'entreprise.

### 1. Sensibilité des paramètres techniques retenus pour la modélisation

Dans cette première partie, il s'agit de remettre en cause certaines hypothèses retenues dans le cadre du calcul des provisions techniques revalorisées en Best Estimate. Plusieurs leviers seront utilisés afin de mesurer les impacts qui auraient pu découler de la prise en compte d'hypothèses différentes.

#### 1.1. Hypothèses retenues

##### 1.1.1. Frais de la société

#### Prise en compte des frais administratifs et autres charges techniques

Les frais d'administration sont les frais liés à l'administration des polices, aux contrats de réassurance et aux véhicules de titrisation. Ils comprennent notamment les frais d'encaissement des primes, d'administration des polices, les frais liés à la gestion du terme ou des contentieux.

Le scénario d'une éventuelle absorption du portefeuille courant 2016 étant évoqué, ces frais n'ont pas été projetés pour le calcul du Best Estimate de réserves. Le but étant d'observer les répercussions qu'auraient pu avoir cette prise de position sur les indicateurs de performance et de solvabilité de la société d'assurance.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 35 – Conséquence de la projection des frais administratifs et autres charges techniques

	BE brut	BE de réassurance	BE net	SCR global	ANR	Free surplus	Couverture
Scénario central	6 954	5 722	1 231	4 211	4 518	308	107%
Projection des frais administratifs	7 783	5 763	2 020	4 210	3 728	-483	89%
écart avec scénario central	830	41	789	0	-791	-790	-18,77 pt(s)

(données en K€)

Les données étant présentées en K€, il semblerait que la projection de tels frais supplémentaires aurait eu de lourdes conséquences sur le caractère solvable de l'organisme d'assurance étudié, à savoir :

- Près de 1M€ de provisions nettes de réassurance supplémentaires ;
- Une légère diminution du capital de solvabilité requis ; ceci étant dû au fait que seuls les risques de souscription sont concernés, d'autant plus que le risque de souscription en santé est négligeable.

De ce fait, il vient une diminution nette de l'ANR de l'entreprise et un SCR trop élevé. L'entreprise ne couvre alors pas le capital de solvabilité requis et risque une intervention du régulateur voir même un retrait d'agrément.

### Modification des taux de frais appliqués

Il a été convenu que les taux de frais retenus pour la modélisation des Best Estimate de primes et de réserves du portefeuille, sont ceux énoncés au tableau 20 de la section III. Ces derniers ont bien évidemment été calibrés via les données techniques relatives à l'activité de la société. Et, bien qu'ils représentent une infime part de la charge globale des sociétés d'assurance, leur paramétrage est susceptible d'affecter significativement les indicateurs de la performance de l'entreprise.

En effet, une sous-évaluation des frais projetés auxquels doit faire face l'entreprise risque de mettre en péril le caractère solvable recherché par le régulateur à travers Solvabilité II. À contrario, une surévaluation des frais de l'entreprise dans le Best Estimate risque de dégrader ses indicateurs de performance.

Le tableau ci-dessous renseigne les résultats obtenus en augmentant et diminuant les taux frais retenus de 10 % :

Tableau 36 – Conséquence de l'augmentation / la baisse des frais de la société

	BE brut	BE de réassurance	BE net	SCR global	ANR	Free surplus	Couverture
<b>Scénario central</b>	<b>6 954</b>	<b>5 722</b>	<b>1 231</b>	<b>4 211</b>	<b>4 518</b>	<b>308</b>	<b>107%</b>
+10% sur les frais (ges., adm. & acq.)	7 917	5 722	2 195	4 384	3 539	-845	81%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>963</i>	<i>0</i>	<i>963</i>	<i>174</i>	<i>-979</i>	<i>-1 153</i>	<i>-26,59 pt(s)</i>
-10% sur les frais (ges., adm. & acq.)	5 991	5 722	268	4 079	5 495	1 416	135%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>-963</i>	<i>0</i>	<i>-963</i>	<i>-131</i>	<i>977</i>	<i>1 109</i>	<i>27,41 pt(s)</i>

(données en K€)

Ici encore on perçoit les écarts significatifs engendrés par une hausse/baisse de 10 % des taux de frais retenus pour la modélisation. Il est par ailleurs intéressant de remarquer que les scénarios de hausse et de baisse n'ont pas exactement le même impact sur le capital de solvabilité requis et sa couverture. Les risques de souscription non-vie et santé étant concernés par ces chocs, une légère différence apparaît du fait des matrices de corrélations entre les modules et sous-modules du SCR.

#### 1.1.2. Taux de cession

Les taux de cession des primes et des sinistres récupérés retenus pour la modélisation Solvabilité II ont été calculés sur la base des traités de réassurance de la société (proportionnels et non proportionnels) ainsi que sur les données comptables reçues. Les hypothèses retenues montrent que le portefeuille possède une forte appétence pour le recours à la réassurance.

De ce fait, et dans une optique plus stratégique, il a été intéressant d'évaluer les effets d'une baisse des taux de recours à la réassurance pour la modélisation du Best Estimate. Ce sont donc les primes cédées, les sinistres récupérés, ainsi que les commissions de réassurance qui ont été revus à la baisse. Une baisse de ces taux de 10 % a engendrée les résultats présentés ci-dessous :

Tableau 37 – Conséquence d'une baisse des taux de cession retenus

	BE brut	BE de réassurance	BE net	SCR global	ANR	Free surplus	Couverture
Scénario central	6 954	5 722	1 231	4 211	4 518	308	107%
-10% sur les taux de réassurance	6 954	4 982	1 971	4 345	3 769	-576	87%
écart avec scénario central	0	-740	740	134	-750	-884	-20,56 pt(s)

(données en K€)

Malgré une forte appétence pour la réassurance, il apparaît qu'une diminution soudaine de 10 % des taux de cession des primes et des sinistres serait défavorable à l'entreprise. Et pour cause, cela entraînerait une nette baisse de la part des cessionnaires dans les provisions techniques et donc une diminution de l'ANR. De plus, une diminution de l'ordre de 10 % ne permet plus à l'entreprise de couvrir son besoin en capital.

## 1.2. Paramètres retenus pour la revalorisation des provisions techniques

Parmi les paramètres retenus pour le calcul des provisions techniques façon Solvabilité II et comme il a été précisé à la section II, il a fallu réaliser la distinction entre les provisions liées aux sinistres déjà survenus (PSAP et IBNR) de ceux non encore survenus.

Le Best Estimate de sinistres est établi en grande partie en fonction de la méthode de calcul des provisions retenues. Celle-ci peut être déterministe ou stochastique ; l'essentiel étant que la société puisse être en mesure de justifier les résultats retenus. Quant au Best Estimate de sinistres, il est fondé à partir de deux hypothèses principales : la frontière des contrats retenue et le ratio de sinistres liés aux contrats projetés.

Ce sont ces aspects la qui seront évalués dans cette partie.

### 1.2.1. Les provisions pour sinistres

Le portefeuille étudié ayant été segmenté par LoB en fonction de la nature des produits proposés, le montant des provisions pour sinistres a été évalué pour chacune des lignes d'activités. Pour les raisons énumérées à la section III, les PSAP ont été recalculées uniquement pour la ligne d'activité relative aux pertes pécuniaires. Elles représentent plus de 50 % des provisions pour sinistres du portefeuille et donc interviennent significativement dans le montant du Best Estimate.

Par ailleurs, c'est une approche déterministe par la méthode de Chain Ladder qui a été retenue pour son évaluation. Qu'en aurait-il été si une autre méthode de calcul avait été retenue ?

Parmi celles appliquées sur notre portefeuille, la plus prudente est celle de Bornhuetter Ferguson (4 612 K€), établie sur la base d'un S/P cible de 80 %, et Chain Ladder fait partie des méthodes les moins prudentes (3 792 K€) ; le critère de prudence étant établi en relation avec un montant de provision élevé.

Ici, le montant de sinistres prévu a été remplacé par celui de Bornhuetter Ferguson et voici les résultats obtenus quant aux indicateurs de la société :

Tableau 38 – Modification de la méthode de provisionnement retenue

	BE brut	BE de réassurance	BE net	SCR global	ANR	Free surplus	Couverture
Scénario central	6 954	5 722	1 231	4 211	4 518	308	107%
Bornhuetter-Ferguson pour LoB 12*	7 792	6 219	1 573	4 321	4 159	-162	96%
écart avec scénario central	839	497	342	111	-359	-470	-11,06 pt(s)

\* Bornhuetter-Ferguson est la méthode la plus prudente pour le recalcul des provisions du LoB 12  
(données en K€)

Si le Best Estimate et les Fonds Propres de la société sont naturellement impactés par ce changement, il apparaît que le SCR également voit sa valeur augmenter. Ce phénomène est dû au capital de solvabilité requis pour le risque de provisions en souscription non-vie.

Le corollaire étant que la société, de par son montant de Fonds Propres, n'est plus en mesure de couvrir le capital de solvabilité requis pour continuer à exercer ses activités d'assurance. Dès lors, le choix de la méthode pour l'évaluation des provisions pour sinistres s'avère être délicat et se doit d'optimiser les indicateurs de la société tout en répondant aux critères de prudence imposés par le régulateur.

Par ailleurs, pour évaluer l'impact que pourrait avoir une hausse/baisse de l'ensemble des provisions, notamment celles établies sur la base des données comptables, un choc de +/- 25 % a été appliqué pour l'ensemble des LoB. Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau 39 – Conséquence d'une augmentation / baisse des PSAP

	BE brut	BE de réassurance	BE net	SCR global	ANR	Free surplus	Couverture
<b>Scénario central</b>	<b>6 954</b>	<b>5 722</b>	<b>1 231</b>	<b>4 211</b>	<b>4 518</b>	<b>308</b>	<b>107%</b>
+25% sur les PSAP (scénario prudent)	8 740	6 995	1 745	4 352	3 987	-365	92%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>1 786</i>	<i>1 273</i>	<i>514</i>	<i>142</i>	<i>-531</i>	<i>-673</i>	<i>-15,7 pt(s)</i>
-25% sur les PSAP (scénario prudent)	5 168	4 450	718	4 096	5 052	956	123%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>-1 786</i>	<i>-1 273</i>	<i>-514</i>	<i>-115</i>	<i>534</i>	<i>649</i>	<i>16,05 pt(s)</i>

(données en K€)

Selon que l'on augmente (resp. diminue) les provisions pour sinistres, on augmente (resp. diminue) le SCR et on diminue (resp. augmente) les Fonds Propres de la société. Cependant, le SCR n'évolue pas de manière proportionnelle comme le montant du Best Estimate ; ce phénomène étant provoqué par le gain de diversification engendré par les matrices de corrélations entre les modules.

### 1.2.2. Frontière des contrats et estimation des sinistres futurs

#### Frontière des contrats

Afin d'effectuer la modélisation du Best Estimate de primes, il a fallu segmenter le portefeuille de contrats d'assurances selon qu'ils s'étalent du 01/01/2015 au 31/12/2015 ou non. Et, seuls ceux s'étalant sur une année complète ont été projetés lors des calculs ; l'entreprise ne pouvant pas intervenir unilatéralement sur les termes des autres contrats. Dès lors, le montant des primes liées aux contrats qui ont été reconduits s'élève à plus de 600 K€. Un montant qui paraît relativement faible compte tenu du chiffre d'affaire de la société en 2015 (près de 30 M€).

C'est donc ce montant de primes qui a été modifié afin de tester la sensibilité du modèle quant à cette hypothèse forte. En ce sens, les primes projetées ont été multipliées par deux et par cinq et les résultats obtenus retranscrits dans le tableau ci-dessous :

Tableau 40 – Conséquence d'une augmentation des primes projetées

	BE brut	BE de réassurance	BE net	SCR global	ANR	Free surplus	Couverture
<b>Scénario central</b>	<b>6 954</b>	<b>5 722</b>	<b>1 231</b>	<b>4 211</b>	<b>4 518</b>	<b>308</b>	<b>107%</b>
x2 sur les primes projetées	6 824	5 620	1 204	4 224	4 539	315	107%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>-130</i>	<i>-102</i>	<i>-27</i>	<i>13</i>	<i>21</i>	<i>8</i>	<i>0,16 pt(s)</i>
x5 sur les primes projetées	6 434	5 313	1 122	4 350	4 594	244	106%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>-519</i>	<i>-410</i>	<i>-110</i>	<i>139</i>	<i>76</i>	<i>-63</i>	<i>-1,69 pt(s)</i>

(données en K€)

Deux éléments se dégagent alors des résultats observés :

- Le premier étant que l'augmentation des primes projetées n'engendre pas une augmentation proportionnelle des indicateurs de la société. C'est le cas notamment du free surplus, qui voit sa valeur augmentée lorsque les primes projetées sont multipliées par deux, mais diminuée lorsqu'elles sont multipliées par 5. Cela provient notamment du fait que le SCR sous-jacent n'augmente pas proportionnellement à l'ANR de la société.

- Le deuxième étant que malgré l'augmentation des primes projetées de 500 %, la couverture du SCR associée n'évolue pas significativement. Cela s'explique par le fait que l'ensemble des primes projetées ne représente qu'une petite partie du Best Estimate.

### Sinistres futurs

Le calcul du Best Estimate de primes nécessite également la projection de la charge des sinistres liés aux primes à acquérir dans le futur ainsi que celle des frais de la société. Pour ce faire, il a fallu prendre pour hypothèse forte un Loss Ratio établi à la section III de l'étude.

Les provisions pour sinistres dépendent donc sensiblement de cette hypothèse. Et, à partir des S/P technique retenus, une augmentation/diminution de 10 % a été appliquée afin d'observer les conséquences d'une telle prise d'hypothèse. Les résultats obtenus figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 41 – Chocs appliqués sur le S/P technique retenu

	BE brut	BE de réassurance	BE net	SCR global	ANR	Free surplus	Couverture
Scénario central	6 954	5 722	1 231	4 211	4 518	308	107%
+ 10% sur le S/P technique	7 225	5 894	1 331	4 223	4 417	194	105%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>271</i>	<i>171</i>	<i>100</i>	<i>12</i>	<i>-101</i>	<i>-113</i>	<i>-2,71 pt(s)</i>
- 10% sur le S/P technique	6 682	5 551	1 132	4 200	4 620	419	110%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>-271</i>	<i>-171</i>	<i>-100</i>	<i>-10</i>	<i>101</i>	<i>112</i>	<i>2,67 pt(s)</i>

(données en K€)

Contrairement aux chocs appliqués sur les provisions pour sinistres déjà survenus, les chocs ci-dessus n'ont pas un impact très important sur les indicateurs de la société, que ce soit au niveau des provisions ou au niveau quantitatif. Et pour cause, un S/P technique de 60 % en moyenne appliqué à 600 K€ de primes projetées et aux PPNA n'entraîne pas de changements significatifs.

Pour conclure, il apparaît que les sensibilités effectuées sur les paramètres liés au Best Estimate de réserves ont plus d'influence sur la solvabilité de l'entreprise de ceux liés au Best Estimate de primes. Un phénomène qui s'explique notamment par la frontière des contrats mise en place conformément aux exigences. Cela laisse donc penser qu'une frontière plus élargie ou encore une maille plus fine de distinction entre les contrats à projeter ou non engendrerait une sensibilité plus importante.

## 2. Sensibilité des paramètres de la formule standard et solvabilité

Dans cette sous-section, il s'agit d'étudier le comportement du SCR de la société et de sa couverture. Autrement dit, le but est d'analyser la variation des indicateurs en fonction des paramètres retenus pour les calculs.

### 2.1. Paramètres retenus pour le calcul du SCR

#### 2.1.1. Le risque de primes et de réserves en non-vie

La section I de l'étude évoque le caractère « risk based » de la société et souligne entre autres les différences entre les QIS au sujet du calibrage des écarts-type pour le risque de primes et de réserves en souscription non-vie. Ces différences sont perçues sur le calibrage de la formule standard, et ceci pourrait découler de plusieurs particularités des études, à savoir : le nombre d'assureurs participants aux QIS, les approches utilisées pour la modélisation ou encore la volatilité des paramètres retenus.

Ici, il s'agit donc d'évaluer l'impact de ces paramètres sur le capital de solvabilité requis selon la formule standard sur le portefeuille étudié. Pour ce faire, les paramètres établis au cours des QIS ont été appliqués tour à tour sur le portefeuille en question. Voici les résultats qui en découlent :

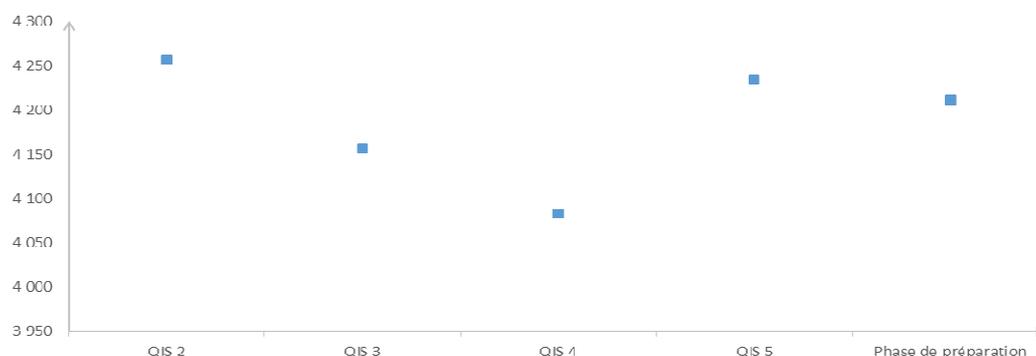
Tableau 42 – Résultats des SCR selon les écarts-types du risque de primes et de réserves des différents QIS

	NL $pr,res$	SCR $non-life$	SCR global
<b>Phase de préparation</b>	<b>1 467</b>	<b>1 860</b>	<b>4 211</b>
<b>QIS 5 (2010)</b>	1 497	1 887	4 234
<i>écart avec phase de préparation</i>	<i>30</i>	<i>27</i>	<i>23</i>
<b>QIS 4 (2008)</b>	1 299	1 710	4 083
<i>écart avec phase de préparation</i>	<i>-168</i>	<i>-150</i>	<i>-128</i>
<b>QIS 3 (2007)</b>	1 420	1 818	4 175
<i>écart avec phase de préparation</i>	<i>-46</i>	<i>-42</i>	<i>-36</i>
<b>QIS 2 (2006)</b>	1 527	1 914	4 257
<i>écart avec phase de préparation</i>	<i>60</i>	<i>54</i>	<i>47</i>

(données en K€)

En particulier, l'évolution du SCR global au cours des QIS pour le portefeuille étudié a l'allure du graphique ci-dessous (l'axe des ordonnées étant exprimé en K€) :

Graphique 6 – Évolution du SCR global correspondant



Par ailleurs, il est également intéressant de noter que l'approche d'incertitude de Mack pour le LoB 12 donne une volatilité de 20 % concernant les provisions pour sinistres. La prise en compte de ce paramètre dans le cadre de la modélisation du risque de réserves en non-vie pourrait donc fortement impacter le capital de solvabilité requis en souscription non-vie et, a fortiori, le SCR global de l'entreprise.

### 2.1.2. Le risque action

Le capital de solvabilité requis pour le sous-module de risque action a été évalué selon le choc indiqué par la mesure transitoire de 22 % suggéré par l'ACPR. Ce choc devant augmenter linéairement jusqu'en 2023 pour ainsi atteindre 39 %. Une question se pose alors : quel effet un choc de 39 % aurait eu sur le SCR et le ratio de solvabilité de l'entreprise étudiée ?

Tableau 43 – Différences entre les chocs pour le sous-module de risque action

	SCRequity	SCRmarché	SCR global	Couverture
<b>Choc action : 22%</b>	<b>339</b>	<b>1 131</b>	<b>4 211</b>	<b>107%</b>
<b>Choc action : 39%</b>	601	1 357	4 349	104%
<i>écart avec mesure transitoire</i>	262	226	138	-3,41 pt(s)

(données en K€)

Bien que sa mise en place ne soit pas imposée par le régulateur, cette mesure transitoire semble être favorable à l'organisme qui voit, grâce à elle, son besoin en capital diminuer et ses indicateurs de performance augmenter.

## 2.2. Modification des Fonds Propres

Dans cette sous-partie, il s'agit d'évoquer les conséquences que pourrait avoir une modification du « tiering » sur le ratio de solvabilité de la société.

La classification des Fonds Propres de l'entreprise en « tiering » joue un rôle crucial dans la capacité de l'entreprise à répondre aux exigences en capital qui lui sont demandées. En effet, le règlement délégué 2015/35 de la Commission Européenne énonce les critères d'éligibilité ainsi que les limites applicables aux niveaux de Fonds Propres 1, 2 et 3.

Pour la couverture du SCR, les limites applicables sont les suivantes :

- Le montant éligible des éléments de Tier 1 est au moins égal à la moitié du SCR ;
- Le montant éligible des éléments de Tier 3 est inférieur à 15 % du SCR ;
- La somme des montants éligibles des éléments de Tier 2 et 3 ne dépasse pas 50 % du SCR.

Quant à la couverture du MCR, elles sont les suivantes :

- Le montant éligible des éléments de Tier 1 est au moins égal à 80 % du MCR ;
- Le montant éligible des éléments de Tier 2 ne dépasse pas 20 % du MCR.

Concernant les Fonds Propres de la société, ils sont uniquement classés en niveau 1, mais une modification de cette particularité entraînerait donc une diminution du ratio de solvabilité qui pourrait ne plus franchir la barre des 100 %. En d'autres termes, si une partie des capitaux de la société n'obéissait pas aux critères de disponibilité et de subordination, l'entreprise pourrait ne plus être en mesure de couvrir le SCR voire même le MCR. La poursuite de son activité serait alors menacée et ses agréments retirés.

### 3. Leviers d'amélioration de la solvabilité

L'objectif de cette partie est d'évoquer les impacts éventuels engendrés par une stratégie différente de celle adoptée par la société. Deux aspects de la stratégie seront étudiés, à savoir l'allocation d'actifs et le plan de réassurance retenus par l'entreprise. Et pour cause, en dehors des hypothèses retenues pour la modélisation, ils représentent des facteurs importants quant aux performances du portefeuille d'assurance.

#### 3.1. Ajustements réalisés sur l'allocation d'actifs

Comme il a été précisé à la section précédente, le portefeuille d'actifs de la société se décompose selon trois grands types de produits : les obligations, les biens immobiliers et les titres de type actions. Ils représentent respectivement environ 40 %, 35 % et 25 % de la valeur de marché totale des placements de la société.

Ainsi, afin d'évaluer l'impact engendré par une allocation d'actifs différente de celle-ci, la part d'obligations détenues par la société a été revue à la hausse ou à la baisse et ceci, en modifiant les titres de type actions. Les impacts alors constatés sur la capital de solvabilité requis ont été perçus principalement au niveau des sous-modules « interest rate », « spread » et « equity » du module de risque marché. Ils sont rapportés dans le tableau ci-dessous en fonction de la part allouée à chaque type de placement (à noter que c'est la mesure transitoire qui a été retenue pour le calcul de l'exigence en capital pour les actions de type 1) :

Tableau 44 – Impacts de l'allocation d'actifs sur le SCR

	SCRtaux	SCRequity	SCRspread	SCRmarché	SCR global	Couverture
<b>Scénario central : OBLIG 40% - EQUITY 25%</b>	<b>102</b>	<b>339</b>	<b>292</b>	<b>1 131</b>	<b>4 211</b>	<b>107%</b>
<b>OBLIG 0% - EQUITY 65%</b>	0	893	0	1 412	4 384	103%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>-102</i>	<i>554</i>	<i>-292</i>	<i>281</i>	<i>173</i>	<i>-4,24 pt(s)</i>
<b>OBLIG 20% - EQUITY 45%</b>	14	608	82	1 213	4 260	106%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>-88</i>	<i>269</i>	<i>-210</i>	<i>82</i>	<i>49</i>	<i>-1,24 pt(s)</i>
<b>OBLIG 55% - EQUITY 10%</b>	128	135	366	1 021	4 147	109%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>26</i>	<i>-204</i>	<i>74</i>	<i>-110</i>	<i>-63</i>	<i>1,64 pt(s)</i>
<b>OBLIG 65% - EQUITY 0%</b>	139	0	409	951	4 108	110%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>37</i>	<i>-339</i>	<i>117</i>	<i>-180</i>	<i>-103</i>	<i>2,68 pt(s)</i>

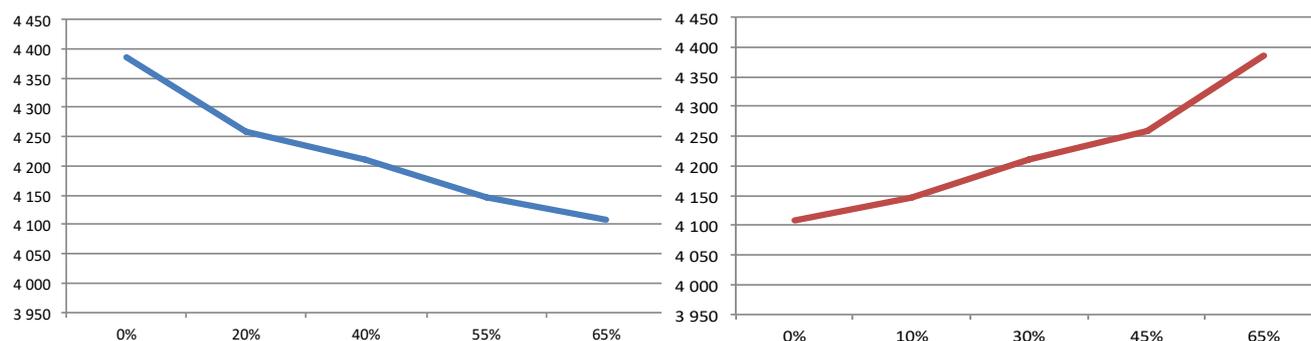
(données en K€)

Bien que les scénarios extrêmes présentés soient peu utilisés en pratique (cela détériorerait les rendements et donc le résultat financier), il est intéressant de noter deux éléments qui découlent de cette réallocation d'actifs :

- Une hausse des placements en actions impacte plus significativement le ratio de solvabilité ;
- Une hausse des placements en obligations impacte favorablement les indicateurs du portefeuille.

Les graphiques ci-dessous représentant l'évolution du SCR global de la société selon la stratégie adoptée illustre bien cette dernière observation. À gauche il est donné en fonction de la part des actifs allouée aux obligations et à droite en fonction de celle allouée aux actions.

Figure 18 – Évolution du SCR global en fonction de la stratégie retenue



Il est clair qu'à première vue, les obligations détenues par la société sont plus favorables à l'entreprise que ses actions. Mais ce phénomène est-il réellement justifié ou est-il le simple corollaire de la formule standard pour le risque de marché ?

Cet aspect s'explique effectivement du fait des différences au niveau du calcul de leurs exigences respectives en capital. Les actions sous Solvabilité II ne sont concernées que par un seul sous-module de risque : le risque actions. Le capital de solvabilité requis pour celui-ci est obtenu principalement en choquant le portefeuille d'actions de la société (39 % pour les actions de type 1, 22 % en mesure transitoire). Quant à l'exigence de capital pour les titres obligataires, elle repose sur un double calcul de SCR : celui du risque de marge et celui du risque de taux.

Pour ces deux derniers sous-modules de risque, le SCR obtenu est fortement corrélé à la durée ainsi qu'à la notation des émetteurs des obligations détenues. En effet, une obligation à faible durée et émise par un établissement bien noté ne nécessite pas la mobilisation de Fonds Propres importants. Et, en période de taux bas (comme c'est le cas actuellement), une obligation de faible durée n'impacte que très peu le SCR de taux d'intérêt.

Ainsi, il s'avère que le portefeuille de la société est principalement constitué d'obligations de maturités proches. De ce fait, les actifs de type R. 343-10 impactent plus significativement ses indicateurs que les obligations ou autres valeurs amortissables. Mais la stratégie adoptée par l'entreprise peut être le fruit d'engagements courts ; une stratégie qui a sans doute nécessité une étude ALM plus poussée...

### 3.2. Modification du type de traité de réassurance

Le plan de réassurance d'un organisme peut modifier considérablement ses performances. Et pour cause, la réassurance permet de se couvrir d'une forte sinistralité mais elle oblige l'assureur à transférer une partie de ces primes. On distingue deux principaux types de traités de réassurance :

- Les traités de réassurance proportionnelle : cession d'une proportion fixe des flux ;
- Les traités de réassurance non-proportionnelle : cession d'une partie des sinistres à partir d'un certain seuil de sinistralité en contrepartie d'une prime fixée au préalable.

Jusqu'ici, le plan de réassurance de la société est constitué exclusivement de traités proportionnels en Quote-Part. De ce fait, il est intéressant d'évaluer l'impact d'une réorganisation de la réassurance sous forme de traité non proportionnel, en particulier sous forme d'excédent de sinistre par risque, dit XS.

L'excédent de sinistre par risque est lié à la survenance d'un sinistre sur une seule nature de risque du portefeuille de l'assureur (un risque est par exemple équivalent à une police pour l'assureur). Ce traité est caractérisé par une portée (ce qui sera à la charge du réassureur, notée C) et une priorité (ce que prend en charge l'assureur, noté R) ; il est noté C XS R. En d'autres termes, en cas de sinistre dépassant la priorité R, tout ce qui est au-dessus et à hauteur de C est pris en charge par le réassureur.

Dans le cadre du portefeuille concerné, et comme il a été indiqué précédemment, le recours à la réassurance s'établit autour de 80%. Par souci de simplification, il a été convenu de remplacer chacun des taux de cession énoncés à la section III par le traité en excédent de sinistre par risque (ici un risque correspond à une ligne d'activité) 4 000 XS 350, les données chiffrées étant établies en K€. La prime cédée en contrepartie a été évaluée à 80% des primes reçues lors de l'exercice et les commissions de réassurance n'ont pas été modifiées.

Pour mieux comprendre le fonctionnement de ce traité, considérons l'exemple chiffré suivant :

Sur le LoB 12, la société a perçu 1 000 K€ de primes et réglé 2 350 K€ de sinistres.

→ Après avoir perçu 80% des primes, soit 800 K€, le réassureur prend à sa charge 2 000 K€ de sinistres. Le solde de réassurance s'établit donc à : 1 200 K€ pour l'assureur.

Les impacts observés sur la société sont alors les suivants :

**Tableau 45 – Impacts de la réassurance non proportionnelle**

	BE brut	BE de réassurance	BE net	SCRdéfaut,type1	SCR global	ANR	Free surplus	Couverture
<b>Scénario central</b>	<b>6 954</b>	<b>5 722</b>	<b>1 231</b>	<b>191</b>	<b>4 211</b>	<b>4 518</b>	<b>308</b>	<b>107%</b>
Réorganisation de la réassurance	6 954	6 455	499	255	4 112	5 258	1 146	128%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>0</i>	<i>733</i>	<i>-733</i>	<i>65</i>	<i>-99</i>	<i>740</i>	<i>839</i>	<i>20,57 pt(s)</i>

*(données en K€)*

Cette réorganisation produit un double effet :

- Une augmentation des provisions cédées aux réassureurs entraînant une hausse de l'ANR de 733 K€ ;
- Une légère augmentation du SCR de contrepartie pour les expositions de type 1 et une baisse des SCR de souscription non-vie et santé non-SLT ; les réassureurs étant particulièrement bien notés (de type Investment Grade<sup>24</sup>), le SCR global est très peu impacté.

Ici encore, une stratégie différente de celle mise en place actuellement serait bénéfique pour la société. En effet, à taux de cession global quasi-équivalent, un traité de réassurance non-proportionnelle pourrait améliorer les performances du portefeuille.

Cependant, ce type de traité n'est pas évident à mettre en place : il nécessite un coût élevé ainsi qu'une étude plus poussée du portefeuille à tous les niveaux. En particulier, les petites structures sont les moins susceptibles de mettre en place ce type d'étude pour des causes financières et organisationnelles.

<sup>24</sup> Investment Grade : Terme financier utilisé pour dénommer les institutions ou titres notés strictement au-dessus de BB+.

## 4. Proposition d'un scénario alternatif : Résultats

Dans ce qui précède, il a été démontré que le portefeuille étudié réagit de manière significative à la plupart des chocs évoqués. De ce fait, différents impacts à la hausse comme à la baisse ont été constatés. Or, l'objectif de cette dernière partie est de proposer une stratégie alternative en remplacement de celle adoptée par la société d'assurance. Il s'agit donc ici d'établir une combinaison des sensibilités et retraitements effectués qui ont permis d'améliorer la solvabilité ainsi que la valeur du portefeuille.

Pour ce faire, les hypothèses et retraitements retenus sont les suivants :

- Le plan de réassurance est établi selon des traités non proportionnels tels qu'exposés à la partie 3.2. Cela permet alors de diminuer le montant des provisions nettes de réassurance ;
- Les placements financiers de la société se décomposent de la manière suivante : 35 % en immobilier et 65 % en obligations d'entreprises ; le but étant d'impacter le module de marché du SCR ;
- Etant donné qu'une partie des provisions Best Estimate correspond aux provisions évaluées en norme Solvabilité I, nous avons souhaité mesurer l'impact d'une diminution de 10 % de ces provisions. Tout en étant bien conscients qu'une telle diminution ne peut être retenue sans effectuer de nouveau le calcul, nous avons souhaité néanmoins observer la sensibilité du portefeuille face à cet élément ; d'autant plus que les provisions sous Solvabilité II, sont sur le marché, inférieures de 15 % en moyenne, pour le type d'organisme concerné.

Les résultats ainsi obtenus sont exploitables à différents niveaux :

Figure 19 – Impacts de la stratégie

Impacts sur le Best Estimate				Impacts sur le SCR			
	BE brut	BE de réassurance	BE net		SCRdéfaut, type1	SCRmarket	SCR global
Scénario central	6 954	5 722	1 231	Scénario central	191	1 131	4 211
Scénario alternatif	6 641	6 188	453	Scénario alternatif	255	946	3 976
<i>écart avec scénario central</i>	<i>-313</i>	<i>466</i>	<i>-778</i>	<i>écart avec scénario central</i>	<i>65</i>	<i>-185</i>	<i>-235</i>

Impacts sur les principaux indicateurs				
	SCR global	ANR	Free surplus	Couverture
Scénario central	4 211	4 518	308	107%
Scénario alternatif	3 976	5 315	1 339	134%
<i>écart avec scénario central</i>	<i>-235</i>	<i>796</i>	<i>1 031</i>	<i>26,36 pt(s)</i>

(données en K€)

La combinaison de ces stratégies et des sensibilités retenues sur les provisions entraîne une baisse de 778 K€ sur les provisions techniques nettes de réassurance ainsi qu'une diminution des capitaux requis pour les modules de souscription non-vie et santé non-SLT. En particulier, l'allocation d'actifs retenue permet un gain de 185 K€ après diversification sur le SCR de marché. C'est le bénéfice de diversification engendré par la matrice de corrélation des modules de risque en formule standard pour le capital de solvabilité requis qui permet d'obtenir un SCR global diminué de 235 K€. Dès lors, c'est l'ensemble des indicateurs principaux de la société qui sont améliorés par cette combinaison.

Mais cette vision du portefeuille possède tout de même quelques limites. En effet, il aurait été intéressant d'évaluer l'impact d'une telle allocation d'actifs sur les résultats technique et financier de l'entreprise. Cela aurait nécessité une étude plus poussée des conséquences engendrées par la diminution du rendement des actions et la hausse des tombées de coupons ; d'autant plus que les taux de rendements des actions n'ont pas pu être récupérés.

Toutefois, ces résultats laissent penser qu'il est possible de répondre aux attentes de la réforme tout en amplifiant la solvabilité de la société. En effet, le gain engendré par Solvabilité II est ici de près de 1,8 M€ ; un montant considérable compte tenu de l'activité du portefeuille d'assurance étudié.

## Conclusion

A travers Solvabilité II, le régulateur prône l'uniformisation des normes au niveau européen en imposant une réglementation stricte s'appliquant à tous les acteurs du marché assurantiel. La solvabilité est alors devenue un enjeu fondamental de pilotage des entreprises et le moindre choc sur une ligne d'activité peut désormais avoir de lourdes conséquences sur le niveau de couverture du SCR. Cela signifie donc qu'il convient de mettre en place, en amont, une gestion fine et dynamique du ratio de solvabilité. Les organismes doivent alors se projeter dans le futur et analyser leurs risques de façon prospective, et ceci, de façon appropriée à leur activité. Dès lors, des difficultés sur les plans opérationnel et financier se font rapidement ressentir auprès des acteurs de petite et moyenne taille, qui doivent désormais s'aligner aux grands noms de l'industrie. L'objectif initial de ce mémoire était donc de pouvoir proposer une approche simplifiée afin d'améliorer la solvabilité des petites structures assurantielles.

Afin d'évaluer les impacts de la directive sur le portefeuille étudié, les fondements constituant son premier pilier ont d'abord été mis en place. Le passage du bilan comptable au bilan prudentiel et le calcul des exigences en termes de capitaux réglementaires auxquels est soumise la société démontrent bien que celle-ci peine à faire face aux attentes du régulateur. En effet, malgré un gain engendré de près d'1 M€ par rapport à une vision Solvabilité I, le ratio de solvabilité de la société s'élève à un peu plus de 107 %. Le corollaire étant qu'en cas de forte sinistralité, la société risquerait d'être significativement impactée et voire même se retrouver en situation d'insolvabilité. Cette situation étant vraisemblablement la conséquence des décisions de gestion, il apparaît essentiel de développer des pistes de réflexion dans l'optique d'améliorer le ratio de solvabilité de la société, sans pour autant alourdir ses charges.

Pour ce faire, les leviers de pilotage du ratio de solvabilité ont été identifiés et étudiés en amont des simulations effectuées. En particulier, certains aspects du portefeuille nous ont interpellés, notamment la forte appétence pour la réassurance, une allocation d'actifs risquée, ainsi que des provisions comptables basées sur des historiques courts et une cadence de prestations atypique compte tenu de l'activité exercée. De façon plus exhaustive, un plan de réassurance de type non proportionnelle, une allocation d'actifs plus prudente ainsi qu'une remise en cause de la méthode de provisionnement ont été appliqués. Les résultats découlant d'une telle démarche engendrent alors un ratio de solvabilité de plus de 134 % ainsi qu'une diminution du SCR global.

De ce fait, les indicateurs du portefeuille peuvent varier significativement en fonction de la stratégie adoptée et des hypothèses retenues. Que ce soit les choix inhérents à l'allocation d'actifs ou au plan de réassurance, ils peuvent également être réévalués afin de mieux convenir au portefeuille d'assurance et représentent donc un enjeu crucial pour sa solvabilité. Les travaux réalisés et les aspects abordés dans cette étude laissent donc penser qu'il existe des méthodes faciles à implémenter et donc à la portée de tous les types de structures permettant d'améliorer leur ratio de solvabilité. Néanmoins, les impacts de telles stratégies sur le résultat de l'entreprise devraient également être mesurés. La mise en place de tels dispositifs étant susceptible de modifier les résultats financier et technique de la société, il serait pertinent d'en tenir compte lors de la modélisation.

Finalement, plusieurs éléments pourraient être approfondis pour une utilisation plus optimale des contraintes de Solvabilité II. Il pourrait s'agir de revoir le calibrage des paramètres utilisés lors du calcul du SCR, ou bien encore d'évaluer l'impact d'autres stratégies de pilotage. Pour ce dernier cas, cela consisterait à étudier l'allocation d'actifs optimale pour le portefeuille d'assurance à travers un modèle ALM ou encore à optimiser la réassurance. Ceci permettrait notamment d'allier la notion de performance à celle de solvabilité. Les résultats ainsi obtenus pourraient mener à un modèle interne partiel, voire à terme, à un modèle interne intégral.

# Bibliographie

## Règlementation

Commission Européenne. Règlement délégué (UE) 2015/35 de la commission du 10 octobre 2014 complétant la directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (Solvabilité II), 2015.

Parlement Européen et du Conseil. Directive 2009/138/CE du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (Solvabilité II), 2009.

## Conférences

Ministère des Finances. Colloque Pari 2016 : Risque, responsabilité et décision, le 15 juin 2016.

## Articles, rapports, publications

Institut des Actuaire. Groupe de travail « Best Estimate Liabilities Non-vie », *Norme NPA 3*, 2016.

KD. Schmidt. Methods and models of loss reserving based on run-off triangles: A unifying survey, *Casualty Actuarial Society Forum Fall 2006*, pp. 269-317.

T. Mack. Distribution-free calculation of standard error of Chain Ladder reserves estimates, *ASTIN Bulletin*, Vol. 23, N°2, 1993.

## Mémoires

B. Godrix. Prévisions d'activité de mutuelles santé sous les réglementations Solvabilité I et II, 2012.

J. Lemaire. Impacts du provisionnement en norme actuelle et en norme Solvabilité II, 2014.

K. Mahtout. Solvabilité 2 sous QIS5, application à un portefeuille de taille moyenne et multi branches en non-vie, 2011.

V. Meister. Solvabilité II : contexte, valorisation et impacts sur l'exigence en capital, 2007.

D. Quay-Thevenon. Une petite mutuelle non-vie et Solvency II, 2008.

## Sites internet

Site de l'ACPR : <https://acpr.banque-france.fr>

Site de l'EIOPA : <https://eiopa.europa.eu>

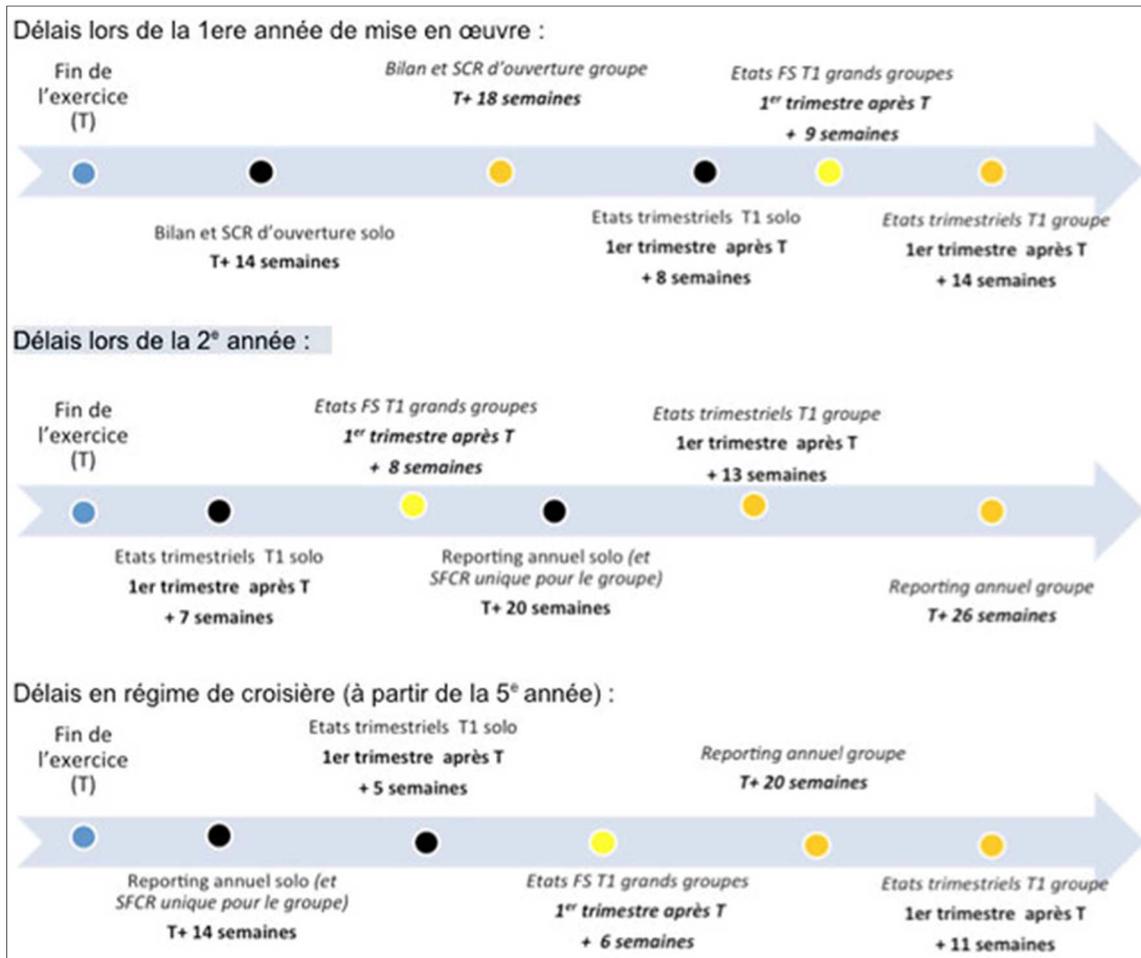
Site de la FFSA : <http://www.ffa-assurance.fr>

L'argus de l'assurance : <http://www.argusdelassurance.com>

Legifrance : <https://www.legifrance.gouv.fr>

# Annexes

## Annexe 1 : Délais de remise des états Solvabilité II



## Annexe 2 : Démonstration de la proposition 2.1

Notons  $T_k = \{S_{i,j}, i + j \leq N + 1, j \leq k\}$ .

On a  $E[\hat{\lambda}_k | B_k] = E\left[\frac{\sum_{i=1}^{N-k} S_{i,k+1}}{\sum_{i=1}^{N-k} S_{i,k}} \middle| B_k\right] = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} E[S_{i,k+1} | B_k]}{\sum_{i=1}^{N-k} S_{i,k}}$  car le dénominateur est inclus dans  $B_k$ .

Or, d'après l'hypothèse (H2), on a  $E[S_{i,k+1} | S_{i,1}, \dots, S_{i,k}] = \lambda_k S_{i,k}$

Donc  $E[\hat{\lambda}_k | B_k] = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} \lambda_k S_{i,k}}{\sum_{i=1}^{N-k} S_{i,k}}$

Et, par définition de l'espérance conditionnelle,

$E[\hat{\lambda}_k] = E[E[\hat{\lambda}_k | B_k]] = E\left[\frac{\sum_{i=1}^{N-k} \lambda_k S_{i,k}}{\sum_{i=1}^{N-k} S_{i,k}}\right] = E[\lambda_k] = \lambda_k$

### Annexe 3 : Table de correspondance segment/LoB et facteurs de risque pour le Minimum de Capital Requis en assurance et réassurance non-vie et santé

	Segment	Lignes d'activité dont se compose le segment	Facteur afférent aux provisions techniques pour le segment s	Facteur afférent aux primes émises pour le segment s
1	Assurance des frais médicaux	1 et 13	4,7%	4,7%
2	Assurance de protection du revenu	2 et 14	13,1%	8,5%
3	Assurance d'indemnisation des travailleurs	3 et 15	10,7%	7,5%
4	Assurance de responsabilité civile automobile et réassurance proportionnelle y afférente	4 et 16	8,5%	9,4%
5	Autre assurance des véhicules à moteur et réassurance proportionnelle y afférente	5 et 17	7,5%	7,5%
6	Assurance maritime, aérienne et transport et réassurance proportionnelle y afférente	6 et 18	10,3%	14,0%
7	Assurance incendie et autres dommages aux biens et réassurance proportionnelle y afférente	7 et 19	9,4%	7,5%
8	Assurance de responsabilité civile générale et réassurance proportionnelle y afférente	8 et 20	10,3%	13,1%
9	Assurance crédit et cautionnement et réassurance proportionnelle y afférente	9 et 21	17,7%	11,3%
10	Assurance de protection juridique et réassurance proportionnelle y afférente	10 et 22	11,3%	6,6%
11	Assurance assistance et réassurance proportionnelle y afférente	11 et 23	18,6%	8,5%
12	Assurance pertes pécuniaires diverses et réassurance proportionnelle y afférente	12 et 24	18,6%	12,2%
13	Réassurance accidents non proportionnelle	26	18,6%	15,9%
14	Réassurance maritime, aérienne et transport non proportionnelle	27	18,6%	15,9%
15	Réassurance dommages non proportionnelle	28	18,6%	15,9%
16	Réassurance santé non proportionnelle	25	18,6%	15,9%

## Annexe 4 : Probabilités de défaut pour les expositions de type 1

1. La probabilité de défaut d'une exposition sur signature unique est égale à la moyenne des probabilités de défaut de chacune des expositions sur les contreparties qui relèvent de l'exposition sur signature unique, pondérée par la perte en cas de défaut pour ces expositions.

2. Une exposition sur signature unique  $i$  pour laquelle une évaluation de crédit établie par un OEEC désigné est disponible se voit attribuer une probabilité de défaut  $PD_i$  conformément au tableau suivant.

Échelon de qualité de crédit	0	1	2	3	4	5	6
Probabilité de défaut $PD_i$	0,002 %	0,01 %	0,05 %	0,24 %	1,20 %	4,2 %	4,2 %

3. Une exposition sur signature unique  $i$  sur une entreprise d'assurance ou de réassurance pour laquelle une évaluation de crédit établie par un OEEC désigné n'est pas disponible et qui respecte son minimum de capital requis, se voit attribuer une probabilité de défaut  $PD_i$  en fonction du ratio de solvabilité de l'entreprise, conformément au tableau suivant:

Ratio de solvabilité	196 %	175 %	150 %	125 %	122 %	100 %	95 %	75 %
Probabilité de défaut	0,01 %	0,05 %	0,1 %	0,2 %	0,24 %	0,5 %	1,2 %	4,2 %

Lorsque le ratio de solvabilité est situé entre les ratios de solvabilité précisés dans le tableau ci-dessus, la valeur de la probabilité de défaut est interpolée de manière linéaire à partir des valeurs de probabilité de défaut les plus proches correspondant aux ratios de solvabilité les plus proches mentionnés dans le tableau ci-dessus. Lorsque le ratio de solvabilité est inférieur à 75 %, la probabilité de défaut est de 4,2 %. Lorsque le ratio de solvabilité est supérieur à 196 %, la probabilité de défaut est de 0,01 %.

Aux fins du présent paragraphe, le «ratio de solvabilité» représente le rapport entre le montant des fonds propres éligibles pour couvrir le capital de solvabilité requis et le capital de solvabilité requis, calculé selon les valeurs disponibles les plus récentes.

4. Les expositions d'une entreprise d'assurance ou de réassurance qui ne respecte pas son minimum de capital requis se voient attribuer une probabilité de défaut de 4,2 %.

5. Les paragraphes 3 et 4 du présent article ne s'appliquent qu'à compter de la première date de publication, par l'entreprise correspondant à l'exposition, du rapport sur sa solvabilité et sa situation financière visé à l'article 51 de la directive 2009/138/CE. Avant cette date, si une évaluation de crédit établie par un OEEC désigné est disponible pour les expositions, le paragraphe 2 s'applique. Dans le cas contraire, les expositions se voient attribuer le même facteur de risque que celui qui résulterait de l'application du paragraphe 3 aux expositions sur une entreprise d'assurance ou de réassurance dont le ratio de solvabilité est de 100 %.

6. Les expositions sur une entreprise d'assurance ou de réassurance d'un pays tiers pour laquelle une évaluation de crédit établie par un OEEC désigné n'est pas disponible, située dans un pays dont le régime de solvabilité est jugé équivalent, conformément à l'article 227 de la directive 2009/138/CE, à celui établi par la directive 2009/138/CE, et qui satisfait aux exigences de solvabilité de ce pays tiers, se voient attribuer une probabilité de défaut de 0,5 %.

7. Les expositions sur des établissements de crédit et des établissements financiers au sens de l'article 4, paragraphe 1, points 1) et 26), du règlement (UE) n° 575/2013 qui respectent les exigences de solvabilité prévues dans la directive 2013/36/UE et dans le règlement (UE) n° 575/2013, pour lesquels une évaluation de crédit établie par un OEEC désigné n'est pas disponible, se voient attribuer une probabilité de défaut de 0,5 %.

8. Les expositions sur les contreparties visées à l'article 180, paragraphe 2, points a) à d), se voient attribuer une probabilité de défaut égale à 0 %.

9. La probabilité de défaut des expositions sur signature unique autres que celles visées aux paragraphes 2 à 8 est de 4,2 %.

10. Si une lettre de crédit, une garantie ou un arrangement équivalent est fourni pour garantir pleinement une exposition et que cet arrangement est conforme aux articles 209 à 215, l'émetteur de cette lettre de crédit, garantie ou arrangement équivalent peut être considéré comme la contrepartie de l'exposition garantie aux fins de l'évaluation de la probabilité de défaut d'une exposition sur signature unique.

11. Aux fins du paragraphe 10, les expositions pleinement, inconditionnellement et irrévocablement garanties par les contreparties figurant dans l'acte d'exécution adopté conformément à l'article 109 bis, paragraphe 2, point a), de la directive 2009/138/CE sont traitées comme des expositions sur l'administration centrale.

## Annexe 5 : Annexes relatives au calcul du SCR pour les modules de souscriptions non-vie et santé non-SLT

### Annexe 5.1 : Méthode de calcul pour le facteur de diversification géographique

Pour l'ensemble des segments visés aux annexes II et XIV, le facteur de diversification géographique d'un segment donné  $s$  visé aux articles 116 et 147 est égal à:

$$DIV_s = \frac{\sum_r (V_{(prem,r,s)} + V_{(res,r,s)})^2}{(\sum_r (V_{(prem,r,s)} + V_{(res,r,s)}))^2}$$

où:

- (a) chacune des sommes couvre l'ensemble des régions géographiques exposées au paragraphe 8;
- (b)  $V_{(prem,r,s)}$  représente la mesure de volume pour le risque de primes du segment  $s$  et de la région  $r$ ;
- (c)  $V_{(res,r,s)}$  représente la mesure de volume pour le risque de réserve du segment  $s$  et de la région  $r$ .

### Annexe 5.2 : Écarts-types pour le risque de primes et de réserves en non-vie

	Segment	Lignes d'activité, telles qu'exposées à l'annexe I, dont se compose le segment	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	12 %	19 %
7	Assurance de protection juridique et réassurance proportionnelle y afférente	10 et 22	7 %	12 %
8	Assurance assistance et réassurance proportionnelle y afférente	11 et 23	9 %	20 %
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 5.3 : Matrice de corrélation pour le risque de primes et de réserves en non-vie

s \ t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0,5	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25
2	0,5	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25
3	0,5	0,25	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5	0,25
4	0,25	0,25	0,25	1	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5
5	0,5	0,25	0,25	0,25	1	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25
6	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	1	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25
7	0,5	0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	1	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25
8	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	1	0,5	0,25	0,25	0,5
9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,25	0,5	0,25
10	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	1	0,25	0,25
11	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	1	0,25
12	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	1

Annexe 5.4 : Écart-types pour le risque de primes et de réserves en santé non-SLT

	Segment	Lignes d'activité, telles qu'exposées à l'annexe I, dont se compose le segment	Écart type pour le risque de primes brut du segment	Écart type pour le risque de réserve du segment
1	Assurance frais médicaux et réassurance proportionnelle y afférente	1 et 13	5 %	5 %
2	Assurance protection du revenu et réassurance proportionnelle y afférente	2 et 14	8,5 %	14 %
3	Assurance indemnisation des travailleurs et réassurance proportionnelle y afférente	3 et 15	8 %	11 %
4	Réassurance santé non proportionnelle	25	17 %	20 %

Annexe 5.5 : Matrice de corrélation pour le risque de primes et de réserves en santé non-SLT

s \ t	1	2	3	4
1	1	0,5	0,5	0,5
2	0,5	1	0,5	0,5
3	0,5	0,5	1	0,5
4	0,5	0,5	0,5	1

## Annexe 6 : Législation

### Annexe 6.1 : Article R. 343-9 du Code des assurances

Les valeurs amortissables énumérées aux 1°, 2°, 2° bis et 2° ter de l'article R. 332-2, autres que les obligations et les parts indexées les parts de fonds communs de créance et les titres participatifs sont inscrites à leur prix d'achat hors intérêts courus à la date d'acquisition. Les modalités de détermination de ce prix d'achat, de l'amortissement, sur la durée résiduelle des titres, de la différence entre leur prix d'achat et leur prix de remboursement ainsi que les modalités de dépréciation à constater à l'inventaire, lorsqu'il y a lieu de considérer que le débiteur ne sera pas en mesure de respecter ses engagements, soit pour le paiement des intérêts, soit pour le remboursement du principal, sont définies dans un règlement de l'Autorité des normes comptables.

Le présent article s'applique également aux obligations indexées sur le niveau général des prix d'un pays ou d'un ensemble de pays dont la devise est celle dans laquelle sont libellées ces obligations, avec garantie de remboursement au pair. Ces obligations sont soit émises par une personne morale de droit privé ayant son siège social sur le territoire d'un Etat membre de l'Organisation de coopération et de développements économiques et négociées sur un marché reconnu, soit émises ou garanties par un Etat, un organisme ou une collectivité publics mentionnés au 1° du A de l'article R. 332-2, soit celles dont le débiteur est un établissement public national de l'un des Etats membres de l'Union européenne.

Par dérogation aux dispositions des précédents alinéas, les obligations convertibles en actions, lorsqu'elles présentent à l'achat un taux actuariel négatif, ce taux étant calculé sans prise en compte de l'exercice de l'option, peuvent être comptabilisées conformément à l'article R. 343-10.

### Annexe 6.2 : Article R. 343-10 du Code des assurances

A l'exception des valeurs inscrites conformément à l'article R. 343-9, les placements sont inscrits au bilan sur la base du prix d'achat ou de revient, hors intérêts courus le cas échéant. Les modalités de détermination de ce prix d'achat ou de revient ainsi que celles relatives à la détermination des dépréciations, lesquelles ne sont constatées que lorsqu'elles présentent un caractère durable, sont définies dans un règlement de l'Autorité des normes comptables.

## Annexe 7 : États des placements financiers de la société au 31/12/2015

### Valeurs mobilières et titres assimilés détenus et affectables à la représentation des engagements règlementés Valeurs estimées conformément aux dispositions des articles R. 332-19 et R. 332-20

Désignation des valeurs	Nature	Société	Localisation	Valeur au 31/12/2015			
				Valeur brute	Corrections de valeur	Valeur nette	Valeur de réalisation
Immeuble 25 rue de Madrid, 75008 PARIS	Immobilier		France	1 936	-113	1 823	2 060
FR0000131104	Action France	B.N.P.	France	120	0	120	95
FR0000120172	Action France	CARREFOUR	France	172	-86	85	85
FR0000045072	Action France	C.A PRIME FIDELIT	France	95	-56	39	39
FR0010208488	Action France	SUEZ	France	158	-89	68	68
FR0000130809	Action France	STE GENERALE A	France	65	-30	36	36
FR0000124141	Action France	VEOLIA ENVIRONNEMENT	France	53	-21	33	33
FR0000127771	Action France	VIVENDI UNIVERSAL	France	69	0	69	79
FI0009000681	Action UE	NOKIA SA	Finlande	47	-33	13	13
XS0431928414	Obligation à taux fixe	ARCELOR INDEX RTG 16	France	364	-94	270	326
FR0011345545	Obligation à taux fixe	REG FONC 3,875%	France	305	-3	302	331
FR0010456475	Obligation à taux fixe	IMERYS TF 18/4/17	France	317	-13	304	328
FR0011149947	Obligation à taux fixe	VALLOUREC 4,25%	France	315	-12	304	308
FR0011439900	Obligation à taux fixe	TERREOS 4,25%	France	407	-27	380	381
FR0012872174	Obligation à taux fixe	BOLLORE 2,875%	France	300	0	300	308
XS0802995166	Obligation à taux fixe	ABN AMRO 7.125% 2014	France	379	-17	361	387
FR0000165912	Obligation à taux variable	CT LYONNAIS TMO 86	France	216	-67	149	149
FR0007451745	OPCVM diversifié	BSO C TERME FCP	France	268	0	268	268
FR0007495460	OPCVM diversifié	BSO ALLIA CONV C	France	237	0	237	225
FR0010461343	OPCVM diversifié	BSO INVEST I FCP	France	347	0	347	334
FR0010080911	OPCVM diversifié	BSO PATRIMOINE (clindome)	France	278	0	278	266
<b>TOTAL</b>	-	-	-	<b>6 447</b>	<b>-661</b>	<b>5 785</b>	<b>6 118</b>

## Annexe 8 : Annexes relatives à l'application des méthodes de provisionnement

### Annexe 8.1 : Application de l'approche d'incertitude de Mack 93

		1	2	3	4	5	6	
	Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5	Charge ultime
1	2 010	1 556	4 739	5 353	5 477	5 581	5 642	5 642
2	2 011	2 783	5 887	6 787	7 027	7 112	7 189	7 189
3	2 012	3 859	9 883	11 517	12 094	12 276	12 410	12 410
4	2 013	3 875	8 917	10 832	11 263	11 433	11 557	11 557
5	2 014	870	2 512	2 944	3 061	3 108	3 142	3 142
6	2 015	980	2 417	2 833	2 945	2 990	3 022	3 022
Coeff CL		2,467	1,172	1,040	1,015	1,011	-	
Estimateurs de la variance		289,1409117	9,1347666	1,4189337	0,1464350	0,0151122	-	
Estimateurs de R		-	78	316	725	630	2 043	
Erreur quadratique moyen		-	244	4 154	27 325	33 943	509 014	
Erreur quadratique		-	1 392	10 318	37 227	39 554	509 038	

ERREUR 773 K € soit 20% de la PSAP calculée

### Annexe 8.2 : Application de la méthode par ré-échantillonnage (Bootstrap)

Montant de charge cumulé

	Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5	Charge ultime
	2010	1 556	4 739	5 353	5 477	5 581	5 642	5 642
	2011	2 783	5 887	6 787	7 027	7 112	7 189	7 189
	2012	3 859	9 883	11 517	12 094	12 276	12 410	12 410
	2013	3 875	8 917	10 832	11 263	11 433	11 557	11 557
	2014	870	2 512	2 944	3 061	3 108	3 142	3 142
	2015	980	2 417	2 833	2 945	2 990	3 022	3 022

(données en K€)

Coefficients de Chain-Ladder

Coeff CL	2,467	1,172	1,040	1,015	1,011	-
----------	-------	-------	-------	-------	-------	---

Montant de charge décumulé (C<sub>ij</sub>)

	Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5
	2010	1 556	3 182	615	124	104	61
	2011	2 783	3 104	900	240	85	78
	2012	3 859	6 024	1 634	577	182	134
	2013	3 875	5 041	1 915	431	170	125
	2014	870	1 642	432	117	46	34
	2015	980	1 437	416	113	44	33

(données en K€)

Recalcul à partir de la diagonale

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5
2010	1 829	4 512	5 288	5 498	5 581	5 642
2011	2 330	5 749	6 738	7 006	7 112	
2012	4 022	9 923	11 631	12 094		
2013	3 746	9 241	10 832			
2014	1 018	2 512				
2015	980					

(données en K€)

Montant décumulé ( $m_{ij}$ )

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5
2010	1 829	2 683	776	210	83	61
2011	2 330	3 419	989	268	106	
2012	4 022	5 901	1 708	462		
2013	3 746	5 496	1 591			
2014	1 018	1 494				
2015	980					

(données en K€)

Calcul des résidus de Pearson ( $r_{ij}$ )

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5
2010	-6	10	-6	-6	2	0
2011	9	-5	-3	-2	-2	
2012	-3	2	-2	5		
2013	2	-6	8			
2014	-5	4				
2015	0					

(données en K€)

Rééchantillonnage avec remise ( $r_{bij}$ )

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5
2010	-2	-2	-6	2	-5	-3
2011	-2	-6	-5	-3	-6	
2012	2	-5	8	2		
2013	-3	8	-2			
2014	5	-6				
2015	-2					

(données en K€)

Nouveau triangle ( $C_{bij}$ )

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5
2010	1 742	2 594	599	244	34	41
2011	2 247	3 079	820	222	40	
2012	4 156	5 546	2 045	512		
2013	3 589	6 100	1 509			
2014	1 188	1 248				
2015	916					

(données en K€)

Passage en cumulé

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5
2010	1 742	4 336	4 935	5 178	5 212	5 253
2011	2 247	5 326	6 146	6 368	6 408	6 478
2012	4 156	9 702	11 747	12 259	12 443	12 579
2013	3 589	9 689	11 198	11 643	11 819	11 948
2014	1 188	2 436	2 855	2 969	3 013	3 046
2015	916	2 260	2 649	2 754	2 795	2 826

(données en K€)

Coefficients de Chain-Ladder

Coeff CL	2,437	1,171	1,043	1,006	1,008	-
----------	-------	-------	-------	-------	-------	---

PSAP via bootstrap pour B=1 :

3 661 K €

### Annexe 8.3 : Tableau comparatif des résultats de chaque méthode

Provision pour sinistres recalculée pour la ligne d'activité 12 'Pertes pécuniaires'								
Méthode	Chain Ladder	Bornhuetter Ferguson	Mack 93 (CL + %)	Bootstrap 50%	Bootstrap 75%	Bootstrap 80%	Bootstrap 95%	Bootstrap 99,5%
Provision	3 792	4 612	4 565	3 678	4 019	4 109	4 414	4 543
<i>(données en K€)</i>								
Écart constaté (ligne-colonne)/colonne	Chain Ladder	Bornhuetter Ferguson	Mack 93 (CL + %)	Bootstrap 50%	Bootstrap 75%	Bootstrap 80%	Bootstrap 95%	Bootstrap 99,5%
Chain Ladder	-	22%	20%	-3%	6%	8%	16%	20%
Bornhuetter Ferguson	-18%	-	-1%	-20%	-13%	-11%	-4%	-1%
Mack 93 (CL + %)	-17%	1%	-	-19%	-12%	-10%	-3%	0%
Bootstrap 50%	3%	25%	24%	-	9%	12%	20%	24%
Bootstrap 75%	-6%	15%	14%	-8%	-	2%	10%	13%
Bootstrap 80%	-8%	12%	11%	-10%	-2%	-	7%	11%
Bootstrap 95%	-14%	4%	3%	-17%	-9%	-7%	-	3%
Bootstrap 99,5%	-17%	2%	0%	-19%	-12%	-10%	-3%	-

### Annexe 9 : Projection des recours par la méthode de Chain Ladder

LoB 7

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5	Recours
2010	1	11	16	21	21	21	0
2011	19	45	53	65	67	67	0
2012	68	145	150	194	198	198	4
2013	45	77	94	120	123	123	28
2014	5	31	35	44	45	45	15
2015	0	0	0	0	0	0	0
<i>(données en K€)</i>							
Coeff CL	-	2,226	1,131	1,275	1,020	1,000	

PSAP 47 K€

LoB 12

Année de survenance	Année + 0	Année + 1	Année + 2	Année + 3	Année + 4	Année + 5	Recours
2010	0	103	162	291	352	393	0
2011	34	248	422	513	611	681	70
2012	59	493	779	1 066	1 277	1 424	358
2013	110	404	805	1 104	1 322	1 474	669
2014	10	149	258	354	424	472	324
2015	10	66	115	158	190	211	201
<i>(données en K€)</i>							
Coeff CL	-	6,564	1,737	1,371	1,198	1,115	

PSAP 1 622 K €