

Mémoire présenté devant le jury de l'EURIA en vue de l'obtention du
Diplôme d'Actuaire EURIA
et de l'admission à l'Institut des Actuaire

le 26 Septembre 2019

Par : Fatou Binetou Gueye

Titre : Calcul de la marge de risque à l'épreuve des hypothèses règlementaires

Confidentialité : Non

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

**Membres présents du jury de l'Institut
des Actuaire :**

Sophie Bourdet

Khalil Said

Signature :

Entreprise :

Covéa

Signature :

Membre présent du jury de l'EURIA :

Daniel Boivin

Directeur de mémoire en entreprise :

Benoit LEBRUN

Signature :

Invité :

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)

Signature du responsable entreprise :

Signature du candidat :

Résumé

Mots - clés : marge de risque, assurance non-vie, SCR, formule standard, Solvabilité II

Le calcul de la marge de risque est fondé sur une projection des SCR basée sur des hypothèses énoncées dans [l'article 38](#) du [Règlement Délégué UE 2015/35](#)¹

Le mémoire a pour objectif de mener une réflexion sur les hypothèses réglementaires sous-jacentes au calcul de la marge de risque pour un assureur non-vie. Dans certains cas, celles-ci peuvent conduire à des calculs de SCR différents de ceux réalisés dans le cadre des calculs de SCR réglementaires.

Le travail réalisé s'effectue en trois étapes :

- Comprendre les méthodes réglementaires de calcul des SCR sous la formule standard
- Recenser les assiettes de calcul des SCR et analyser leur méthode d'évaluation selon deux cas : dans le cas du calcul des SCR réglementaires (formule standard) et dans le cas du calcul des SCR pour la marge de risque.
- Mettre en exergue les divergences qui peuvent exister dans les montants de SCR calculés avec et sans prise en compte de l'article 38 et évaluer les impacts à l'aide d'une application numérique qui va confronter les deux méthodes de simplification de la marge de risque n°1 et n°2.

1. Le mémoire ne prend pas en compte le nouveau Règlement Délégué 2019/981

Abstract

Keywords : risk margin, non-life insurance, SCR, standard formula, Solvency II

Risk margin calculation is grounded in a projection of the SCR based on the assumptions set out in Article 38 of the EU Delegated Regulation 2015/35.

The purpose of this dissertation is to reflect on the regulatory assumptions underlying the calculation of the risk margin. In some instances, these may lead to different SCR calculations from those performed as part of regulatory SCR calculations. The study focuses on non-life insurance contracts.

To that end, the following approach will be applied :

- first, understanding the regulatory methods for calculating SCR under the standard formula,
- then, identifying the bases for calculating SCR and analysing their valuation method in two cases : in the case of calculating regulatory SCR (standard formula) and in the case of calculating SCR for the risk margin,
- lastly, highlight the differences that may exist in the amounts of SCR calculated with and without taking into account Article 38 before assessing the impacts using a digital application that will compare the two methods (number 1 and number 2) of simplifying risk margin calculation.

Synthèse

Mots - clés : marge de risque, assurance non-vie, SCR, formule standard, Solvabilité II

L'un des principes fondamentaux de Solvabilité 2 est l'évaluation du passif des assureurs à leur «juste valeur», c'est-à-dire celle qui serait payée par une partie bien informée et consentante dans une transaction sans lien de dépendance.

En utilisant ce principe, on peut appliquer l'économie financière pour obtenir un marché cohérent : «neutre en termes de risque» en supposant que l'on peut actualiser la meilleure estimation des flux de trésorerie de notre passif au taux sans risque, et atteindre ainsi une "juste" valeur qu'un repreneur de portefeuille paierait pour acheter nos engagements. Cependant, l'utilisation de cette approche ne laisserait pas un risque important à un acheteur hypothétique : il achète des passifs d'assurance qui sont incertains par nature. Par conséquent, il doit détenir suffisamment d'actifs pour faire face au risque de sous-estimation du BeL. La détention de ces actifs supplémentaires engendre un coût, et donc lorsqu'un tiers intervient pour acheter le passif, il exigerait une compensation pour le fait qu'il doit lever et détenir du capital. Cette indemnisation sera manifestée par le fait que l'acheteur facturera un montant supplémentaire au-dessus de la meilleure estimation de la valeur actuelle du passif que l'on appelle la marge de risque.

La marge de risque ayant donc, pour objet de fixer la valeur du passif à une valeur de transfert, est une provision technique qu'on ajoute au Best Estimate pour calculer les engagements de l'assureur.

Selon [l'article 37](#) de la [Règlementation UE 2015/35](#), le calcul de la marge de risque repose sur une approche coût du capital (COC) qui consiste à projeter l'ensemble des capitaux de solvabilité requis pour l'entreprise d'assurance calculés selon la formule standard, multiplié par un taux censé traduire le coût du capital année après année jusqu'à l'extinction des passifs d'assurance.

Néanmoins, selon [l'article 38](#) du [Règlement délégué UE 2015/35](#), le calcul de la marge de risque se fonde sur des hypothèses qui s'inscrivent dans le cadre d'un transfert de portefeuille d'une entreprise d'origine à une entreprise de référence.

Toutefois, les hypothèses de l'article 38 relatives à l'entreprise de référence peuvent mener à des différences dans la méthode d'évaluation des métriques utilisées dans la formule standard pour le calcul des SCR projetés.

Ainsi, l'idée de cette étude est de montrer les différences de montants de SCR projetés qui existeraient avec ou sans prise en compte de l'article 38 et quel serait l'impact de ces différences de SCR dans le montant de marge de risque obtenu avec les deux méthodes de simplification $n^{\circ}1$ et $n^{\circ}2$ de la marge de risque. Le périmètre de l'étude se limite à

l'assurance non-vie.

Pour ce faire, un calcul de la marge de risque pour un assureur non-vie a été réalisé à l'aide de la projection des SCR réglementaires (formule standard) sans tenir compte de l'article 38. Ensuite, après avoir étudié les hypothèses de l'article 38, celles-ci ont été appliquées pour calculer la marge de risque de l'entreprise de référence en tenant compte de deux hypothèses concernant l'entreprise d'origine :

- la compagnie d'assurances distribue des contrats comportant des garanties annuelles c'est à dire des contrats souscrits du 1er Janvier au 31 Décembre de l'année civile en cours
- la société souscrit des contrats au fil de l'eau : on considère que les contrats sont souscrits en moyenne, en milieu d'année. Toutefois, ces deux entreprises ont les mêmes montants de SCR réglementaires.

L'étude des hypothèses de l'article 38 fait ressortir les hypothèses fondamentales (qui entraînent les différences significatives en terme de montant de marge) qui régissent le calcul de la marge de risque qui sont :

- l'hypothèse (a) : *l'entreprise d'origine transfère tous ses contrats liés à des engagements à l'entreprise de référence*
- l'hypothèse (d) : *avant transfert du portefeuille, le bilan de l'entreprise de référence est nul*
- l'hypothèse (e) : *l'entreprise de référence ne souscrit aucun nouvel engagement d'assurance ou de réassurance après transfert*
- l'hypothèse (h) : *l'entreprise de référence cherche à minimiser son risque de marché en investissant dans des actifs sans risque ou à moindre risque*

Théoriquement, la prise en compte de ces hypothèses entraîne une baisse du montant des SCR réglementaires des risques et sous-modules de risque d'un assureur non-vie. Par conséquent, on devrait aussi avoir une baisse du montant de marge de risque calculé avec ces SCR, ce qui pourrait engendrer une optimisation du capital par l'assureur. Dans le tableau ci-dessous, on retrouve les SCR impactés par l'article 38 et les différences entre l'entreprise d'origine et l'entreprise de référence :

	Entreprise d'origine	Entreprise de référence
SCR souscription en non-vie		<
Prime et réserve		<
Catastrophe		<
Cessation		complexe
SCR défaut de contrepartie		<
Type 1		<
Type 2		<
SCR marché		Nul
SCR opérationnel		<=

FIGURE 1 – Impact de l'article 38 sur les SCR réglementaires dans le calcul de la marge de risque

Ce tableau montre que les montants de SCR du risque de souscription en non-vie et du risque de défaut de contrepartie après prise en compte de l'article 38 sont inférieurs aux SCR réglementaires de ces risques cités précédemment.

Concernant le risque de marché, l'hypothèse (h) a déjà été prise en compte dans les calculs réglementaires pour obtenir la marge de risque de l'entreprise d'origine.

Le risque opérationnel est quant à lui complexe. En effet, lorsqu'on prend en compte les hypothèses de l'article 38, le SCR opérationnel est égal à l'exigence de capital sur la base des provisions techniques. Or, il peut arriver des cas d'entreprises ayant des risques très courts et qui peuvent présenter des provisions techniques négatives. Ce qui entraînerait un risque opérationnel nul et cela n'est pas cohérent avec la définition de ce risque.

Pour obtenir le montant de marge de risque, deux méthodes simplifiées ont été utilisées :

- la méthode de simplification $n^{\circ}1$ qui consiste à projeter l'intégralité des modules ou sous-modules qui interviennent dans le calcul
- la méthode de simplification $n^{\circ}2$ qui estime de manière approximative la totalité du capital de solvabilité requis pour chaque année à venir en utilisant le ratio Best estimate pour l'année à venir et Best Estimate à la date de valorisation.

L'évaluation des résultats après calculs a permis de confirmer ces analyses. En effet, pour les modules de risque de défaut de contrepartie et de souscription en non-vie, on observe une diminution des SCR après prise en compte de l'article 38.

Les différences de SCR pour chaque module de risque sont présentées dans les tableaux ci-dessous :

Risque de défaut	Règlementaire	Contrats souscrits du 01/01 au 31/12	Contrats souscrits au fil de l'eau
		Article 38	
Type1	10	4	4
Type 2	100	100	100
Total	108	103	103

FIGURE 2 – Différences de montants (en millions d'euros) entre le risque de défaut calculé avec les SCR réglementaires et le risque de défaut selon les hypothèses de l'article 38 à t=0

L'analyse de ce tableau montre une baisse du risque de défaut provoquée par le risque de défaut type 1. En effet, cette baisse est liée au fait que la société d'assurance présente en majorité des avoirs en banque dans son portefeuille. Or, d'après l'hypothèse(h), l'entreprise de référence cherche à minimiser son risque de marché ; il ne va donc pas placer son argent à la banque mais plutôt dans des obligations d'état européennes.

SCR_Non life	Contrats souscrits du 01/01 au 31/12		Contrats souscrits au fil de l'eau
	Règlementaire	Article 38	Article 38
	563	533	453

FIGURE 3 – Différences de montants entre le risque de souscription non-vie calculé avec les SCR réglementaires et le risque de souscription non vie selon les hypothèses de l'article 38 à t=0

Après transfert du portefeuille, le risque de souscription non-vie connaît une baisse à t=0. Cette diminution du risque de souscription non-vie pour l'entreprise de référence est provoquée par l'impact de la baisse du risque de primes et de réserve. En effet, le volume de primes, élément clé du calcul du risque de primes et de réserve diminue après la prise en compte des hypothèses (d) et (e).

La différence de montants entre les deux entreprises réside sur le fait que l'entreprise qui souscrit au fil de l'eau intègre l'hypothèse de prendre en compte uniquement les primes à acquérir sur les contrats engagés. Pour cette entreprise, le calcul du SCR en non vie a été effectué en ne conservant que les primes à acquérir sur les contrats engagés.

Toutes ces différences de montants entraînent une baisse de la marge de risque calculée avec les deux méthodes de simplification de la marge de risque. En effet, le SCR global de l'entreprise est calculé par agrégation des SCR des modules de risque.

Le tableau suivant montre les montants de marge de risque avant et après prise en compte de l'article 38 :

	Règlementaire	Article 38	
		Contrats souscrits du 01/01 au 31/12	Contrats souscrits au fil de l'eau
Simplification n°1	172	164	155
Simplification n°2	232	185	163

FIGURE 4 – Tableau récapitulatif des montants de marge de risque obtenus après calcul

Dans ce tableau, on observe que la baisse du montant de marge de risque est plus forte lorsqu'elle est calculée selon la méthode $n^{\circ}1$ que la méthode $n^{\circ}2$. En effet, la méthode $n^{\circ}2$ prend en compte les impacts de l'article 38 sur toute la durée de la liquidation des engagements : tous les SCR vus à des dates futures sont calculés en fonction du SCR global à $t=0$; alors que la méthode $n^{\circ}1$ recalcule l'intégralité des SCR à chaque pas de temps. Plus précisément, la méthode $n^{\circ}1$ tient compte du risque de primes qui s'éteint rapidement (au bout de 5 ans) et des provisions qui se liquident plus lentement que les primes alors que dans la méthode $n^{\circ}2$ le risque de primes est conservé jusqu'à la liquidation des passifs.

En somme, la prise en compte de l'article 38 du Règlement Délégué entraîne une baisse du montant de marge de risque calculé par les assureurs. De plus, l'application de la méthode de simplification $n^{\circ}1$ donne une marge de risque moins élevée que la méthode $n^{\circ}2$.

Executive summary

Keywords : risk margin, non-life insurance, SCR, standard formula, Solvency II

One of the basic principles of Solvency 2 is the valuation of the liabilities of insurers at their "fair value", i.e. the value that would be paid by a well-informed and willing party in an arms length transaction.

Using this principle, we can apply the financial economy to obtain a consistent market : "risk neutral" assuming that we can discount the best estimate of the cash flows of our liabilities at the risk-free rate, and thus achieve a "fair" value that a portfolio buyer would pay to buy our liabilities.

However using just this approach would miss a key risk for our hypothetical buyer : they are buying insurance liabilities, which are uncertain by nature. Therefore, as well as holding assets to meet the best estimate of the present value of the liabilities, they will need to hold assets to address the risk that their best estimate was too low. Holding these additional assets engenders a cost, and so when the third party comes to buy the liabilities, they will require compensation for the fact that they have to raise and hold the capital. This compensation will be manifested by the buyer charging an extra amount over and above the simple best estimate present value of the liabilities, and we call this amount the risk margin.

The purpose of the risk margin is to determine the value of the liability at a transfer value. The risk margin is a technical provision that is added to the Best Estimate to calculate the insurer's liabilities.

According to Article 37 of EU Regulation 2015/35, the calculation of the risk margin is based on a cost of capital (COC) approach, which consists of projecting the total solvency capital required for the insurance undertaking calculated according to the standard formula, multiplied by a rate that is expected to reflect the cost of capital year after year until the insurance liabilities are settled.

Nevertheless, according to Article 38 of the EU Delegated Regulation 2015/35, the calculation of the risk margin is based on assumptions that are part of a portfolio transfer from an original undertaking to a reference undertaking.

However, the assumptions in Article 38 relating to the reference undertaking may lead to differences in the method of evaluating the metrics used in the standard formula for calculating projected SCR, so the idea of this study is to show the differences in projected SCR amounts that would exist with or without taking into account Article 38

and what would be the impact of these SCR differences in the amount of risk margin obtained with the two methods for simplifying the calculation of the risk margin. The study focuses on non-life insurance.

To that end, a calculation of the risk margin for a non-life insurer was performed using the projection of regulatory SCR (standard formula) without taking into account Article 38. Then, after studying the assumptions in Article 38, they were applied to calculate the risk margin of the reference undertaking by taking into account two assumptions concerning the original undertaking :

- the insurance company distributes contracts with annual guarantees, i. e. contracts subscribed from 1 January to 31 December of the current calendar year
- the company subscribes contracts over water : the contracts are considered to be subscribed on average, at mid-year. However, these two companies have the same regulatory SCR amounts.

The study of the assumptions in Article 38 highlights the fundamental assumptions (which lead to significant differences in terms of margin amount) governing the calculation of the risk margin, which are :

- assumption (a) : the home company transfers all its contracts linked to commitments to the reference undertaking
- assumption (d) : before transfer of the portfolio, the balance sheet of the reference undertaking is zero
- assumption (e) : the reference undertaking does not enter into any new insurance or reinsurance commitments after transfer
- (h) : the reference undertaking seeks to minimise its market risk by investing in risk-free or lower-risk assets.

Theoretically, taking these assumptions into account leads to a decrease in the amount of regulatory SCR for the risks and sub-modules of a non-life insurer. As a result, there should also be a decrease in the amount of risk margin calculated with SCR, which could lead to capital optimization by the insurer. In the table below, we find the SCR impacted by Article 38 and the differences between the 2 companies :

	Original undertaking	Reference undertaking
Non-life SCR		<
Reserve & Premiums		<
Catastrophe		<
Lapse		complex
Default SCR		<
Type 1		<
Type 2		<
Market SCR		zero
Operational SCR		<=

FIGURE 5 – Impact of Article 38 on regulatory SCR in the calculation of the risk margin

This table shows that the amounts of SCR of the non-life underwriting risk and the counterparty default risk after taking into account Article 38 are lower than the regulatory SCR of these risks mentioned above.

With regard to market risk, assumption (h) has already been taken into account in the regulatory calculations to obtain the risk margin of the original undertaking.

The operational risk is complex. Indeed, when the assumptions of Article 38 are taken into account, the operational SCR is equal to the capital requirement on the basis of the technical provisions. However, there may be cases of companies with very short risks and which may have negative technical provisions. This would result in zero operational risk and is not consistent with the definition of this risk.

To obtain the amount of the risk margin, two simplified methods were used :

- simplification method 1, which consists in projecting all the modules or sub-modules involved in the calculation,
- simplification method 2, which estimates approximately the total Solvency Capital Requirement for each coming year using the Best estimate ratio for the coming year and Best Estimate at the valuation date.

The evaluation of the results after calculations confirmed the previous analyses. Indeed, for the counterparty default and non-life underwriting risk modules, there is a decrease in SCR after taking into account Article 38. The differences in SCR for each risk module are presented in the tables below :

Default risk	Regulatory SCR	Contracts subscribed from 01/01 to 31/12	Contracts entered into on a run-of-river basis
		Article 38	
Type1	10	4	4
Type 2	100	100	100
Total	108	103	103

FIGURE 6 – Differences in amounts (in millions of euros) between the default risk calculated with regulatory SCR and the default risk according to the assumptions of Article 38 at t=0

The analysis of this table shows a decrease in the default risk caused by the type 1 default risk. Indeed, this decrease is linked to the fact that the insurance company has a majority of bank assets in its portfolio. However, according to hypothesis (h), the reference undertaking seeks to minimise its market risk. It therefore does not invest money in the bank but rather in European government bonds.

	Contracts subscribed from 01/01 to 31/12		Contracts entered into on a run-of-river basis
	Regulatory SCR	Article 38	Article 38
SCR_Non life	563	533	453

FIGURE 7 – Differences in amounts between the non-life underwriting risk calculated with regulatory SCR and the non-life underwriting risk according to the assumptions in Article38 at t=0

After portfolio transfer, non-life underwriting risk decreases to t=0. This decrease in non-life underwriting risk for the reference undertaking is caused by the impact of the decrease in premium and reserve risk. The difference in amounts between the two companies is that the company subscribing on a run-of-river basis incorporates the assumption that it only takes into account the premiums to be acquired on the contracts entered into. For this company, the calculation of the SCR in non-life was carried out by retaining only the premiums to be acquired on the contracts committed, all these differences in amounts lead to a decrease in the risk margin calculated with the two methods of simplifying the risk margin. The following table shows the amounts of risk margin before and after taking into account Article 38 :

	Regulatory SCR	Article 38	
		Contracts subscribed from 01/01 to 31/12	Contracts entered into on a run-of-river basis
Simplification n°1	172	164	155
Simplification n°2	232	185	163

FIGURE 8 – Summary table of risk margin amounts obtained after calculation

In this table, it can be seen that the decrease in the amount of the risk margin is higher when calculated according to method 1 than method 2, since method 2 takes into account the impacts of Article 38 over the entire duration of the liquidation of liabilities : all SCRs seen at future dates are calculated according to the overall SCR at t=0; while method 1 recalculates the entire SCR at each time step.

More specifically, method 1 takes into account the risk of premiums being quickly settled (after 5 years) and provisions being liquidated more slowly than premiums, while method 2 retains the premium risk until liabilities are liquidated.

In short, taking into account Article 38 of the Delegated Regulations leads to a decrease in the amount of risk margin calculated by insurers. In addition, the application of simplification method 1 gives a lower risk margin than method 2.

Remerciements

Je remercie tout d'abord Madame Mireille Aubry, Responsable du Pole Veille Méthodes et Optimisation au sein de COVEA pour m'avoir permis d'effectuer mon stage de fin d'études et de réaliser mon mémoire au sein de son équipe sur un sujet de réflexion très intéressant.

Mes remerciements vont particulièrement à mon tuteur de stage Monsieur Benoit Lebrun qui a su m'apporter un encadrement de qualité au niveau professionnel et humain.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur Pierre-Yves Guillerme qui m'a assistée et soutenue durant toute la rédaction de ce mémoire.

Je remercie également l'ensemble du corps pédagogique de l'EURIA pour m'avoir permis de suivre leur formation d'actuariat. Merci à Monsieur Franck Vermet et Madame Patricia Gruet pour leur soutien et leurs conseils pertinents.

J'exprime ma profonde reconnaissance à ma tutrice d'école Madame Aude Goichon pour son investissement et ses précieux conseils.

J'exprime ma profonde gratitude à ma famille pour leur soutien incommensurable et indéfectible tout au long de mes études. Une reconnaissance particulière est adressée à ma mère, mon père et à mon mari. A vous mes très chers je vous dis Merci !

Ce mémoire est dédié à ma fille qui m'a porté bonheur en décrochant ce stage quelques jours après sa naissance ! J'espère que tu liras ce mémoire et que tu en écriras un meilleur d'ici quelques années !

Table des matières

I	Cadre conceptuel	18
1	La marge de risque	19
1.1	Comprendre la marge de risque	19
1.2	Hypothèses pour l'estimation de la marge de risque	22
2	Le capital de solvabilité requis ou SCR	27
2.1	Rappels sur le calcul du SCR dans la formule standard	27
2.2	Modules et sous-modules de risque nécessaires au calcul de la marge de risque	29
2.2.1	Le risque de souscription en non-vie	30
2.2.2	Le risque de souscription en vie	39
2.2.3	Le risque de souscription en santé	41
2.2.4	Le risque de marché	41
2.2.5	Le risque de défaut de contrepartie	43
2.2.6	Le risque opérationnel	44
II	Analyse des métriques dans le contexte de transfert des engage- ments	47
3	Le risque de souscription en non-vie face aux hypothèses de calcul de la marge de risque	49
3.1	Le risque de primes et de réserve	49
3.1.1	Le volume de primes	49
3.1.2	Le volume de réserves	51
3.2	Le risque de catastrophe	51
3.2.1	Le sous-module risque de catastrophe naturelle	51
3.2.2	Le sous-module risque de catastrophe en réassurance dommages non proportionnelle	52
3.2.3	Le sous-module «autres risques de catastrophe en non-vie»	52
3.2.4	Le sous-module risque de catastrophe d'origine humaine	53

3.3	Le risque de cessation	53
4	Le risque de défaut de contrepartie versus les hypothèses de calcul de la marge de risque	55
4.1	Les expositions de type 1	55
4.1.1	Les contrats de couverture des risques	55
4.1.2	Les avoirs en banque et les dépôts auprès des entreprises cédantes où le nombre de contreparties uniques n'excède pas 15	56
4.2	Les expositions de type 2	57
4.2.1	Les créances sur les assurés et les créances sur les intermédiaires	57
4.2.2	Les dépôts auprès des cédantes où le nombre de contreparties uniques excède 15	57
5	Le risque de marché	58
6	Le risque opérationnel	59
III	Application numérique : Impact de la prise en compte de l'article 38 dans l'évaluation de la marge de risque	61
7	Calcul de la marge de risque sans les hypothèses de l'article 38	63
7.1	Calcul de la marge de risque à partir des SCR réglementaires	63
7.1.1	Méthode de simplification $n^{\circ}1$	63
7.1.2	Montant de la marge de risque après projections	68
7.1.3	Méthode de simplification $n^{\circ}2$	68
8	Calcul de la marge de risque avec les hypothèses de l'article 38 du Règlement Délégué	70
8.1	Calcul de la marge de risque avec les SCR calculés selon les hypothèses de l'article 38	71
8.1.1	Méthode de simplification $n^{\circ}1$	71
8.1.2	Le risque de souscription en vie	74
8.1.3	Le risque opérationnel	74
9	Comparaisons et Analyses	76
9.1	Ecart de montants de marge de risque selon les méthodes $n^{\circ}1$ et $n^{\circ}2$ de simplification	76
9.2	Différences sur les montants de marge de risque calculés avec et sans l'article 38	77
9.2.1	Différences observées pour l'entreprise qui souscrit des contrats du 01/01 au 31/12	77
9.2.2	Différences observées pour l'entreprise qui souscrit des contrats au fil de l'eau	79
9.3	Impacts de la prise en compte de l'article 38 sur les simplifications	80

Lexique et acronymes

BEL : Best Estimate Liabilities : meilleure estimation des passifs d'assurance ou BE (Best Estimate)

EIOPA : European Insurance and Occupational Pensions Authority

LoB : Line of Business ou ligne d'activité

ME : Meilleure estimation des passifs d'assurance

NAV : Net Asset Value : sous Solvabilité 2, elle correspond à la Valeur de l'Actif diminuée des BEL

OAT : Obligations Assimilables du Trésor

PB : Participation aux Bénéfices

PPNA : Provisions pour Primes non Acquisées

PVFP : Valeur actuelle des profits futurs

SCR : Solvency Capital Requirement

USP : Undertaking Specific Parameters

Introduction

En vertu du régime de solvabilité réaliste actuel, les assureurs sont tenus de détenir des actifs excédant leur passif et leur capital selon la meilleure estimation.

Avec l'avènement de Solvabilité II, les assureurs devront conserver une marge de risque supplémentaire dans leur bilan pour pouvoir choisir entre stabilité du bilan et optimisation du capital.

Cette marge de risque est conçue pour représenter le montant qu'une société d'assurance aurait besoin pour assumer les obligations d'une société d'assurance donnée. Cela signifie en réalité que si un assureur devait, à la suite d'un choc, utiliser tout son surplus libre et son capital, il disposerait alors de suffisamment d'actifs pour liquider et transférer en toute sécurité ses obligations à un tiers.

S'ajoutant au Best Estimate dans le calcul des provisions techniques sous Solvabilité 2, la marge de risque est un élément important du bilan prudentiel. Son calcul est fondé sur une projection des capitaux de solvabilité requis futurs (SCR) jusqu'à l'extinction des passifs d'assurance. Le calcul de la marge de risque est relativement complexe, raison pour laquelle, l'EIOPA a proposé quatre méthodes de simplification pour obtenir le montant de marge de risque.

Selon l'article 38 du Règlement Délégué 2015/35², le calcul de la marge de risque repose sur des hypothèses qui s'inscrivent dans le cadre d'un transfert d'engagements d'une entreprise d'origine à une entreprise de référence.

Toutefois, les hypothèses de l'article 38 relatives à l'entreprise de référence peuvent entraîner des différences dans la méthode d'évaluation des métriques utilisées dans la formule standard pour le calcul des SCR projetés.

Ainsi, les principaux objectifs du mémoire sont de bien comprendre les hypothèses de l'article 38 sous-jacentes au calcul de la marge de risque pour un assureur non-vie et de confronter ces hypothèses avec celles de calcul des SCR réglementaires afin d'apporter des éléments de justification théorique au regard des méthodes de projection choisies et du montant de marge de risque obtenu après la prise en compte de l'article 38.

Le mémoire s'articule en trois grandes parties. La première partie propose une définition de la marge de risque et explique ses hypothèses de calcul énoncées dans l'article 38 du Règlement Délégué. Ensuite, l'objectif de la deuxième partie est de faire comprendre

2. Le mémoire ne prend pas en compte le nouvel amendement du Règlement Délégué du 8 Mars 2019 qui modifie certains calculs de SCR en non-vie

le calcul des capitaux de solvabilité requis intervenant dans le calcul de la marge de risque pour un assureur non-vie. Enfin, la troisième partie vise à montrer et à analyser les impacts de l'application des hypothèses de l'article 38 dans les montants de SCR calculés et donc dans les montants de marge de risque obtenus en plus des différences existant entre les méthodes simplifiées n°1 et n°2 de calcul de la marge de risque.

Première partie
Cadre conceptuel

Chapitre 1

La marge de risque

La première partie de ce mémoire présente la marge de risque : sa définition, ses méthodes de calcul et les hypothèses réglementaires qui sous-tendent son calcul.

1.1 Comprendre la marge de risque

L'article 76¹ de la Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil définit les provisions techniques comme "le montant actuel que les entreprises d'assurance et de réassurance devraient payer si elles transféraient sur le champ leurs engagements d'assurance et de réassurance à une autre entreprise d'assurance ou de réassurance".

Sous Solvabilité 2, les provisions techniques correspondent à la somme de la meilleure estimation et de la marge de risque.

Cette marge de risque est conçue pour représenter le montant qu'une société d'assurance exigerait pour faire face aux obligations d'une autre compagnie d'assurance lorsque celle-ci lui transfère son portefeuille comme l'énonce l'article 77² de la Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil **"La marge de risque est calculée de manière à garantir que la valeur des provisions techniques est équivalente au montant que les organismes d'assurance demanderaient pour reprendre et honorer les engagements "**. En réalité, si un assureur devait, à la suite d'un choc, utiliser tout son surplus libre et son capital, il disposerait alors de suffisamment d'actifs pour liquider et transférer en toute sécurité ses obligations à un tiers.

L'idée de la marge de risque est simple. En effet, lorsqu'on souhaite valoriser une compagnie d'assurances, on calcule son BeL qui traduit la valeur de ses passifs. Dès lors, lorsqu'une autre société d'assurances reprend le passif de cette entreprise, elle s'attend à

1. Paragraphe 2

2. Paragraphe 3

pouvoir payer le BeL aux clients. De ce fait, elle demande à avoir un montant identique au BeL pour respecter les engagements vis à vis des clients.

A titre d'exemple, une société A dispose d'un BeL de 100 et souhaite transférer son business à une société B. La société A est donc censée payer ces 100 à l'entreprise B pour qu'elle puisse payer le passif. Néanmoins, le BeL est une estimation de l'avenir. Il traduit la valeur actuelle des flux futurs. Or, le futur étant incertain, la société B pourrait être amenée à payer davantage si la situation future est défavorable. La société B va donc tenir compte de ce risque et va demander une marge supplémentaire. Ainsi, B va demander 110 au lieu de 100 pour être en sécurité financière dans la plupart des cas. Ce 10 supplémentaire correspond à la marge de risque.

La question est de savoir comment calculer ces 10 pour garantir le respect des engagements de l'assureur en toute sécurité.

L'article 37³ du Règlement Délégué définit le calcul de la marge de risque selon une approche Coût du Capital (CoC). Cette approche consiste à projeter le capital de solvabilité requis futur multiplié par un taux censé traduire le coût du capital année après année jusqu'à l'extinction des passifs d'assurance. Il s'effectue sur le portefeuille global des engagements d'assurance via la formule ci-dessous. La marge de risque correspond donc à la valeur actualisée des montants de capitaux de solvabilité requis (SCR) futurs multipliés par le coût du capital :

$$RM = CoC * \sum_{t \geq 0} \frac{SCR(t)}{(1 + r(t + 1))^{t+1}}$$

où :

- RM désigne la marge de risque,
- CoC désigne le taux de coût du capital qui est égal à 6%. Ce taux est commun à toutes les entreprises d'assurance et de réassurance. Il est révisé périodiquement.⁴ Il est censé définir le taux de rendement du capital immobilisé s'il était investi.
- $SCR(t)$ représente le capital de solvabilité requis après t années
- $r(t + 1)$ représente le taux d'intérêt sans risque de base à la date de maturité $t + 1$.

L'application de cette formule nous fournit donc la marge de risque globale pour tout le périmètre de l'activité d'assurance. L'article 37 du Règlement Délégué⁵ précise que cette marge de risque globale doit être répartie par ligne d'activité⁶. Son allocation doit s'effectuer en fonction de la contribution de chaque ligne d'activité au SCR sur la durée

3. Paragraphe 1

4. Article 77, Paragraphe 5 de la Directive 2009/138/CE

5. Paragraphe 3

6. Article 80 de la Directive 2009/138/CE

de vie du portefeuille de contrats.

La méthode de projection du capital de solvabilité requis étant plutôt complexe, EIOPA propose quatre méthodes simplificatrices allant de la plus complexe à la plus simpliste détaillées dans les Orientations sur la Valorisation des provisions techniques :

- la simplification $n^{\circ}1$: Estimation du SCR par module ou sous-module de risque. Cette méthode requiert la projection et l'agrégation à chaque pas de temps des exigences de capital de tous les sous-modules de risque auxquels l'entreprise est confrontée pour calculer la marge de risque.
- la simplification $n^{\circ}2$: Relation de proportionnalité entre le SCR à la date t et le *Best Estimate*. Mathématiquement, cela se traduit par la formule suivante :

$$SCR(t) = p * BE(t)$$

avec p qui désigne le coefficient de proportionnalité défini par :

$$p = \frac{SCR(0)}{BE(0)}$$

Avec cette méthode, à chaque pas de temps, le SCR est calculé en fonction du SCR global à $t=0$ et du BE à $t=0$.

Nous reviendrons plus en détails sur ces deux méthodes dans la suite du mémoire.

- la simplification $n^{\circ}3$: la méthode par durée : elle permet de calculer tous les SCR futurs en même temps en partant de la méthode précédente. Cette méthode se traduit mathématiquement par la formule suivante :

$$RM = COC * Dur_{mod}(0) * SCR_{RU}(0) / (1 + r_1)$$

RM désigne la marge de risque

COC représente le taux de coût du capital

$SCR_{RU}(0)$ représente le SCR calculé au temps $t=0$ pour le portefeuille d'engagements d'assurance de l'entreprise de référence

$Dur_{mod}(0)$ désigne la durée modifiée des passifs d'assurance nets de réassurance au temps $t=0$

r_1 est le taux sans risque

- et la simplification $n^{\circ}4$: elle consiste à exprimer la marge de risque comme un pourcentage de la meilleure estimation des provisions techniques selon la formule

suivante :

$$RM = \alpha * BE_{net}(0)$$

α est un pourcentage fixe pour la ligne d'activité concernée

$BE_{net}(0)$ est la meilleure estimation des passifs nets de réassurance évaluée au temps $t=0$

1.2 Hypothèses pour l'estimation de la marge de risque

Le calcul de la marge de risque s'inscrit dans le cadre du transfert de la totalité du portefeuille d'une entreprise (entreprise d'origine) à une autre entreprise (entreprise de référence) censée honorer les engagements repris.⁷

L'article 86⁸ de la Directive 2009/138/CE stipule qu'il est prévu des méthodes et des hypothèses⁹ à utiliser aux fins du calcul de la marge de risque concernant l'entreprise de référence.

L'article 38 du Règlement Délégué énonce les hypothèses de calcul de la marge de risque décrites ci-dessous :

- a) *la totalité du portefeuille d'engagements d'assurance et de réassurance de l'entreprise d'assurance ou de réassurance qui calcule la marge de risque (entreprise d'origine) est reprise par une autre entreprise d'assurance ou de réassurance (entreprise de référence).*

Cette première hypothèse suppose que l'entreprise d'origine transfère tous les contrats sur lesquels elle est engagée.

- (b) *nonobstant le point a), lorsque l'entreprise d'origine exerce simultanément des activités d'assurance vie et non-vie conformément à l'article 73, paragraphe 5, de la directive 2009/138/CE, le portefeuille d'engagements d'assurance se rapportant à des activités d'assurance vie et des engagements de réassurance vie, et le portefeuille d'engagements d'assurance se rapportant à des activités d'assurance non-vie et des engagements de réassurance non-vie sont repris séparément par deux entreprises de référence différentes.*

Cette hypothèse précise l'importance de bien distinguer les notions d'activité et d'engagement.

7. Paragraphe 56 de la page 12 de la Directive 2009/138/CE

8. Paragraphe 1.d

9. Article 38 du Règlement Délégué



FIGURE 1.1 – Distinction entre activité et engagement d’assurance

Deux exemples ci-dessous montrent les implications de cette hypothèse.

Prenons le cas d’un assureur IARD qui distribue des contrats auto, Santé (Maladie), et MRH (Multi-risques Habitation). Le portefeuille de cet assureur se rapporte à des risques classifiés dans des branches d’assurance non-vie¹⁰.

Les branches MRH et Maladie génèrent des engagements non-vie et des engagements santé similaires à la non-vie. La branche auto peut générer des engagements vie (les rentes auto par exemple) et des engagements non-vie (les dommages auto par exemple).

L’assureur n’ayant qu’une branche d’activité (non-vie), son BSCR est calculé en tenant compte des effets de diversification.

Pour un autre assureur Santé Prévoyance qui fournit des contrats d’assurance en cas d’accidents (accidents du travail et maladie professionnelle), de Maladie (assurance santé similaire à la non vie) et de décès toutes causes, on compte deux branches d’activités : les accidents et la maladie sont classés dans la branche d’assurance non-vie ; l’assurance en cas de décès toutes causes est classée dans la branche d’assurance vie.

Les accidents (les accidents du travail et la maladie professionnelle) et la Maladie (assurance santé similaire à l’assurance non-vie) génèrent des engagements non-vie. L’assurance en cas de décès toutes causes génère des engagements vie.

Au sein des deux branches d’activité, un BSCR est calculé en tenant compte des effets de diversification. Le BSCR total de cet assureur est obtenu en faisant la somme du BSCR pour la branche d’assurance vie et du BSCR pour la branche d’assurance non vie.

- (c) le transfert des engagements d’assurance et de réassurance comprend tous les contrats de réassurance et arrangements avec des véhicules de titrisation se rapportant à ces engagements.

10. Annexe 1 de la Directive 2009/138/CE

Ceci implique que toutes les couvertures de réassurance souscrites par l'entreprise d'origine et liées aux engagements transférés sont reprises par l'entreprise de référence.

- (d) *l'entreprise de référence n'a pas d'engagement d'assurance ou de réassurance ni de fonds propres avant le transfert.*

Avant le transfert des engagements, le bilan de l'entreprise de référence est nul.

- (e) *après le transfert, l'entreprise de référence n'assume aucun nouvel engagement d'assurance ou de réassurance.*

L'entreprise de référence ne souscrit aucun nouveau contrat après la date de transfert des engagements, elle dispose uniquement des engagements qu'on lui a transférés. L'entreprise de référence correspond à une entreprise en run-off.

- (f) *après le transfert, l'entreprise de référence lève des fonds propres éligibles d'un montant égal au capital de solvabilité requis nécessaire pour faire face aux engagements d'assurance et de réassurance sur leur durée de vie.*

Après transfert du portefeuille, l'entreprise de référence dispose d'un niveau de fonds propres strictement nécessaire au déroulement de son activité. Cela signifie que son Ratio de solvabilité est de 100%.

- (g) *après le transfert, l'entreprise de référence dispose d'actifs dont le montant est égal à la somme de son capital de solvabilité requis et des provisions techniques, nette des montants recouvrables au titre des contrats de réassurance et des véhicules de titrisation.*

A la suite du transfert de portefeuille, on ne compte pas d'excès d'actifs sur les passifs (y compris les fonds propres).

- (h) *les actifs sont sélectionnés de manière à minimiser le capital de solvabilité requis pour le risque de marché auquel l'entreprise de référence est exposée.*

L'entreprise de référence cherche à minimiser son risque de marché au sens de Solvabilité 2 en investissant dans des actifs sans risque ou à moindre risque. Nous reviendrons plus loin sur ce que cela implique au regard des hypothèses émises sur le type d'actifs dans lesquels l'entreprise investit.

- (i) *le capital de solvabilité requis de l'entreprise de référence couvre tous les risques*

suivants :

- *le risque de souscription relatif aux activités transférées ;*
- *lorsqu'il est important, le risque de marché visé au point h), autre que le risque de taux d'intérêt ;*
- *le risque de crédit relatif aux contrats de réassurance, aux arrangements avec les véhicules de titrisation, aux intermédiaires, aux preneurs et à toute autre exposition importante étroitement liée aux engagements d'assurance et de réassurance ;*
- *le risque opérationnel*

Toutes les composantes du BSCR sont présentes à l'exception du risque de marché.

- *(j) la capacité d'absorption des pertes des provisions techniques, visée à l'article 108 de la directive 2009/138/CE, de l'entreprise de référence correspond, pour chaque risque, à la capacité d'absorption des pertes des provisions techniques de l'entreprise d'origine.*

L'entreprise d'origine et l'entreprise de référence ont la même capacité d'absorption de pertes par les provisions techniques. La capacité d'absorption de pertes par les provisions techniques est une notion liée au mécanisme de la Participation aux Bénéfices que l'on retrouve plutôt en Assurance Vie. Dans une certaine mesure, les passifs de la compagnie d'assurance absorbent la variation des résultats financiers. Le principe est de faire supporter en partie aux assurés d'éventuelles pertes financières.

Cette notion ne fait pas partie du mémoire au vu du périmètre étudié.

- *(k) il n'y a pas de capacité d'absorption de pertes des impôts différés, telle que visée à l'article 108 de la directive 2009/138/CE, pour l'entreprise de référence*

Pour évaluer la marge de risque, on ne tient pas compte de la capacité d'absorption des pertes par les impôts différés.

Cette notion décrit le mécanisme de rattrapage des pertes par l'impôt. En fait, dans le futur, et à condition que l'entreprise réalise des profits suffisants, la compagnie pourra atténuer les pertes qu'elle reconnaît grâce à un crédit d'impôt. Plus simplement, une entreprise qui réalise des pertes bénéficie d'un crédit d'impôt qui vient réduire l'ampleur de son déficit.

- *(l) dans le respect des points e) et f), l'entreprise de référence adoptera de futures décisions de gestion cohérentes avec les futures décisions de gestion dont la mise en œuvre est présumée, telles que visées à l'article 23, de l'entreprise d'origine.*

L'entreprise de référence prendra des décisions de gestion qui vont dans le même sens que celles citées à l'article 23 pour l'entreprise d'origine.

1.2. HYPOTHÈSES POUR L'ESTIMATION DE LA MARGE DE RISQUE

Toutes ces hypothèses qui fondent l'évaluation de la marge de risque seront rediscutées dans la deuxième partie de ce mémoire. Nous verrons leurs impacts sur les méthodes de projection des SCR réglementaires que nous présentons dans le chapitre suivant.

Chapitre 2

Le capital de solvabilité requis ou SCR

Le premier pilier de Solvabilité 2 définit les exigences minimales de fonds propres que les entreprises sont tenues de respecter. Il précise les méthodes d'évaluation des actifs et des passifs («provisions techniques») basées sur des principes compatibles avec le marché. Le premier pilier comprend deux exigences de fonds propres distinctes : le capital de solvabilité requis (SCR) et le capital minimum requis (MCR).

Le SCR peut être calculé en utilisant une approche de formule standard prescrite, ou en utilisant un modèle interne spécifique à l'entreprise, qui doit être approuvé par le régulateur.

Seule l'approche formule standard est prise en compte dans ce mémoire.

L'objectif de ce chapitre est de présenter d'abord le SCR et son calcul tel que décrit dans la formule standard, ensuite, les modules de risque qui entrent en jeu dans le calcul de la marge de risque seront expliqués. Un exemple chiffré et simplifié sera fourni à titre d'illustration à partir de données fictives pour tous les risques étudiés, le SCR global sera calculé et exposé à la fin de ce chapitre.

2.1 Rappels sur le calcul du SCR dans la formule standard

Le capital de solvabilité requis correspond au montant de fonds propres que les compagnies d'assurance et de réassurance sont tenues de détenir en vertu de la Directive Solvabilité II de l'Union européenne, afin d'être sûres à 99,5% qu'elles pourront survivre aux pertes les plus extrêmes prévues au cours d'une année. Le SCR intègre des risques tels que la souscription en non-vie, la souscription en vie, la souscription en santé, les risques de marché, de crédit, opérationnels et de contrepartie ; et doit être recalculé au moins une fois par an.

2.1. RAPPELS SUR LE CALCUL DU SCR DANS LA FORMULE STANDARD

La formule standard est fondée sur une approche modulaire : le SCR est composé de modules de risques cités précédemment. Ces derniers peuvent être calculés par application d'une formule fermée (*voir formule ci-dessous*) ou par une approche scénario (stress test)¹.

$$SCR = BSCR + SCR_{op} - Adj \quad (2.1)$$

Avec :

- $BSCR$, le capital de solvabilité requis de base
- SCR_{op} , l'exigence de capital au titre du risque opérationnel
- Adj , l'ajustement visant à tenir compte de la capacité d'absorption des pertes par les impôts différés et les provisions techniques.

Le $BSCR$ se compose des six modules de risques qui structurent la formule standard (voir figure 2.1) : le risque de souscription en vie, le risque de souscription en non-vie, le risque de souscription en santé, le risque de défaut de contrepartie, le risque de marché et le risque incorporel qui définit le risque de baisse de la valeur des actifs incorporels. Le dernier risque mentionné ne sera pas étudié dans ce mémoire parce qu'il n'entre pas dans le calcul de la marge de risque.

La formule ci-dessous établit le calcul du BSCR :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} SCR_i * SCR_j * Corr(i,j)} \quad (2.2)$$

- SCR_i et SCR_j représentent l'exigence de capital des sous-modules de risque i et j
- $Corr(i,j)$ est le coefficient de corrélation pour les sous-modules i et j , présent dans la matrice de corrélation entre les modules i et j .

1. détaillée dans la partie 2.2.2

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

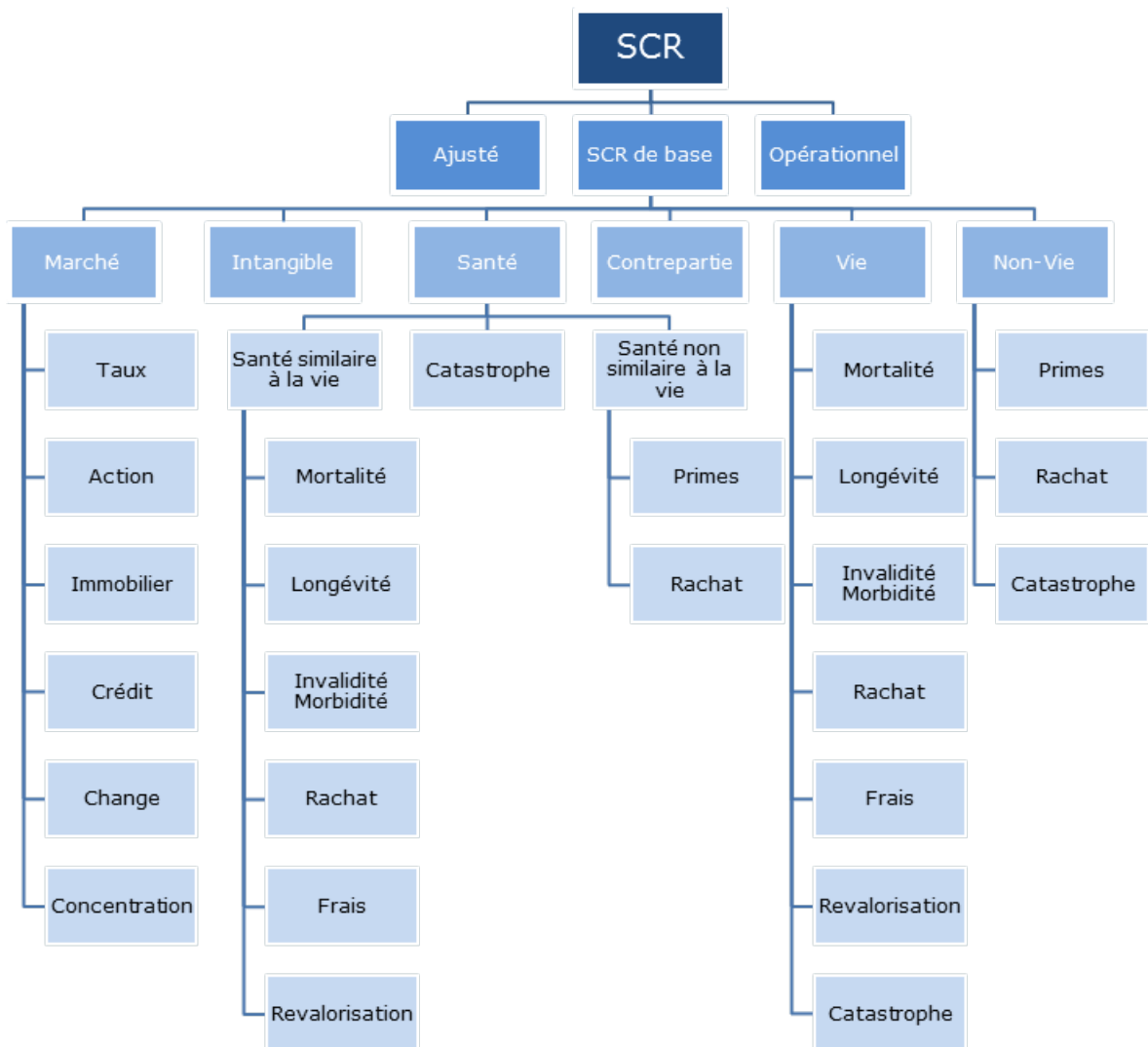


FIGURE 2.1 – Structure du SCR dans la formule standard

2.2 Modules et sous-modules de risque nécessaires au calcul de la marge de risque

Le calcul de la marge de risque repose sur une projection de tous les SCR de la compagnie d'assurance jusqu'à l'extinction des passifs. En assurance non-vie, il nécessite donc de bien comprendre les modules de risque suivants : le risque de souscription en non-vie, le risque de souscription en vie, le risque de souscription en santé, le risque de marché, le risque de défaut de contrepartie et le risque opérationnel.

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

2.2.1 Le risque de souscription en non-vie

Le risque de souscription en non-vie est le risque de perte ou de variation défavorable de la valeur des passifs d'assurance en raison d'hypothèses de tarification et de provisionnement inadéquates. Comme le stipule le [Règlement Délégué UE 2015/35](#), le module risque de souscription en non-vie est constitué de 3 sous-modules de risque : le risque de primes et de réserve, le risque de catastrophe et le risque de cessation (rachat).

L'exigence de capital du risque de souscription en non-vie s'obtient par agrégation des sous-modules de risque cités précédemment grâce à une matrice de corrélation qui sera présentée dans la suite du mémoire. Sa formule de calcul est la suivante :

$$SCR_{non-life} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrNL(i,j) * SCR_i * SCR_j} \quad (2.3)$$

Le risque de primes et de réserve

Dans le calcul de l'exigence de capital pour le risque de souscription en non-vie, le risque de réserve et le risque de primes sont agrégés dans un même sous-module.

Le risque de réserve concerne les sinistres survenus, résultant d'événements assurés qui ont eu lieu au plus tard à la date de clôture. Le montant final, la fréquence et le calendrier des paiements de sinistres peuvent différer de ceux initialement prévus. En conséquence, les provisions techniques ne suffisent pas à couvrir le coût des sinistres déjà contractés et il existe une perte ou des variations défavorables de la valeur des passifs d'assurance.

Le risque de réserve inclut le risque de révision, défini comme le risque de perte ou de variation défavorable de la valeur des passifs d'assurance et de réassurance, résultant de fluctuations du niveau, de la tendance ou de la volatilité des taux de révision appliqués aux rentes, du fait des variations de l'environnement juridique ou l'état de santé de l'assuré.

Les provisions techniques et la valeur économique des passifs d'assurance comportent toujours un degré d'incertitude car elles sont basées sur des estimations de la taille, du calendrier et de la fréquence des paiements de sinistres futurs. L'incertitude est normalement plus grande pour les nouveaux portefeuilles pour lesquels des statistiques de liquidation complètes ne sont pas encore disponibles et pour les portefeuilles comprenant des créances dont le règlement prend beaucoup de temps.

Le risque de primes est quant à lui, lié aux sinistres futurs résultant d'événements assurés attendus qui ne se sont pas produits à la date de clôture. La fréquence, la gravité et le moment des événements assurés et des sinistres futurs peuvent différer de ceux attendus. En conséquence, le coût des sinistres pour les sinistres futurs dépasse le niveau

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

attendu, ce qui entraîne une perte ou des changements défavorables dans la valeur des passifs d'assurance.

Ces deux risques combinés ensemble, constituent une partie importante dans le calcul du SCR d'une entreprise non-vie.

L'évaluation du SCR pour le risque de primes et de réserve se fait selon la formule suivante énoncée dans le Règlement Délégué UE 2015/35 de la commission européenne² :

$$SCR_{nl\ prem\ res} = 3 * \sigma_{nl} * V_{nl} \quad (2.4)$$

Avec :

- σ_{nl} , l'écart-type du risque de réserve et de primes en non-vie
- V_{nl} , la mesure de volume pour le risque de primes et de réserve en non-vie

Précisons que l'écart-type du risque de primes et de réserve en non-vie σ_{nl} dépend de l'écart-type pour le risque de primes et de l'écart-type pour le risque de réserve qui sont des paramètres règlementaires de la formule standard. On les retrouve à l'annexe 2 du Règlement Délégué.

Le détail du calcul de σ_{nl} ne sera pas étudié dans ce mémoire. On pourrait se reporter à l'article 117 du Règlement Délégué pour le retrouver.

La mesure du volume de primes et de réserve en non-vie

La mesure de volume total pour le risque de primes et de réserve en non-vie est égale à la somme des mesures de volume des segments pour chacun des risques pris individuellement.

On parle de segment³ lorsqu'on fait référence à une ligne d'affaire directe (contrat d'assurance classique souscrit sans intermédiaire) et à la réassurance proportionnelle y afférente. Par exemple, la ligne d'affaire directe Assurance Responsabilité Civile automobile (RC auto) et la réassurance proportionnelle y afférente constituent un segment.

Pour un segment s donné, la mesure de volume V_s se calcule comme suit :

$$V_s = (V_{(prem,s)} + V_{(res,s)}) * (0.75 + 0.25 * DIV_s) \quad (2.5)$$

Avec :

- $V_{(prem,s)}$, la mesure de volume pour le risque de primes du segment s
- $V_{(res,s)}$, la mesure de volume pour le risque de réserve du segment s
- DIV_s , le facteur de diversification géographique du segment s

2. Article 115

3. Annexe II-Règlement Délégué UE 2015/35

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

Mesure de volume pour le risque de réserve

L'assiette prise en compte pour le risque de réserve est le *Best Estimate* des sinistres à payer net de réassurance. Le BE des sinistres correspond à la meilleure estimation des provisions pour les sinistres déjà survenus.

Mesure de volume pour le risque de primes

Concernant le volume de primes, le Règlement Délégué impose de le calculer en tenant compte de la date d'évaluation et/ou de la date de reconnaissance du contrat.

La mesure de volume pour le risque de primes d'un segment s est calculée selon la formule suivante :

$$V_{prem,s} = \max[P_s; P_{last,s}] + FP_{existing,s} + FP_{future,s} \quad (2.6)$$

où

- P_s représente l'estimation du montant de primes à acquérir dans le segment s dans les 12 mois à venir et donc, le montant de primes à acquérir l'année $N+1$ si on se place au 31 Décembre de l'année N ;
- $P_{last,s}$ désigne le montant de primes acquises au cours des 12 derniers mois dans le segment s .

$FP_{existing}$ concerne les contrats reconnus à la date d'évaluation. Il représente pour ces contrats, le montant de primes à acquérir par l'entreprise d'assurance après les 12 mois suivant la date d'évaluation.

FP_{future} ne concerne que les contrats qui ne sont pas reconnus à la date d'évaluation et qui seront souscrits dans les 12 mois suivant cette date. Il désigne le montant de toutes les primes à acquérir 12 mois après la date de reconnaissance de ces contrats.

Le croquis [2.2](#) nous explique en détails les deux notions.

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

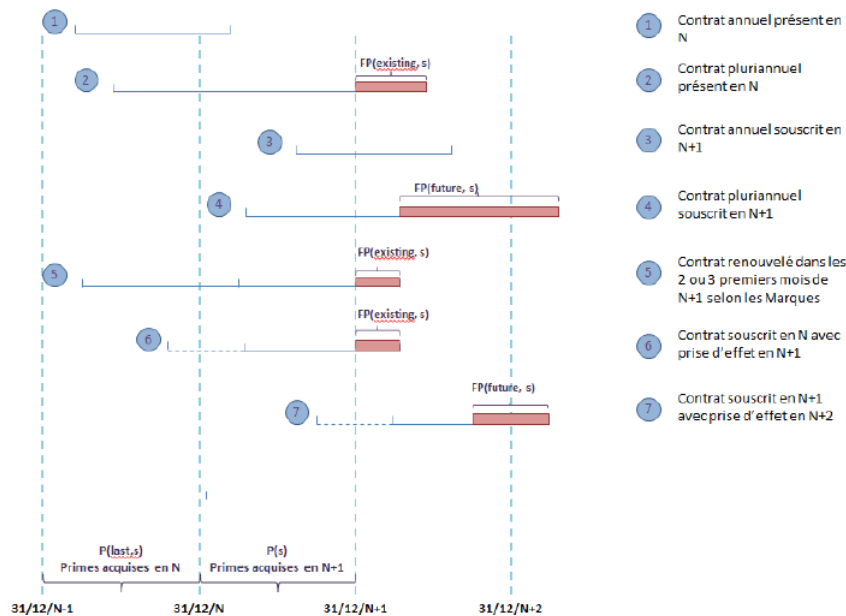


FIGURE 2.2 – Comment prendre en compte le FP_{futur} et le $FP_{existing}$?

On se place à la date d'évaluation au 31/12/N. Le contrat pluriannuel $n^{\circ}2$ est souscrit durant l'année N pour une période de couverture de 2 ans. Le terme $FP_{existing}$ concernera le montant des primes à acquérir après le 31/12/N+1 soit, 12 mois après la date d'évaluation sachant que le contrat $n^{\circ}2$ est reconnu au 31/12/N. Il en sera de même pour les contrats $n^{\circ}5$ et $n^{\circ}6$.

Le contrat $n^{\circ}4$ n'est pas reconnu au 31/12/N mais il est souscrit pendant l'année N+1 pour une période de couverture de 2 ans. Ainsi, toutes les primes à acquérir au-delà des 12 mois suivant la date de reconnaissance du contrat vont constituer le terme FP_{futur} . Le contrat $n^{\circ}7$ est souscrit en N+1 et ne prend effet qu'en N+2 ; le FP_{futur} concerne le montant de primes à acquérir au-delà des 12 mois suivant la date de reconnaissance du contrat (date de souscription).

Enfin, le cas général des contrats à tacites reconductions a engendré beaucoup de débats en France.

Exemple de calcul du SCR_{nl} prem res d'un assureur auto

Au 31/12 de l'année N, on cherche à calculer le SCR de primes et de réserve d'un assureur auto qui comptabilise un chiffre d'affaires de 300 à l'année N sur ses deux lignes d'activité : un montant de 100 sur l'Assurance de responsabilité civile automobile (RC auto) et un montant de 200 sur Autre assurance des véhicules à moteur. Il envisage d'augmenter son chiffre d'affaires à 330 en N+1. Son Best Estimate des sinistres est de 400 dont 150 pour la RC auto et 250 pour Assurance des véhicules à moteur.

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

On suppose en outre qu'il souscrit des contrats pluriannuels déjà reconnus à la date d'évaluation (31/12/N) qui vont générer des primes de 65 en N+2. De plus, on considère qu'il va souscrire de nouveaux contrats pluriannuels en N+1 qui vont générer des primes de 45 en N+2 et 15 en N+3. Ces primes sont réparties entre les deux lignes d'activité de la compagnie d'assurance.

Ces données sont exprimées en millions d'euros et en net de réassurance.

On précise que le montant des primes brutes de réassurance acquises en N est de 350.

Nous supposons qu'une partie du portefeuille est cédée à la réassurance. On observe le détail du calcul de l'exigence de capital du sous-module risque de primes et de réserve de cet assureur au 31/12/N dans les tableaux ci-dessous :

Portefeuille	N	N+1	N+2	N+3
RC Auto				
Total des primes acquises	100			
Total des primes acquises anticipées		110		
Contrats pluriannuels déjà reconnus			25	
Nouveaux contrats pluriannuels souscrits en N+1*			15	5
Autre assurance des véhicules à moteur				
Total des primes acquises	200			
Total des primes acquises anticipées		220		
Contrats pluriannuels déjà reconnus			40	
Nouveaux contrats pluriannuels souscrits en N+1*			30	10
Total du portefeuille (M€)	300	330	110	15

FIGURE 2.3 – Répartition du portefeuille par LoB

*Les nouveaux contrats pluriannuels souscrits en N+1 représentent la prévision de l'entreprise.

	RC Auto	AVM*	Total (M€)
Ps	110	220	330
Plast	100	200	300
FPexisting	25	40	65
FPfutur	20	40	60
Vprem	155	300	455
Vres	150	250	400
V	305	550	855

FIGURE 2.4 – Les volumes de primes et de réserve par LoB

*AVM désigne l'assurance des véhicules à moteur.

Rappelons que les données P_s , P_{last} , $FP_{existing}$, FP_{futur} , V_{prem} et V_{res} sont décrites dans la section 2.2.1 à la page 32.

V représente la somme du V_{prem} et du V_{res} .

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

	RC Auto	AVM
sigma-prem	10,0%	8,0%
sigma-res	9,0%	8,0%
sigma/LoB	8,2%	6,9%

FIGURE 2.5 – Les écarts-type de primes et de réserve par LoB

$\sigma - prem$, et $\sigma - res$, sont des paramètres règlementaires de la formule standard. On les retrouve à l'annexe 2 du Règlement Délégué.

σ est calculé en fonction de $\sigma - prem$ et de $\sigma - res$. On retrouve le détail du calcul à l'article 117⁴ du Règlement Délégué.

Volume de primes et de réserve	855
Coefficient de corrélation entre les deux LoB	50%
sigma-nl	6,5%
SCR-nl-prem,res	165,594

FIGURE 2.6 – L'exigence de capital pour le risque de primes et de réserve

Le coefficient de corrélation entre les deux lignes d'activité est un paramètre règlementaire de la formule standard. Il se trouve dans la matrice de corrélation pour le risque de primes et de réserve en non-vie à l'annexe 4 du Règlement Délégué.

On retrouve le détail du calcul de $\sigma - nl$ vu dans la rubrique 2.2.1 dans l'article 117⁵ du Règlement Délégué.

Le risque de catastrophe

Le risque de catastrophe peut être considéré comme un cas extrême de risque de prime. Il s'agit du risque d'événements extrêmes ou exceptionnels de faible fréquence, de gravité élevée ou exceptionnels, tels que des catastrophe naturelle, dont les hypothèses de tarification et d'établissement des provisions incluent une incertitude importante.

Ces événements peuvent entraîner des écarts importants entre les sinistres réels et le total des sinistres attendus, entraînant une perte ou des modifications défavorables de la valeur des passifs d'assurance.

Le risque de catastrophe en non-vie se compose des quatre sous-modules suivants :

- **les catastrophe naturelle** : il s'agit des risques engendrés par les tremblements de terre, les inondations, la sécheresse, la grêle ou la tempête et entraînant des dommages aux biens tels que la destruction d'infrastructures à grande échelle.
- **les risques acceptés dans le cadre d'événements de réassurance non proportionnelle**

4. Paragraphe 2

5. Paragraphe 1

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

- **les catastrophes d'origine humaine** constituées du risque maritime, du risque aérien, risque d'incendie, risque de responsabilité civile, risque de crédit et caution et risque de responsabilité civile automobile
- **et les autres catastrophes non-vie**

Le capital requis pour le sous-module risque de catastrophe en non-vie se calcule comme suit :

$$SCR_{nlCAT} = \sqrt{(SCR_{natCAT} + SCR_{npproperty})^2 + SCR_{mmCAT}^2 + SCR_{CATother}^2} \quad (2.7)$$

Avec :

- SCR_{natCAT} , l'exigence de capital pour le risque de catastrophe naturelle
- $SCR_{npproperty}$, l'exigence de capital pour le risque de catastrophe en réassurance dommages non proportionnelle
- SCR_{mmCAT} , l'exigence de capital pour le risque de catastrophe d'origine humaine
- $SCR_{CATother}$, l'exigence de capital pour les autres catastrophes en non-vie

Le risque de catastrophe en non-vie fait appel à l'application de nombreuses formules successives avec la prise en compte de multiples facteurs, détaillés dans les annexes (5 à 13) et dans les articles 119 à 135 du [Règlement Délégué UE 2015/35](#).

Le calcul de l'exigence de capital pour le risque de catastrophe en non-vie nécessite l'utilisation de métriques spécifiques à chaque sous-module de risque composant ce risque :

Pour calculer le SCR du sous-module risque de catastrophe naturelle, on utilise deux métriques :

- les sommes assurées pour toutes les régions de l'Espace Economique Européen (EEE)
- et les primes pour toutes les régions hors EEE

Le SCR du sous-module risque de catastrophe en réassurances dommages non proportionnelle est calculé sur la base des primes acquises et de l'estimation des primes à acquérir au cours des 12 mois à venir.

Le calcul du SCR du sous-module autres risques de catastrophe en non-vie nécessite aussi l'utilisation des primes brutes à acquérir au cours des 12 mois à venir.

Enfin, les sommes assurées et le nombre de véhicules assurés sont les métriques utilisées dans le calcul du SCR pour le sous-module risque de catastrophe d'origine humaine.

Toutes ces métriques sont rediscutées dans la deuxième partie de ce mémoire.

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

Exemple de calcul du SCR_{natCAT} d'un assureur auto

On suppose que notre assureur auto a souscrit des contrats de réassurance.

Les événements de réassurance non proportionnelle et les autres catastrophes en non-vie sont considérés inexistantes pour cet assureur.

Les données concernant l'exigence de capital des sous-modules de risque tels que les catastrophes naturelles et les catastrophes d'origine humaine sont détaillées dans les tableaux suivants :

Le SCR_{natCAT} vu dans la section 2.2.1 est obtenu par agrégation des sous-modules de risque qui le composent. La figure 2.7 montre les exigences de capital des sous-modules de risque pris arbitrairement et l'exigence de capital au titre du risque de catastrophe naturelle.

Catastrophes naturelles	M€
Tempête	3
Inondation	2
Grêle	1
Affaissement de terrain	0
Séisme	0
SCR natCAT	4
SCR natCAT après réassurance	3

FIGURE 2.7 – L'exigence de capital pour le risque de catastrophe naturelle

Le SCR_{mmCAT} expliqué dans la section 2.2.1 est obtenu par agrégation des sous-modules de risque qui le composent et dont les montants figurent dans le tableau suivant :

Man Made	M€
Incendie	1
Maritime	0
Aérien	0
Risque de crédit et caution	0
Responsabilité	0
RC auto	25

FIGURE 2.8 – Les sous-modules du risque de catastrophe d'origine humaine

Le calcul de l'exigence de capital du sous-module risque de responsabilité civile automobile requiert les paramètres Na et Nb . Na représente le nombre de véhicules assurés par l'entreprise d'assurance ou de réassurance pour lesquels il n'existe pas de limite d'indemnisation. Na est égal à **250 000** véhicules. Nb représente le nombre de véhicules pour lesquels la garantie maximale ne dépasse pas 24M. En France, la garantie RC auto est illimitée ; raison pour laquelle, Nb est considéré égal à **zéro**.

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

SCR manmade	25
SCR manmade après réassurance	5

FIGURE 2.9 – L'exigence de capital du risque de catastrophe d'origine humaine

L'application de la formule (2.7) donne les résultats du tableau suivant :

SCRn/CAT	25
SCRn/CAT après réassurance	6

FIGURE 2.10 – L'exigence de capital pour le risque de catastrophe

Le risque de cessation

En assurance non-vie, le risque de cessation se traduit par le risque de résiliations massives des contrats en portefeuille. Selon l'article 118 du Règlement Délégué, le SCR pour le sous-module risque de cessation en non-vie "est égal à la perte de fonds propres de base de l'entreprise d'assurance ou de réassurance résultant de la conjugaison des événements soudains suivants :

- (a) la cessation de 40% des contrats d'assurance dans le cas desquels cette cessation a pour effet d'entraîner une augmentation des provisions techniques sans la marge de risque ;
- (b) lorsque des contrats de réassurance couvrent des contrats d'assurance ou de réassurance qui seront émis à l'avenir, la baisse de 40% du nombre de ces futurs contrats d'assurance ou de réassurance utilisé dans le calcul des provisions techniques".

Nous considérons que l'assureur auto enregistre un SCR de cessation égal à **11**. Le calcul de ce montant n'est pas détaillé dans ce mémoire.

Exemple de calcul de l'exigence de capital du risque de souscription en non-vie d'un assureur auto

Pour calculer l'exigence de capital du risque de souscription en non-vie de cet assureur, nous procédons par agrégation des exigences de capital des sous-modules de risque composant le risque de souscription en non-vie et qui ont été calculés précédemment.

	Primes et réserve	Catastrophe	Cessation
Primes et réserve	1	0,25	0
Catastrophe	0,25	1	0
Cessation	0	0	1

FIGURE 2.11 – Matrice de corrélation des sous-modules de risque composant le risque de souscription en non-vie

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

Si on applique la formule (2.3), l'exigence de capital du risque de souscription en non-vie de l'assureur auto s'élève à **167** soit 47,7% des primes brutes de réassurance. L'évaluation de cette exigence à elle seule, avant diversification, est plus élevée que l'évaluation de la marge en non-vie sous Solvabilité 1 où l'exigence de marge s'élèverait à environ 56 soit 16% des primes brutes de réassurance.

2.2.2 Le risque de souscription en vie

La Directive 2009/138/CE Solvabilité 2⁶ définit le risque de souscription en vie comme le risque résultant des engagements d'assurance vie qui tiennent compte des sinistres couverts et des procédés liés à l'exercice de cette activité. Il est composé des sept sous-modules de risque suivants :

- le risque de mortalité
- le risque de longévité
- le risque d'invalidité-morbidité
- le risque de dépenses en vie
- le risque de révision
- le risque de rachat
- et le risque de catastrophe en vie

Selon l'article 136 du Règlement Délégué, l'exigence de capital pour le risque de souscription en vie se calcule comme suit :

$$SCR_{life} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrNL_{(i,j)} * SCR_i * SCR_j} \quad (2.8)$$

- $CorrNL_{(i,j)}$ désigne le coefficient de corrélation relatif au risque de souscription en vie pour les sous-modules i et j
- SCR_i et SCR_j désignent les exigences de capital pour les sous-modules i et j

Exemple de calcul de l'exigence de capital du risque de souscription en vie d'un assureur auto

Calculons l'exigence de capital relatif au risque de souscription en vie de l'assureur auto pris en exemple dans la partie 2.2.1.

Le SCR au titre de ce risque est calculé par une approche scénario basée sur la variation du Best Estimate de la compagnie d'assurance auto évalué à partir du scénario central et à partir d'un scénario stressé.

$$SCR_{risque\ élémentaire} = BE_{scénario\ choqué} - BE_{scénario\ central} \quad (2.9)$$

6. Article 105, paragraphe 3

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

On considère que l'assureur auto a une autre LoB qui concerne les PM de rentes découlant des contrats auto. Ainsi, il est soumis au risque de longévité, révision et dépenses.

L'exigence de capital au titre du risque de souscription en vie de cet assureur sera obtenu par agrégation des 3 sous-modules de risque précédemment cités.

NB : Nous ne verrons pas le détail des calculs de BE choqués au titre des risques élémentaires étudiés dans cet exemple.

Calcul du capital requis pour le risque de longévité

Le risque de longévité est défini à l'article 105 point b du paragraphe 3 de la Directive Solvabilité 2 comme "le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau, l'évolution tendancielle ou la volatilité des taux de mortalité, lorsqu'une baisse de ces taux entraîne une augmentation de la valeur des engagements d'assurance"

Selon l'article 138 du Règlement délégué, le choc de longévité correspond à une diminution soudaine et permanente de 20% des taux de mortalité à tout âge.

On considère que l'assureur dispose d'un montant de Provisions Mathématiques (PM) de rentes de 50. Son BE choqué au titre du risque de longévité est de 52. Ainsi, l'assureur auto enregistre **un SCR de longévité égal à 2**.

Calcul du capital requis pour le risque de révision

Le risque de révision est défini au point e paragraphe 3 de la Directive Solvabilité 2 comme "le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau, l'évolution tendancielle ou la volatilité des taux de révision applicables aux rentes, sous l'effet d'un changement de l'environnement juridique ou de l'état de santé de la personne assurée".

L'article 141 du Règlement Délégué définit le choc de révision comme une hausse soudaine et permanente de 3% des PM de rentes.

Le BE choqué au titre du risque de révision de cet assureur est de 51.

Le SCR révision s'élève donc à 1.

Calcul du capital requis pour le risque de dépenses

Au point d paragraphe 3 de la Directive Solvabilité 2, le risque de dépenses est défini comme "le risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, résultant de fluctuations affectant le niveau, l'évolution tendancielle ou la volatilité des dépenses encourues pour la gestion des contrats d'assurance ou de réassurance"

L'assureur enregistre un SCR dépenses égal à 1.

L'agrégation de ces 3 sous-modules de risque se fait grâce à la matrice de corrélation suivante :

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

	Longévité	Dépenses	Révision
Longévité	1	0,25	0
Dépenses	0,25	1	0
Révision	0	0	1

FIGURE 2.12 – Matrice de corrélation entre le risque de révision, risque de longévité et risque de dépenses en vie

En appliquant la formule (2.8), l'exigence de capital du risque de souscription en vie de cet assureur est égal à 3.

2.2.3 Le risque de souscription en santé

Selon la Directive Solvabilité 2, "Le module «risque de souscription en santé» reflète le risque découlant de la souscription d'engagements d'assurance santé, qu'il s'exerce ou non sur une base technique similaire à celle de l'assurance vie, compte tenu des périls couverts et des procédés appliqués dans l'exercice de cette activité". Le module regroupe les sous-modules de risque suivants :

- le risque de souscription en santé non-SLT composé des risques santé similaires à la non-vie
- le risque de souscription en santé SLT constitué des risques santé similaires à la vie
- et le risque de catastrophe santé composé des risques pandémie, accident de masse et concentration d'accident

L'exigence de capital pour le risque de souscription en santé est calculé dans l'article 144 du Règlement Délégué dans le même esprit que les autres risques de souscription décrits précédemment. Sa formule de calcul est la suivante :

$$SCR_{health} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrH_{(i,j)} * SCR_i * SCR_j} \quad (2.10)$$

- $CorrH_{(i,j)}$ désigne le coefficient de corrélation pour les sous-modules i et j
- SCR_i et SCR_j désignent les SCR pour les sous-modules i et j

2.2.4 Le risque de marché

Le risque de marché est le risque de pertes lié à la variation des prix des différents actifs qui composent un portefeuille. L'EIOPA identifie 6 sous-modules de risques qui composent le risque de marché :

- le risque de baisse de la valeur des actions
- le risque de variation des taux d'intérêt
- le risque «lié à la marge» ou risque d'augmentation des spreads
- le risque de baisse du marché immobilier
- le risque de concentration

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

— le risque de change

Le SCR pour le risque de marché se calcule comme suit :

$$SCR_{market} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{(i,j)} * SCR_i * SCR_j} \quad (2.11)$$

- $Corr_{(i,j)}$ représente le coefficient de corrélation pour les sous-modules i et j
- SCR_i et SCR_j représentent les SCR pour les sous-modules i et j

Selon l'article 164 du Règlement Délégué, le coefficient de corrélation $Corr_{(i,j)}$ est égal à la valeur indiquée à la ligne i , colonne j , de la matrice de corrélation ci-dessous :

	Taux d'intérêt	Actions	Immobilier	Spread	Concentration	Change
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
Spread	A	0,75	0,5	1	0	0,25
Concentration	0	0	0	0	1	0
Change	0,25	0,25	0,25	0,25	0	1

FIGURE 2.13 – Matrice de corrélation des sous-modules de risque composant le risque de marché

Le paramètre A est égal à 0 lorsque l'exigence de capital pour risque de taux d'intérêt fixée à l'article 165 du Règlement Délégué est l'exigence de capital visée au point a) dudit article. Dans tous les autres cas, le paramètre A est égal à 0.5.

Exemple de calcul du SCR_{market} d'un assureur auto

Pour calculer le risque de marché de l'assureur auto pris comme exemple, nous considérons que le paramètre A est égal à 0.5 : les SCR des sous-modules du risque de marché sont donnés à titre illustratif dans le tableau suivant : leurs calculs ne sont pas décrits.

Taux d'intérêt	Actions	Immobilier	Spread	Concentration	Change
20	97	13	16	0	18

FIGURE 2.14 – L'exigence de capital des sous-modules du risque de marché de l'assureur auto

En appliquant la formule (2.11) sur les données de la figure 2.14, le **SCR de marché est égal à 121.**

2.2.5 Le risque de défaut de contrepartie

Sous Solvabilité 2, le risque de défaut de contrepartie d'un partenaire évalue le risque que ce dernier ne soit plus en mesure de respecter totalement ses obligations de paiement. La mesure du risque de défaut de contrepartie tient compte de la note de crédit attribuée par une agence de notation à la contrepartie.

Selon l'article 189 du Règlement Délégué, les contreparties auxquelles sont exposées les entreprises d'assurances sont divisées en deux catégories :

- **les expositions de type 1** qui comprennent :
 - les contrats de couverture des risques (les contrats de réassurance, les véhicules de titrisation)
 - les dépôts auprès d'entreprises cédantes où le nombre de contreparties uniques n'excède pas 15
 - les avoirs en banque
 - les engagements reçus par l'entreprise mais non versés où le nombre de contreparties uniques n'excède pas 15 par exemple : les garanties ou les lettres de crédit.
 - les engagements donnés par l'entreprise qui dépendent de la situation de crédit ou de défaut de la contrepartie
- **les expositions de type 2** qui comprennent tous les risques de crédit non pris en compte dans le sous-module risque de spread.
 - les créances sur intermédiaires
 - les créances sur les assurés
 - les prêts hypothécaires
 - les dépôts auprès des cédantes lorsque le nombre de contreparties uniques excède 15
 - les engagements reçus et non versés lorsque le nombre de contreparties uniques excède 15

La charge en capital brute pour le risque de contrepartie s'obtient par agrégation des SCR défaut de contrepartie de ces deux expositions, en incluant un effet de diversification :

$$SCR_{def} = \sqrt{SCR_{(def,1)}^2 + 1.5 * SCR_{(def,1)} * SCR_{(def,2)} + SCR_{(def,2)}^2}$$

- $SCR_{(def,1)}$ désigne le SCR pour risque de défaut de la contrepartie sur des expositions de type 1.
- $SCR_{(def,2)}$ représente le SCR pour risque de défaut de la contrepartie sur des expositions de type 2.

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

Deux éléments sont nécessaires au calcul du SCR du module risque de contrepartie :

- une perte en cas de défaut notée LGD (Loss Given Default)
- et un effet d'atténuation du risque qui correspond à la différence entre le SCR de souscription brut de réassurance et le SCR net de réassurance.

Pour le détail du calcul de la LGD, on pourra se référer à l'article 192 du Règlement Délégué.

Exemple de calcul du SCR_{def} d'un assureur auto

L'assureur auto a souscrit des contrats de réassurance qui constituent ses expositions de type 1 et il comptabilise à l'actif du bilan des créances sur les assurés qui représentent ses expositions de type 2. Les données pour calculer le SCR défaut de contrepartie de l'assureur auto se trouvent dans le tableau suivant :

SCR (def,1)	2
SCR (def,2)	3
SCR_def	4,7

FIGURE 2.15 – Calcul de l'exigence de capital du risque de défaut de contrepartie de l'assureur auto

2.2.6 Le risque opérationnel

L'article 13 de la Directive Solvabilité 2 définit le risque opérationnel "**comme le risque de pertes résultant de carences ou de défauts attribuables à des procédures, personnels et systèmes internes ou à des événements extérieurs. La définition inclut le risque juridique, mais exclut les risques stratégique et de réputation.**"

Selon la Réglementation, le calcul du risque opérationnel s'établit comme suit :

$$SCR_{Operational} = \min(0.3 * BSCR; Op) + 0.25 * Exp_{ul} \quad (2.12)$$

- BSCR désigne le capital de solvabilité requis de base
- Op représente le capital requis de base pour risque opérationnel
- Exp_{ul} est le montant des dépenses encourues au cours des 12 derniers mois en ce qui concerne les contrats d'assurance vie où le risque d'investissement est supporté par les preneurs. Nous considérons ce dernier comme nul, étant donné que notre périmètre d'étude se limite à l'assurance non-vie.

La formule de calcul de Op est la suivante :

$$Op = \max(Op_{premiums}; Op_{provisions}) \quad (2.13)$$

- $Op_{premiums}$ représente le capital requis pour risque opérationnel sur la base des primes acquises

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

- $Op_{provisions}$ désigne le capital requis pour risque opérationnel sur la base des provisions techniques

Le capital requis pour le risque opérationnel sur la base des primes acquises se calcule comme suit en ce qui concerne la partie assurance non-vie :

$$0.03 * Earn_{non-life} + \max(0; 0.03 * (Earn_{non-life} - 1.2 * {}_pEarn_{non-life})) \quad (2.14)$$

- $Earn_{non-life}$ désigne les primes acquises au cours des 12 derniers mois pour les engagements d'assurance et de réassurance non-vie, sans déduction de primes.
- ${}_pEarn_{non-life}$ représente les primes acquises au cours des 12 mois précédant les 12 derniers mois pour les engagements d'assurance et de réassurance non-vie, sans déduction des primes des contrats de réassurance.

L'exigence de capital pour risque opérationnel sur la base des provisions techniques s'établit selon la formule suivante :

$$Op_{provisions} = 0.0045 * \max(0; TP_{life} - TP_{life-ul}) + 0.03 * \max(0; TP_{non-life}) \quad (2.15)$$

- TP_{life} désigne les provisions techniques pour les engagements d'assurance et de réassurance vie ;
- $TP_{life-ul}$ désigne les provisions techniques pour les engagements d'assurance vie pour lesquels, le risque d'investissement est supporté par les assurés ;
- $TP_{non-life}$ désigne les provisions techniques pour les engagements d'assurance et de réassurance non-vie.

Exemple de calcul du risque opérationnel d'un assureur auto

Pour calculer le BSCR de la compagnie d'assurances auto, les modules de risque pris en compte sont les suivants :

- le risque de souscription en non-vie
- le risque de souscription en vie
- le risque de marché
- et le risque de défaut

Le tableau suivant présente la matrice de corrélation des sous-modules de risque cités précédemment :

2.2. MODULES ET SOUS-MODULES DE RISQUE NÉCESSAIRES AU CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE

	SCR marché	SCR défaut	SCR vie	SCR non-vie
SCR marché	1	0,25	0,25	0,25
SCR défaut	0,25	1	0,50	0,50
SCR vie	0,25	0	1	0
SCR non-vie	0,25	0,50	0	1

FIGURE 2.16 – Matrice de corrélation des sous-modules de risque qui interviennent dans le calcul du BSCR de l’assureur auto

En appliquant la formule (2.2) avec les montants de SCR calculés précédemment, on obtient un **BSCR égal à 221**.

Le tableau suivant présente les données permettant de calculer l’exigence de capital pour le risque opérationnel. Les informations ci-dessous sont extraites de la figure 2.3.

Earn non-life	300
p Earn non-life	273
TP life	0
TP life ul	50
TP non life	400

FIGURE 2.17 – Outils de calcul du risque opérationnel

On suppose que p Earn_{non-life} est égal à 273. Il s’agit des primes acquises de l’année N-1 si on tient compte de sa définition dans la partie 2.2.6.

En appliquant respectivement les formules 2.14, 2.15, 8.3 et 2.12 :

- le montant du SCR sur la base des primes est de 9
- le montant du SCR sur la base des provisions s’élève à 12
- Ainsi, après calcul, le montant du SCR pour le risque opérationnel de l’assureur auto est de 12.

En considérant que l’assureur n’a pas d’ajustement sur les impôts différés ni sur les provisions techniques, l’application de la formule (2.1) donne un SCR global de **233 millions d’euros**.

L’apprentissage du calcul des SCR réglementaires permet de mettre en évidence les assiettes (ou métriques) utilisées pour leur calcul. Cette étape va permettre, dans la suite du mémoire, d’analyser les impacts liés à une éventuelle modification de ces métriques provoquée par la bonne prise en compte de l’article 38 relatif aux hypothèses qui définissent l’entreprise de référence dans le contexte de calcul de la marge de risque.

Deuxième partie

Analyse des métriques dans le contexte de transfert des engagements

L'article 77 et l'article 38 du Règlement Délégué définissent la marge de risque comme le montant qu'exigerait une compagnie d'assurance (l'entreprise de référence) pour reprendre et honorer les engagements de l'entreprise d'origine. Il s'agit en fait du montant qui représente le rendement des capitaux immobilisés (SCR) s'ils étaient investis.

Le calcul de la marge de risque consiste à projeter le capital de solvabilité requis futur année après année jusqu'à l'extinction des engagements.

De nombreuses compagnies d'assurance évaluent le montant de la marge de risque en projetant les différents SCR tels que calculés pour l'estimation du SCR réglementaire.

Toutefois, les hypothèses de l'article 38 relatives à l'entreprise de référence peuvent entraîner des différences dans la méthode d'évaluation des métriques vues dans la partie précédente.

L'objectif de cette partie vise justement à identifier les éventuelles différences qui peuvent exister et comment ces différences impactent-elles les provisions techniques et donc le bilan des assureurs.

On rappelle que les hypothèses de l'article 38 du Règlement Délégué ont été énoncées et expliquées dans la section [1.2](#).

Chapitre 3

Le risque de souscription en non-vie face aux hypothèses de calcul de la marge de risque

La prise en compte des hypothèses de l'article 38 relatives à l'entreprise de référence modifie-t-elle la méthode d'évaluation du risque de souscription en non-vie ?

3.1 Le risque de primes et de réserve

En calculant la marge de risque avec les hypothèses de l'article 38, le volume pour la mesure du risque de primes et de réserve sera-t-il le même que celui utilisé dans le calcul réglementaire ?

3.1.1 Le volume de primes

On rappelle la formule de calcul réglementaire du volume de primes :

$$V_{prem,s} = \max[P_s; P_{last,s}] + FP_{existing,s} + FP_{future,s} \quad (3.1)$$

L'hypothèse *a)* du calcul de la marge de risque précise le périmètre d'engagements de l'entreprise de référence. En effet, l'entreprise de référence récupère tous les engagements de l'entreprise d'origine.

Pour reconnaître un contrat comme étant un engagement à la date de clôture, il faut remplir les conditions suivantes :

- le contrat est en cours : dans ce cas, la période de couverture du contrat n'est pas close
- le renouvellement du contrat se fait après la date de clôture mais la période de dénonciation du contrat par l'assureur est dépassée
- le contrat démarre après la date de clôture mais les parties contractantes ont déjà signé les termes du contrat.

Rappelons que P_s , $FP_{future,s}$ et $FP_{existing}$ sont définis dans la section 2.2.1.

Pour le calcul réglementaire, on estime les primes à acquérir (P_s) sur les contrats reconnus et sur les contrats non reconnus (qui ne sont pas encore souscrits et qui seront probablement souscrits dans les 12 mois à venir).

Dans le cadre du calcul de la marge de risque, l'entreprise d'origine transfère la totalité de ses engagements reconnus à l'entreprise de référence. Ainsi, l'entreprise de référence ne devrait collecter que le montant de (P_s) calculé sur les engagements (les contrats reconnus). Cela exclut la part de primes qui sera acquise sur des contrats non reconnus à la date de transfert.

Par ailleurs, les hypothèses d et e de l'article 38 du Règlement Délégué, citées dans la partie 1.2 précisent que l'entreprise de référence n'avait pas d'activité avant transfert et ne souscrit pas de nouvelles affaires après transfert.

Ainsi donc, le montant de (P_s) calculé pour l'entreprise de référence est inférieur à celui qui est pris en compte dans le cadre du calcul du SCR réglementaire.

Concernant le terme FP_{future} , l'hypothèse e de l'article 38 du Règlement Délégué stipule que l'entreprise de référence ne souscrira aucun nouvel engagement. Le montant de FP_{future} sera donc considéré comme nul pour le calcul du $SCR_{non-life}$ de l'entreprise de référence.

Dans la partie 2.2.1, nous avons vu que le terme $FP_{existing}$ concerne les contrats reconnus à la date d'évaluation. Comme l'entreprise d'origine transfère tous ses engagements, l'entreprise de référence comptabilise le même montant de $FP_{existing}$ que l'entreprise d'origine.

En conclusion, la prise en compte des hypothèses de l'article 38 relatives à l'entreprise de référence modifie les paramètres de calcul du volume de primes pour :

$$P_{last,s}(ref) = 0 \tag{3.2}$$

$$P_s(ref) < P_s(ori) \tag{3.3}$$

$$FP_{future}(ref) = 0 \tag{3.4}$$

$$FP_{existing}(ref) = FP_{existing}(ori) \tag{3.5}$$

avec :

- ref correspond à l'entreprise de référence
- et ori correspond à l'entreprise d'origine.

3.1.2 Le volume de réserves

Sous Solvabilité 2, le volume de réserves correspond au *Best Estimate* des sinistres à payer net de réassurance constitué des prestations et des frais liés à ces prestations.

Dès lors, en conformité avec les hypothèses a , d , et e , toutes les réserves sont transférées à l'entreprise de référence. Le volume de réserves ne change pas au cours du transfert de portefeuille entre l'entreprise d'origine et l'entreprise de référence :

$$V_{res}(ref) = V_{res}(ori) \quad (3.6)$$

Ainsi, le risque de primes et de réserve baisse après prise en compte de l'article 38. Et cette baisse est provoquée par la diminution du volume de primes lors du transfert de portefeuille.

3.2 Le risque de catastrophe

Le calcul du SCR catastrophe fait appel à un certain nombre de métriques basées sur des notions d'expositions (sommes assurées, nombre de véhicules assurés) et sur les primes. Ces expositions sont évaluées à la date d'inventaire. Elles sont censées traduire une vision prospective des risques.

3.2.1 Le sous-module risque de catastrophe naturelle

Le sous-module risque de catastrophe naturelle est calculé conformément à l'article 120 du Règlement Délégué. Il se compose de l'ensemble des sous-modules de risque tempête, séisme, inondation, grêle et affaissement de terrain.

Deux types de métriques sont utilisées pour le calcul du SCR de ce sous-module de risque :

- les sommes assurées pour toutes les régions de l'Espace Economique Européen (EEE)
- et les primes pour toutes les régions hors EEE

Le risque de catastrophe naturelle est censé décrire la survenance dans les 12 prochains mois. Pour cela, il s'appuie sur les sommes assurées à la date de clôture ou sur les primes à acquérir l'année suivante.

Si les sommes assurées représentent l'exposition de l'entreprise d'assurance, l'entreprise de référence encaisse le (même) montant de sommes assurées détenues par l'entreprise d'origine à la date de transfert.

Cependant, sous les hypothèses d , et e , l'entreprise de référence n'avait pas de business avant de reprendre le portefeuille de l'entreprise d'origine et n'aura pas de nouveau business après.

3.2. LE RISQUE DE CATASTROPHE

Ceci entraîne une diminution des sommes assurées récupérées au cours de l'année en cas d'éventuelles résiliations ou de sorties au terme du contrat. Le risque de catastrophe peut survenir à n'importe quel moment au cours de l'année à laquelle on calcule notre exigence de capital. De plus, il s'agit d'un choc soudain.

L'entreprise de référence devrait voir alors ses sommes assurées diminuer au cours de l'année en cas d'éventuelles résiliations ou de sorties au terme du contrat ; ce qui nous amène à émettre l'hypothèse que l'exposition d'origine aurait une exposition plus grande que celle de l'entreprise de référence.

Dans le cas où les primes constituent l'exposition de l'entreprise, l'entreprise de référence devrait utiliser un montant de primes à acquérir sur les 12 prochains inférieur au montant de primes utilisé par l'entreprise d'origine. Seules les primes rattachées aux engagements sont prises en compte dans le calcul de la marge de risque. Il s'agit de la même démarche adoptée dans le calcul du V_{prem} en tenant compte de l'article 38 du Règlement Délégué.

3.2.2 Le sous-module risque de catastrophe en réassurance dommages non proportionnelle

L'exigence de capital pour ce sous-module de risque est calculé en fonction d'un facteur de diversification géographique¹ calculé sur la base des primes acquises et de l'estimation des primes à acquérir au cours des 12 mois à venir.

De ce fait, le SCR de l'entreprise de référence pour ce sous-module de risque serait inférieur au SCR de l'entreprise d'origine selon les hypothèses *d* et *e*. L'entreprise de référence n'encaissera que le montant de primes liées aux contrats reconnus : les primes futures résultant des contrats non reconnus ne devraient pas être prises en compte.

3.2.3 Le sous-module «autres risques de catastrophe en non-vie»

Du point de vue de l'entreprise de référence, le calcul de l'exigence de capital de ce sous-module de risque nécessite de déterminer les estimations de primes brutes à acquérir au cours des 12 mois prochains qui se rapportent aux engagements transférés. Comme évoqué dans les lignes précédentes, l'entreprise de référence ne prendra en compte que les primes liées aux engagements : les contrats reconnus composés des contrats en cours, les contrats à effet différés (émis à l'avenir mais déjà reconnus du point de vue de l'assureur), et les contrats qui sont connus et qui démarrent après la date de transfert.

1. Article 127 du Règlement Délégué

3.2.4 Le sous-module risque de catastrophe d'origine humaine

Le risque de responsabilité civile automobile

Selon l'article 129 du Règlement Délégué, les calculs pour ce sous-module de risque nécessitent de connaître le nombre :

- de véhicules assurés (Na) pour lesquels la limite de garantie est supérieure à 24 Millions d'euros
- de véhicules assurés (Nb) pour lesquels la limite de garantie est inférieure ou égale à 24 Millions d'euros

Sachant que la Réglementation ne précise pas la date à laquelle on comptabilise le nombre de véhicules, on suppose que (Na) et (Nb) représentent le nombre de véhicules assurés à la date de transfert. De ce fait, selon l'hypothèse *e* qui stipule que l'entreprise de référence ne souscrit aucun nouveau contrat, sur un laps de temps d'un an, l'exposition de l'entreprise de référence est inférieure à celle de l'entreprise d'origine du fait que les contrats arrivent à terme et peuvent être résiliés.

Les sous-modules risque marin, risque incendie et risque aérien

Le calcul du SCR de ces sous-modules de risque fait appel aux sommes assurées.

On retrouve la même problématique que celle concernant le nombre de véhicules assurés pour ces sous-modules de risque : du point de vue de l'entreprise de référence, les sommes assurées pourraient diminuer puisqu'elle ne souscrit pas de nouveaux contrats et sur un horizon un an, l'entreprise peut faire face à des résiliations ou certains contrats peuvent arriver à terme.

Le sous-module risque de responsabilité

Les calculs pour ce sous-module de risque nécessitent de connaître le montant des primes. L'entreprise de référence récupérera les primes à acquérir liées aux engagements reçus.

Au travers de ces analyses, il en ressort que le capital requis réglementaire pour le risque de catastrophe est supérieur à celui calculé pour la marge de risque.

3.3 Le risque de cessation

En Assurance non-vie, le risque de cessation est un risque assez complexe à appréhender. Il s'agit d'un risque qui n'est pas clairement expliqué dans la Réglementation. Sa définition pose des difficultés de compréhension : comment une baisse de 40% des contrats d'assurance pourrait entraîner une augmentation des provisions techniques ? En réalité, c'est une diminution de l'activité d'assurance qui devrait causer une baisse des provisions techniques.

3.3. LE RISQUE DE CESSATION

La Règlementation calcule l'exigence de capital pour ce risque selon une approche par scénario. Ainsi, l'estimation du SCR pour ce risque est laissée à l'appréciation de chaque assureur.

Selon notre interprétation, le scénario de stress doit être appliqué sur les contrats pour lesquels l'impact du choc entraînerait une augmentation des BE. En effet, il est demandé de faire un calcul police par police, ce qui est contraire à l'esprit d'un assureur qui raisonne en mutualisant les risques.

Pour pouvoir confronter nos hypothèses, on suppose que le choc au titre du risque de cessation correspond à un choc appliqué aux provisions pour primes : la PVFP et la PPNA parce que une augmentation des provisions techniques entraîne une baisse de la marge et donc de la PVFP.

La PVFP correspond à la valeur actualisée des marges futures nettes d'impôts générées par le portefeuille de contrats en vigueur et donc par les contrats reconnus.

Lorsqu'un assureur non-vie commercialise un contrat d'assurance et émet une prime annuelle de 120 au 31/12/N, et que l'assuré verse 10 au titre de la prime mensuelle de Janvier, l'assureur a 10 comme prime acquise. Les 110 de primes qui restent à payer par l'assuré au cours de l'année constituent la PPNA de l'assureur au titre de l'année N+1.

Sachant que ni la PPNA, ni la PVFP ne changent à la date de transfert, la mesure du risque de cessation pour l'entreprise d'origine est la même que celle de l'entreprise de référence : leurs assiettes de calcul ne changent pas parce qu'elles se rattachent toutes à des engagements reconnus du point de vue de l'assureur.

Chapitre 4

Le risque de défaut de contrepartie versus les hypothèses de calcul de la marge de risque

Le risque de défaut mesure la perte potentielle enregistrée sur les contreparties de la compagnie d'assurance. Comme énoncé dans la section 2.2.5, le calcul de l'exigence de capital du risque de défaut de contrepartie fait intervenir deux types d'expositions : les expositions de type 1 et les expositions de type 2.

4.1 Les expositions de type 1

4.1.1 Les contrats de couverture des risques

Pour les expositions de type 1 comme les contrats de couverture des risques (contrats de réassurance et véhicules de titrisation), la perte en cas de défaut ou Loss Given Default (LGD)¹ dépend du BE des montants recouvrables découlant de ces contrats et de l'effet d'atténuation du risque (Risk Mitigation).

Le BE des montants recouvrables au titre de ces contrats a deux composantes :

- la provision pour primes cédées qui représente la meilleure estimation des montants de primes sur les contrats sur lesquels l'assureur est engagé
- et la provision pour sinistres cédés qui représente la meilleure estimation des montants de sinistres futurs qui peuvent survenir sur les contrats sur lesquels l'assureur est engagé.

1. Article 192 du Règlement Délégué

L'effet d'atténuation du risque correspond à la différence entre le SCR de souscription brut de réassurance et le SCR de souscription net de réassurance.

Dans le cadre du calcul de la marge de risque, tous les contrats de couverture des risques de l'entreprise d'origine sont transférés à l'entreprise de référence conformément à l'hypothèse *c* de la section 1.2 parce qu'ils se rapportent tous à des engagements..

De plus, l'hypothèse *e* stipule que l'entreprise de référence ne souscrit pas de nouveaux business après transfert. Du point de vue réassurance, l'entreprise de référence ne prend pas de nouveaux contrats de réassurance. En outre, à la date de transfert, l'entreprise de référence ne sait pas si les contreparties vont payer les montants dûs. On suppose donc que l'entreprise de référence enregistre le même BE de montants recouvrables que l'entreprise d'origine pour le calcul de la perte en cas de défaut sur ces contrats.

Enfin, les conclusions du chapitre II montrent que le SCR de souscription en non-vie de l'entreprise de référence est inférieur à celui de l'entreprise d'origine : ceci prouve que l'effet d'atténuation du risque dans le cadre du calcul de la marge de risque est inférieur à celui du calcul des SCR réglementaires.

Ainsi, on pourrait conclure que l'entreprise de référence calculera une perte en cas de défaut inférieure à celle de l'entreprise d'origine pour les contrats de réassurance et les véhicules de titrisation.

4.1.2 Les avoirs en banque et les dépôts auprès des entreprises cédantes où le nombre de contreparties uniques n'excède pas 15

Les avoirs en banque et les dépôts représentent une partie de l'actif du bilan de l'entreprise d'origine.

Deux hypothèses concernent ces expositions :

- L'hypothèse *i* du calcul de la marge de risque explique que le SCR de l'entreprise de référence couvre "le risque de crédit relatif à toute exposition étroitement liée aux engagements d'assurance et de réassurance"
- et l'hypothèse *h*

On pourrait considérer que l'entreprise de référence ne présente pas de risque de défaut de contrepartie sur les avoirs en banque. En effet, si on suppose que les avoirs en banque n'ont pas de lien explicite avec les engagements d'assurance, et en tenant compte de l'hypothèse *i* de l'article 38 du Règlement Délégué, les avoirs en banque n'impactent pas le SCR de l'entreprise de référence.

Selon l'hypothèse (h) que l'entreprise de référence cherche à minimiser son risque de marché, elle chercherait à placer sa trésorerie dans des titres d'états européens. En ce sens, elle n'aurait pas de dépôts auprès d'autres entreprises, ce qui fait que les dépôts auprès des cédantes n'entrent pas dans le calcul de la marge de risque.

Ainsi, on considère que le risque de défaut de l'entreprise de référence n'est pas impacté par ces deux expositions.

4.2 Les expositions de type 2

4.2.1 Les créances sur les assurés et les créances sur les intermédiaires

Les créances constituent une partie de l'actif. Une créance sur un assuré ou sur un intermédiaire représente une dette de l'assuré ou de l'intermédiaire envers l'assureur. Ces créances sont étroitement liés aux engagements transférés.

Ainsi, l'entreprise de référence considérera ces créances dans le calcul de sa perte en cas de défaut comme le stipule l'hypothèse *i*.

4.2.2 Les dépôts auprès des cédantes où le nombre de contreparties uniques excède 15

Les dépôts auprès des entreprises cédantes impacteraient l'exigence de capital pour le risque de défaut de l'entreprise de référence dans le cas où la cédante demande au réassureur de verser une certaine somme pour garantir sa solvabilité. Ce cas pourrait aussi exister dans les expositions de type 1.

Pour les expositions de type 2, les dépôts auprès des entreprises cédantes sont des éléments de l'Actif du bilan de l'entreprise d'origine qui les transférera à l'entreprise de référence à condition qu'ils se rapportent à des engagements selon l'hypothèse *a*. Seulement en cas de transfert, l'entreprise de référence va les investir dans d'autres types d'actifs pour minimiser le risque de défaut conformément à l'hypothèse *h* qui stipule que l'entreprise de référence doit investir ses actifs de façon à minimiser son risque de marché.

Chapitre 5

Le risque de marché

Sous l'hypothèse h de l'article 38 du Règlement Délégué, l'entreprise de référence cherche à minimiser son risque de marché dans le cadre du calcul de la marge de risque. Cela reviendrait à supposer que l'ensemble des actifs est investi en OAT européennes (le risque de taux d'intérêt n'est pas intégré au SCR marché pris en compte dans la marge de risque).

Les titres d'Etats ne sont pas soumis au risque action, ni au risque spread. Ils ne présentent pas de risque de concentration ni de risque immobilier.

On pourrait, en complément, faire une hypothèse selon laquelle, l'entreprise de référence pourrait trouver des titres d'états de différentes maturités en adossant parfaitement ses flux Actif et Passif.

Il peut exister un risque de marché résiduel causé par :

- la forme des engagements (il peut exister des passifs atypiques ayant une durée plus longue que celle des actifs sans risque que l'on peut observer sur les marchés financiers)
- l'existence de lien entre les actifs au bilan prudentiel et les engagements d'assurance (détenion de sociétés qui travaillent en lien avec l'activité d'assurance de l'entreprise d'origine)

Chapitre 6

Le risque opérationnel

Au vu de la définition du risque opérationnel dans le chapitre 2, on pourrait se demander si l'entreprise de référence présente le même profil de risque opérationnel que l'entreprise d'origine.

Rappelons que le calcul du $SCR_{Operational}$ dépend du SCR pour le risque opérationnel sur la base des primes acquises noté $Op_{premiums}$ et du SCR pour le risque opérationnel sur la base des provisions techniques noté $Op_{provisions}$.

Rappelons la formule du $Op_{premiums}$:

$$Op_{premiums} = 0.03 * Earn_{non-life} + \max(0; 0.03 * (Earn_{non-life} - 1.2 * {}_p Earn_{non-life}))$$

On rappelle que $Earn_{non-life}$ désigne les primes acquises au cours des 12 derniers mois pour les engagements d'assurance et de réassurance non-vie, sans déduction de primes et que ${}_p Earn_{non-life}$ représente les primes acquises au cours des 12 mois précédant les 12 derniers mois pour les engagements d'assurance et de réassurance non-vie.

Conformément à l'hypothèse d de calcul de la marge de risque, si l'on se place à la date de transfert, l'entreprise de référence n'a pas de $Earn_{non-life}$ et de ${}_p Earn_{non-life}$. Dans ce cas, l'entreprise de référence ne devrait pas enregistrer de SCR opérationnel sur la base des primes acquises ce qui induit que son SCR opérationnel est égal à son exigence de capital sur la base des provisions techniques.

Au vu de l'hypothèse d , la formule de calcul du risque opérationnel ne convient pas à l'entreprise de référence. En effet, on peut avoir des cas particuliers d'entreprises ayant des risques très courts et qui peuvent présenter des provisions techniques négatives. Dans ce cas, l'entreprise de référence aurait donc un risque opérationnel nul, ce qui n'est pas cohérent avec la définition de ce risque.

Toutes les conclusions ci-dessus montrent que la prise en compte de l'article 38 du Règlement Délégué peut modifier significativement les métriques aidant au calcul des SCR. Théoriquement, ces conclusions tirées entraînerait une baisse du montant de la marge de risque. Cette affirmation devrait être vérifiée dans la suite de ce mémoire à l'aide d'une application numérique.

Troisième partie

Application numérique : Impact de la prise en compte de l'article 38 dans l'évaluation de la marge de risque

Cette dernière partie du mémoire a pour but de montrer par une approche calculatoire, les éventuelles différences qui existent entre l'évaluation du montant de la marge de risque avec la projection des SCR réglementaires et des SCR calculés en tenant compte des hypothèses de l'article 38 du Règlement Délégué.

Pour mettre en évidence ces différences, un calcul de la marge de risque hors hypothèses de l'article 38 sera réalisé dans un premier temps puis, les hypothèses de l'article 38 seront prises en compte pour déterminer leur impact sur le montant de la marge de risque.

Pour traduire ces deux approches de calcul, deux méthodes de calcul simplifiées de la marge de risque seront utilisées : la simplification $n^{\circ}1$ et la simplification $n^{\circ}2$.

Les calculs sont réalisés à partir du portefeuille d'une compagnie d'assurance fictive positionnée sur les marchés auto et multirisques habitations. L'historique des projections s'étend sur 68 ans. Néanmoins, par souci de la clarté de la présentation, les restitutions sont limitées à un historique de 15 ans.

Cette société d'assurance souscrit des contrats dont la période de couverture peut être annuelle ou pluriannuelle (3 ans).

Son portefeuille d'engagements est réparti sur 6 lignes d'activité ou LoB :

- Assurance assistance (Ass) dont le but est d'apporter un soutien à l'assuré en cas de survenance d'un événement qui lui porte préjudice. Elle comporte des garanties comme l'assistance dépannage en cas de panne de voiture ou l'assistance juridique dans le cadre de litiges ou de paiement de frais de justice.
- Assurance incendie et autres dommages aux biens (DAB) qui couvre des garanties en cas de dégâts des eaux ou de vol par effraction par exemple.
- Autre assurance des véhicules à moteur (DAV) qui garantit les dommages subis par les véhicules moteurs terrestres
- Assurance de responsabilité civile générale
- Assurance de responsabilité civile automobile qui couvre toutes les responsabilités découlant de l'utilisation d'un véhicule à moteur terrestre
- Rentes découlant des contrats d'assurance non-vie et liées aux engagements d'assurance autres que les engagements d'assurance santé.

Chapitre 7

Calcul de la marge de risque sans les hypothèses de l'article 38

L'objectif de ce chapitre est d'expliquer comment est calculée la marge de risque sans tenir compte des hypothèses émises par l'article 38 (à l'exception de l'hypothèse concernant le risque de marché : les calculs effectués dans ce chapitre prennent en compte l'hypothèse de mettre le risque de marché égal à 0). Cela revient à décrire la méthode de calcul de la marge de risque à partir de la projection des SCR réglementaires qui sont calculés à chaque pas de temps. Les deux simplifications $n^{\circ}1$ et $n^{\circ}2$ du calcul de cette marge de risque décrites par l'EIOPA sont présentées et comparées.

7.1 Calcul de la marge de risque à partir des SCR réglementaires

Le calcul de la marge de risque est fondé sur la projection du capital de solvabilité requis futur année après année, et ce, jusqu'à la liquidation des engagements d'assurance. L'Orientation 62 des Orientations EIOPA propose 4 méthodes simplificatrices de calcul de la marge de risque décrites succinctement dans le chapitre 2. Les deux simplifications $n^{\circ}1$ et $n^{\circ}2$ sont expliquées dans cette partie.

7.1.1 Méthode de simplification $n^{\circ}1$

L'Orientation 62 des Orientations EIOPA sur la valorisation des provisions techniques explique que la méthode $n^{\circ}1$ est une méthode utilisée "pour estimer approximativement les risques ou sous-risques individuels au sein de la totalité ou de certains des modules et sous-modules à utiliser pour calculer le futur capital de solvabilité requis".

Dans la simplification $n^{\circ}1$, l'intégralité des capitaux de solvabilité requis futurs des modules et des sous-modules de risque qui entrent en jeu dans le périmètre de la compagnie sont recalculés à chaque pas de temps (année) jusqu'à l'extinction des passifs. Après agrégation des sous-modules de risque en tenant compte des effets de diversification, les

7.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE À PARTIR DES SCR RÈGLEMENTAIRES

SCR ainsi obtenus seront multipliés par le coût du capital pour obtenir le montant de la marge de risque.

Pour un assureur non-vie, les modules de risque pris en compte dans le calcul de la marge de risque sont les suivants : le risque de contrepartie, le risque de souscription en non-vie, le risque de souscription en vie et le risque opérationnel.

L'ensemble des capitaux de solvabilité requis sont projetés en partant de leur valeur à $t=0$ tels que calculés dans l'évaluation des exigences réglementaires.

Le tableau ci-dessous montre les valeurs des capitaux de solvabilité requis à $t=0$ en millions d'euros :

	SCR défaut type 1	SCR défaut type 2	SCR_NL	SCR_OP	SCR_Life	SCR global
SCR à t=0	10	100	563	61	10	686

FIGURE 7.1 – Les SCR à date $t=0$ des modules de risques projetés dans nos calculs

Projection du risque de défaut : le SCR de défaut standard

Le risque de contrepartie est projeté en séparant le SCR de défaut type 1 et le SCR de défaut type 2.

Le SCR de défaut type 1 est projeté proportionnellement à l'évolution des BE cédés de sinistres qui incluent la composante sinistralité future du BE des primes cédées.

Le SCR de défaut type 2 est projeté en fonction de l'évolution des primes acquises brutes vues à des dates futures.

Les composantes sur lesquelles sont calculés ces SCR sont décrites dans le chapitre 2 dans la partie 2.2.5.

On observe l'allure du SCR de défaut projeté dans la figure suivante :

7.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE À PARTIR DES SCR RÉGLEMENTAIRES

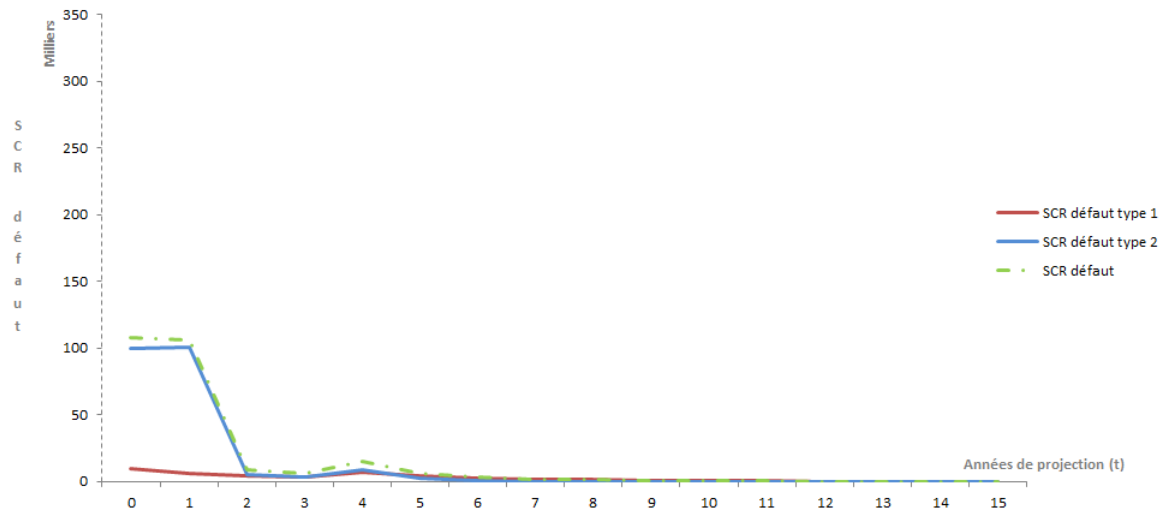


FIGURE 7.2 – Projection du risque de défaut de la compagnie d'assurance

Le graphique 7.2 montre que le risque de défaut s'éteint quasiment après 5 années de projection.

En fait, la figure 7.2 montre une forte pondération du risque de défaut type 2 sur le SCR défaut global car la société d'assurance prise en exemple travaille avec des intermédiaires d'assurance (réseaux d'agences ou courtiers) ; ce qui nous amène à dire que le risque de défaut de cette entreprise évolue de la même manière que les primes acquises brutes. Cette conclusion est vérifiée avec l'évolution des primes acquises brutes de la figure 7.3 :

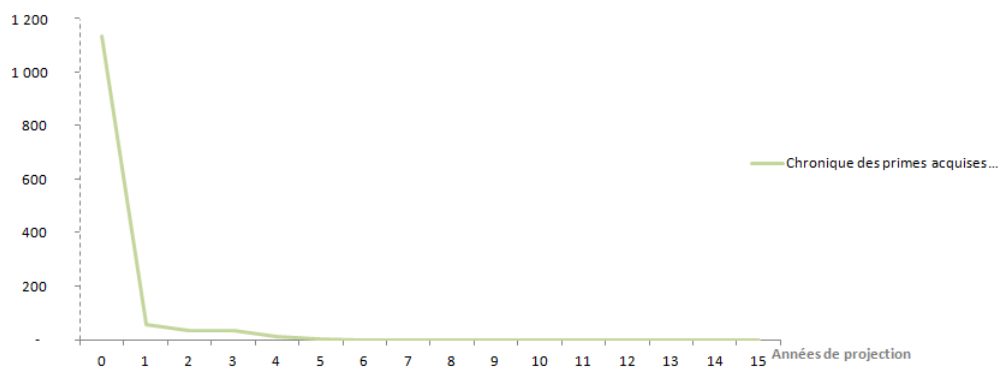


FIGURE 7.3 – Evolution des primes acquises brutes en fonction des années

Projection du risque de souscription en non-vie

Le SCR du risque de souscription en non-vie est recalculé à chaque pas de temps en appliquant la formule (2.4).

7.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE À PARTIR DES SCR RÈGLEMENTAIRES

On rappelle que le risque de souscription en non-vie est constitué de 3 sous-modules de risque qui vont être projetés séparément : le risque de primes et de réserve, le risque de catastrophe et le risque de cessation.

Le risque de primes et de réserve

Le calcul du risque de primes et de réserve dépend de deux facteurs : le volume de primes et le Best estimate de sinistres.

Le volume de primes est projeté à des dates futures en fonction de l'écoulement des $FP_{existing}$ et des FP_{future} .

Deux quantités composent le Best Estimate des sinistres :

- la meilleure estimation des sinistres en $t=0$ à laquelle on soustrait année après année les prestations payées conformément à leur écoulement attendu dans les projections initiales
- et la partie provisions pour sinistres à payer issus de la meilleure estimation de primes en $t=0$ diminuées année après année des prestations payées conformément à leur écoulement attendu dans les projections initiales.

Le risque de catastrophe

Pour recalculer le risque de catastrophe à chaque pas de temps, on fait évoluer sa valeur à $t=0$ proportionnellement à l'écoulement des primes acquises brutes.

Le risque de cessation (rachat)

Le risque de cessation est projeté de la même façon que le risque de catastrophe : le SCR rachat à $t=0$ est projeté en fonction de l'écoulement des primes acquises brutes.

Pour illustrer les calculs faits pour la projection du risque de souscription en non-vie, la figure suivante montre les SCR futurs calculés suivant les métriques expliquées ci-dessus :

7.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE À PARTIR DES SCR RÉGLEMENTAIRES

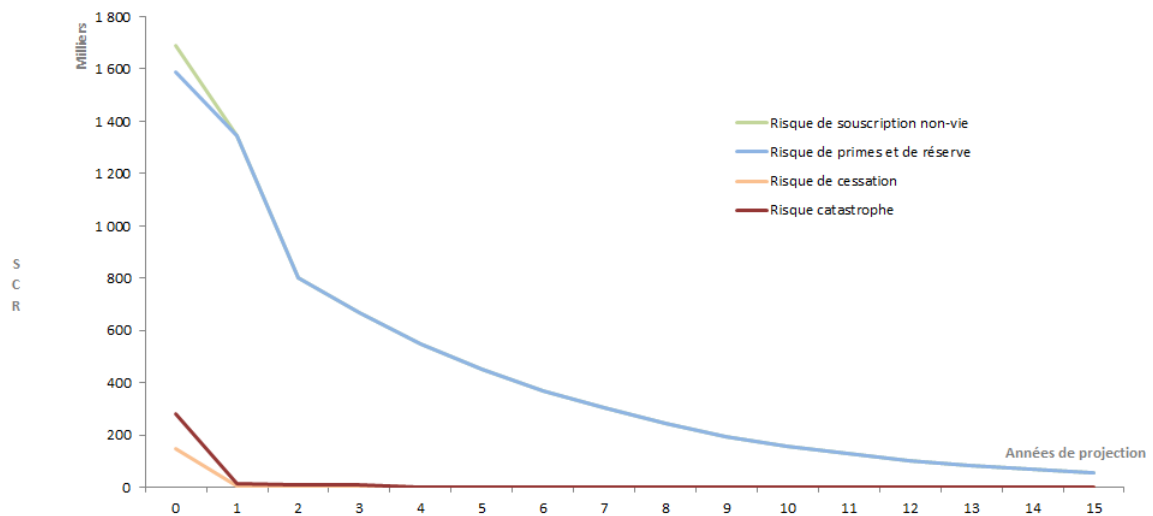


FIGURE 7.4 – Projection du risque de souscription non-vie de la compagnie d'assurances auto

La figure 7.4 montre que le risque catastrophe et le risque cessation s'éteignent plus vite que le risque de primes et de réserve qui est prépondérant dans le module risque de souscription non-vie pour cette entreprise.

En effet, le SCR est estimé selon une vision prospective et pour un horizon 1 an. Seules les primes à acquérir sur les engagements reconnus à la date d'évaluation entrent en jeu dans les calculs. Ainsi, les primes s'éteignent au fil des années de projection.

De même, les SCR pour le risque catastrophe et cessation projetés suivant l'écoulement des primes vont eux aussi s'éteindre avec les primes.

Projection du risque de souscription en vie

Le SCR de souscription en vie est recalculé à chaque pas de temps en fonction de l'écoulement des provisions mathématiques de rentes.

Projection du risque opérationnel

Projeter le risque opérationnel revient à projeter le SCR de base pour le risque opérationnel comme le montre la formule 2.12.

La projection du SCR de base pour le risque opérationnel se fait en calculant à chaque pas de temps la quantité Op.

7.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE À PARTIR DES SCR RÈGLEMENTAIRES

Rappelons la formule de calcul de Op à la date t :

$$Op(t) = \max(Op_{premiums}(t); Op_{provisions}(t)) \quad (7.1)$$

Avec

$$Op_{premiums}(t) = 3\% * PA(t) + \max(0; 0.03 * PA(t) - 1.2 * PA(t - 1)) \quad (7.2)$$

Avec

- $PA(t)$, les primes acquises brutes de réassurance des 12 derniers mois
- $PA(t-1)$, les primes acquises brutes de réassurance des 12 mois précédant les douze derniers mois

$$Op_{provisions}(t) = 0.45\% * BE_{Life}(t) + 3\% * BE_{Non-Life}(t) \quad (7.3)$$

7.1.2 Montant de la marge de risque après projections

Après avoir projeté l'intégralité des modules et sous-modules de risques auxquels la compagnie est exposée, on calcule la somme des SCR futurs actualisés au taux sans risque à laquelle on applique le coût du capital.

Le tableau suivant donne le montant de la marge de risque obtenu selon l'application de la méthode 1 sans tenir compte des hypothèses de l'article 38. Ce montant est exprimé en millions d'euros.

Marge de risque (méthode 1)	171,48
------------------------------------	---------------

FIGURE 7.5 – Montant de la marge de risque calculé avec la méthode de simplification n°1

7.1.3 Méthode de simplification n°2

La simplification n°2 du calcul de la marge de risque estime de manière approximative la totalité du capital de solvabilité requis pour chaque année à venir en utilisant le ratio Best estimate pour l'année à venir et Best Estimate à la date de valorisation.

Dans l'annexe technique n°4 de la Valorisation des provisions techniques, l'EIOPA propose un exemple représentatif d'une approche proportionnelle pour évaluer le SCR pour l'année t avec la formule suivante :

$$SCR(t) = SCR(0) * BE_{Net}(t) / BE_{Net}(0) \quad (7.4)$$

7.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE À PARTIR DES SCR RÈGLEMENTAIRES

Pour calculer la marge de risque selon cette méthode, le SCR global à la date $t=0$ de la compagnie d'assurance est projeté en fonction de l'écoulement des meilleures estimations sur toute la durée des engagements. Les BE utilisés sont nets de réassurance.

La figure suivante présente l'évolution des SCR et des BE de l'entreprise en fonction des années de projection :

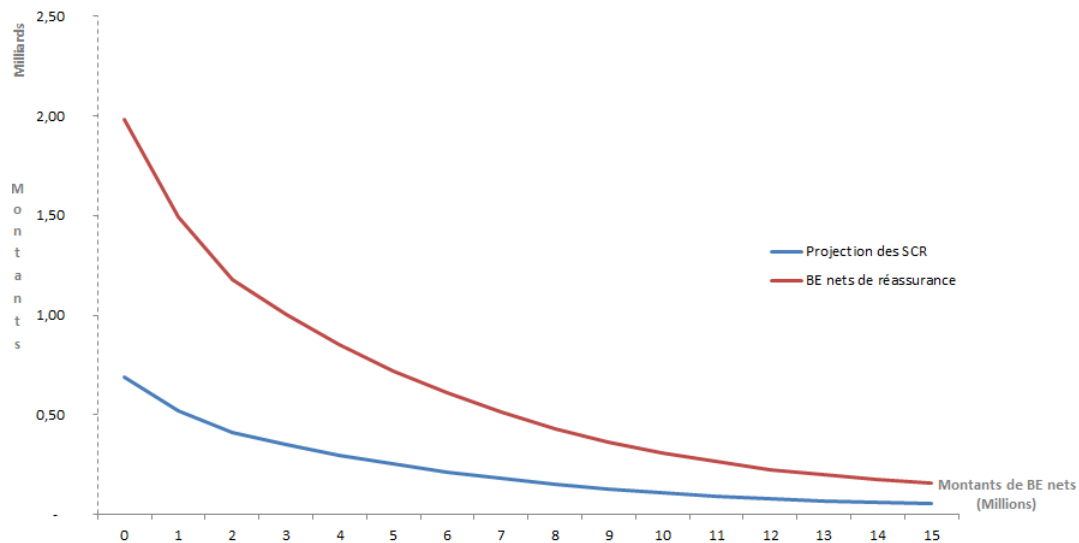


FIGURE 7.6 – Evolution des SCR et des BE en fonction des années de projection

Le montant de la marge de risque obtenu selon cette méthode figure dans le tableau suivant en millions d'euros :

Marge de risque (méthode 2)	232,15
------------------------------------	--------

FIGURE 7.7 – Montant de la marge de risque calculé avec la méthode de simplification $n^{\circ}2$

Il y a donc une nette différence entre le montant de la marge de risque obtenu avec la méthode $n^{\circ}2$ et celle obtenue avec la méthode $n^{\circ}1$. Cette différence sera discutée dans les parties suivantes.

Chapitre 8

Calcul de la marge de risque avec les hypothèses de l'article 38 du Règlement Délégué

Cette partie du mémoire a pour objet de décrire le calcul de la marge de risque en tenant compte des conclusions émises lors de l'analyse des hypothèses de l'article 38 du Règlement Délégué. Les simplifications n°1 et n°2 seront utilisées pour la projection des SCR.

Le calcul des SCR pris en compte dans cette étude sera expliqué avant d'appliquer la formule de calcul de la marge de risque.

Tous les SCR à date $t=0$ utilisés pour le calcul de la marge de risque sont recalculés en tenant compte des hypothèses de l'article 38 pour l'entreprise de référence.

Deux hypothèses seront prises concernant l'entreprise d'origine pour le calcul de la marge de risque en tenant compte de l'article 38 :

- la compagnie d'assurances distribue des contrats comportant des garanties annuelles c'est à dire des contrats souscrits du 1er Janvier au 31 Décembre de l'année civile en cours
- la société souscrit des contrats au fil de l'eau : on considère que les contrats sont souscrits en moyenne, en milieu d'année.

En effet, pour ces deux entreprises, les calculs des SCR réglementaires donnent les mêmes résultats ; ce qui fait que les chiffres du calcul réglementaire et ceux calculés avec l'hypothèse de l'article 38 sont comparables.

L'entreprise de référence comptabilisera le même montant de P_s que l'entreprise d'origine qui souscrit des contrats du 1er Janvier au 31/12.

Alors que pour l'entreprise qui souscrit au fil de l'eau, l'entreprise de référence ne prendra que les primes rattachées aux engagements, ce qui constitue approximativement la moitié des primes de l'entreprise d'origine.

8.1 Calcul de la marge de risque avec les SCR calculés selon les hypothèses de l'article 38

8.1.1 Méthode de simplification *n*^o1

Le risque de défaut de contrepartie

Comme dans le chapitre précédent, le SCR défaut de contrepartie est projeté en séparant le SCR défaut type 1 et le SCR défaut type 2 :

Calcul du SCR défaut type 1 à chaque pas de temps

Dans le calcul du SCR défaut type 1, seule la composante réassurance sera retenue. En effet, selon les conclusions du chapitre 3 de la deuxième partie de cette étude, les avoirs en banque et les dépôts ne seront pas repris tels qu'ils sont : en effet, on émet l'hypothèse que l'entreprise de référence investit l'argent liquide collecté dans des obligations d'état européennes pour pouvoir minimiser son risque de marché, ainsi, elle n'enregistre pas de risque de défaut sur ces expositions.

Le SCR défaut type 1 de l'entreprise de référence est donc inférieur à celui de l'entreprise d'origine.

Le SCR défaut type 1 calculé à date $t=0$ sera projeté chaque année en fonction de l'écoulement des BE cédés de sinistres.

Le BE cédé de sinistres inclut la composante sinistralité future du BE primes cédées et ne tient pas compte des primes futures parce que le risque de défaut ne porte que sur les sinistres cédés.

Une condition (plancher à 0) a été appliquée pour éviter d'avoir un SCR négatif.

Calcul du SCR défaut type 2 à chaque pas de temps

Le SCR défaut type 2 pour la marge de risque est obtenu année après année en faisant évoluer le SCR défaut type 2 à $t=0$ proportionnellement à l'écoulement des primes acquises brutes.

8.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE AVEC LES SCR CALCULÉS SELON LES HYPOTHÈSES DE L'ARTICLE 38

Contrairement au SCR défaut type 1 à $t=0$ qui varie après le transfert d'engagements, le SCR défaut type 2 à $t=0$ n'est pas impacté par les hypothèses de l'article 38.

Ainsi, après transfert, le SCR défaut de l'entreprise de référence est inférieur au SCR défaut de l'entreprise d'origine compte tenu de la baisse du SCR défaut type 1. Les différences de montants sont étudiés dans la suite du mémoire.

Différences entre le risque de défaut réglementaire et le risque de défaut calculé avec l'article 38

Risque de défaut	Réglementaire	Contrats souscrits du 01/01 au 31/12	Contrats souscrits au fil de l'eau
		Article 38	
Type1	10	4	4
Type 2	100	100	100
Total	108	103	103

FIGURE 8.1 – Différences de montants (en millions d'euros) entre le risque de défaut calculé avec les SCR réglementaires et le risque de défaut selon les hypothèses de l'article 38 à $t=0$

La figure 8.1 montre qu'à $t=0$, il y a une baisse de plus de 5M d'euros sur le risque de défaut type 1 par rapport à la valeur du SCR de défaut type 1 réglementaire. Ce qui entraîne une diminution du SCR défaut global à $t=0$ si on prend en compte l'article 38 du Règlement Délégué.

Le risque de souscription en non-vie

Calcul du risque de primes et du risque de provisionnement à chaque pas de temps

Le SCR de souscription en non-vie est calculé à date $t=0$ en appliquant la formule standard (2.4). Il dépend du BE de sinistres et du volume de primes. Le BE de sinistres est composé de la meilleure estimation de sinistres nette de réassurance vue à des dates futures et de la partie sinistre du BE primes vu à des dates futures. En pratique, le BE de sinistres est obtenu en faisant la somme du BE sinistres et des flux futurs de sinistres enregistrés dans le BE primes.

On rappelle que avec les hypothèses de l'article 38, le calcul de la marge de risque s'inscrit dans le contexte de transfert des engagements : un nouvel assureur (entreprise de référence) reprend le portefeuille de l'entreprise d'origine. Le montant de BE de l'entreprise d'origine sera donc transféré à l'entreprise de référence.

Comme le montant de BE de sinistres ne change pas après transfert, la différence du capital requis pour le risque de primes et de réserve entre les deux entreprises proviendrait sûrement de la variation du volume de primes en tenant compte des conclusions de

8.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE AVEC LES SCR CALCULÉS SELON LES HYPOTHÈSES DE L'ARTICLE 38

la deuxième partie de ce mémoire.

On rappelle la formule de calcul du volume de primes :

$$V_{prem,s} = \max[P_s; P_{last,s}] + FP_{existing,s} + FP_{future,s} \quad (8.1)$$

où

- P_s représente l'estimation du montant de primes à acquérir dans le segment s dans les 12 mois à venir et donc, le montant de primes à acquérir l'année $N+1$ si on se place au 31 Décembre de l'année N ;
- $P_{last,s}$ désigne le montant de primes acquises au cours des 12 derniers mois dans le segment s .

Sous l'hypothèse que l'entreprise de référence ne souscrit pas de nouvelles affaires et le fait que l'entreprise d'origine n'est pas engagé de façon contractuelle sur le terme FP_{future} , nous le mettons à zéro pour le calcul du SCR de souscription en non-vie à $t=0$ et sur toute la durée de la projection.

Comme indiqué dans la deuxième partie du mémoire, le montant de P_s intègre les primes sur les contrats qui ne sont pas encore engagés. Or, comme seules les primes étroitement liées aux engagements reconnus sont prises en compte dans notre projection, on émet l'hypothèse que la partie de primes liées aux contrats non engagés est nulle. Ainsi donc, le montant de P_s et le montant de $FP_{existing}$ de l'entreprise de référence sont considérés égaux à ceux de l'entreprise d'origine.

Pour projeter les primes à acquérir P_s de l'année t , on fait évoluer dans le temps les $FP_{existing,s}$ de l'année t et ce montant de $FP_{existing,s}$ qui bascule en P_s est déduit du $FP_{existing,s}$ global.

Sous l'hypothèse d de non existence d'activité pour l'entreprise de référence, le terme P_{last} est considéré comme nul sur toute la durée de la projection pour l'entreprise de référence.

Calcul du risque de catastrophe à chaque pas de temps

Sous les hypothèses de l'article 38 du Règlement Délégué, la méthode de projection du risque de catastrophe est la même que celle décrite dans la partie 7.1.1. Cependant, on tiendra compte de la baisse du volume de primes expliquée dans la deuxième partie en tenant compte des hypothèses de l'article 38.

Dans nos calculs, comme le choc catastrophe survient dans l'année à venir, on se base sur les primes des douze prochains mois :

$$SCR_{CAT}(31.12.t) = SCR_{CAT}(31.12.N) * PA(t+1)/PA(N+1) \quad (8.2)$$

8.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE AVEC LES SCR CALCULÉS SELON LES HYPOTHÈSES DE L'ARTICLE 38

Avec, $PA(t)$, les primes acquises de l'année t .

On précise que le risque de catastrophe est projeté en partant du SCR à $t=0$ de l'entreprise de référence.

Calcul du risque de cessation (rachat) à chaque pas de temps

Comme pour le risque de catastrophe, le risque de rachat est projeté en fonction de l'écoulement des primes acquises brutes en partant du SCR de l'entreprise de référence. Dans le cadre des hypothèses de calcul de la marge de risque, on prendra en compte la baisse du volume de primes constatée dans la deuxième partie du mémoire.

Compte tenu de toutes les implications ci-dessous, la prise en compte des hypothèses de l'article 38 entraîne une baisse de 5% du risque de souscription en non-vie. On observe cette baisse dans le tableau ci-dessous :

	Contrats souscrits du 01/01 au 31/12		Contrats souscrits au fil de l'eau
	Règlementaire	Article 38	Article 38
SCR Non life	563	533	453

FIGURE 8.2 – Différences de montants entre le risque de souscription non-vie calculé avec les SCR réglementaires et le risque de souscription non vie selon les hypothèses de l'article 38 à $t=0$

8.1.2 Le risque de souscription en vie

Le risque vie est calculé année après année en partant de sa valeur calculée en $t=0$. Il est projeté proportionnellement à l'évolution des BE rentes vus à des dates futures.

Les PM de rentes à des dates futures sont recalculées en réalisant la somme actualisée des flux futurs à chaque pas de projection.

Le risque de souscription en vie n'est pas impacté par les hypothèses de l'article 38 dans le sens où la métrique utilisée pour le calcul du SCR souscription en vie ne varie pas entre l'entreprise d'origine et l'entreprise de référence : le même montant de PM de rentes est transféré à l'entreprise de référence.

8.1.3 Le risque opérationnel

La projection du SCR de base pour le risque opérationnel se fait en calculant à chaque pas de temps la quantité Op .

Rappelons la formule de calcul de Op à la date t :

$$Op(t) = \max(Op_{premiums}(t); Op_{provisions}(t)) \quad (8.3)$$

8.1. CALCUL DE LA MARGE DE RISQUE AVEC LES SCR CALCULÉS SELON LES HYPOTHÈSES DE L'ARTICLE 38

Avec

$$Op_{premiums}(t) = 3\% * PA(t) + \max(0; 0.03 * PA(t) - 1.2 * PA(t - 1)) \quad (8.4)$$

Avec

- PA(t), les primes acquises brutes de réassurance des 12 derniers mois
- PA(t-1), les primes acquises brutes de réassurance des 12 mois précédant les douze derniers mois

La chronique de primes acquises est la même que celle utilisée dans le cadre du volume de primes.

Par cohérence avec les hypothèses de l'article 38 (plast=0) prises en compte dans le calcul du volume de primes, les primes des années N et N-1 sont considérées égales à 0 pour un calcul de la marge de risque au 31/12/N.

$$Op_{provisions}(t) = 0.45\% * ME_{vie}(t) + 3\% * ME_{non-vie}(t + 1) \quad (8.5)$$

Avec :

$ME_{vie}(t)$, la meilleure estimation en Vie vue à chaque date t

$ME_{non-vie}(t + 1)$, la meilleure estimation en Non-Vie vue à des dates futures.

Concernant les BE futurs à date t=0, ils sont calculés en faisant la somme actualisée des flux futurs.

Si on tient compte de nos conclusions dans la deuxième partie du mémoire concernant le risque opérationnel, on remarque qu'il y a une possibilité d'avoir des provisions techniques négatives (provisions pour primes). En fait, dans le cadre de risques très courts, la valeur de la PPNA en valeur absolue est très inférieure à celle de la PVFP. Or, cette dernière (la PVFP) peut bien être négative dans le cas où l'assureur réalise des gains en fournissant des prestations aux assurés.

Le BE primes pouvant être négatif, la somme du BE primes et du BE sinistres peut être inférieure à 0. Dans ce cas, on peut avoir un SCR opérationnel nul en t=0. Pour éviter cette incohérence avec la définition du risque opérationnel, la valeur absolue du BE non vie est retenu pour la projection du risque opérationnel :

$$provisions = 0.45\% *$$

BE vie vu à des dates futures + 3% * |(BE non vie (sinistres+primes))| vu à des dates futures (8.6)

Chapitre 9

Comparaisons et Analyses

Le tableau suivant est un tableau récapitulatif qui montre plusieurs écarts issus des calculs de montants de marge de risque effectués dans le cadre de ce mémoire.

	Règlementaire	Article 38	
		Contrats souscrits du 01/01 au 31/12	Contrats souscrits au fil de l'eau
Simplification n°1	172	164	155
Simplification n°2	232	185	163

FIGURE 9.1 – Tableau récapitulatif des montants de marge de risque obtenus après calcul

9.1 Ecart de montants de marge de risque selon les méthodes n°1 et n°2 de simplification

L'analyse du tableau montre tout d'abord une différence sur les montants de marge de risque calculés avec la simplification n°1 et la simplification n°2. La méthode n°2 donne un résultat de marge de risque nettement supérieur de plus de 25% par rapport à la marge de risque obtenue avec la méthode n°1.

A la différence de la méthode n°2 qui calcule directement la marge de risque en faisant évoluer le SCR global de l'entreprise en fonction de la liquidation des provisions techniques nettes de réassurance, la méthode n°1 recalcule l'intégralité des SCR qui entrent en jeu dans le calcul de la marge de risque à chaque pas de temps.

La différence essentielle qui existe entre les deux méthodes est le fait que la méthode n°1 tient compte du risque de primes qui s'éteint rapidement (au bout de 5 ans) et des provisions qui se liquident plus lentement que les primes alors que dans la méthode n°2, le risque de primes est conservé jusqu'à la liquidation des passifs (les SCR sont calculés à chaque pas de temps en fonction du SCR global à t=0). Le graphique 9.2 montre le décrochage lié à l'impact des primes au bout de 5 ans sur la méthode n°1.

9.2. DIFFÉRENCES SUR LES MONTANTS DE MARGE DE RISQUE CALCULÉS AVEC ET SANS L'ARTICLE 38

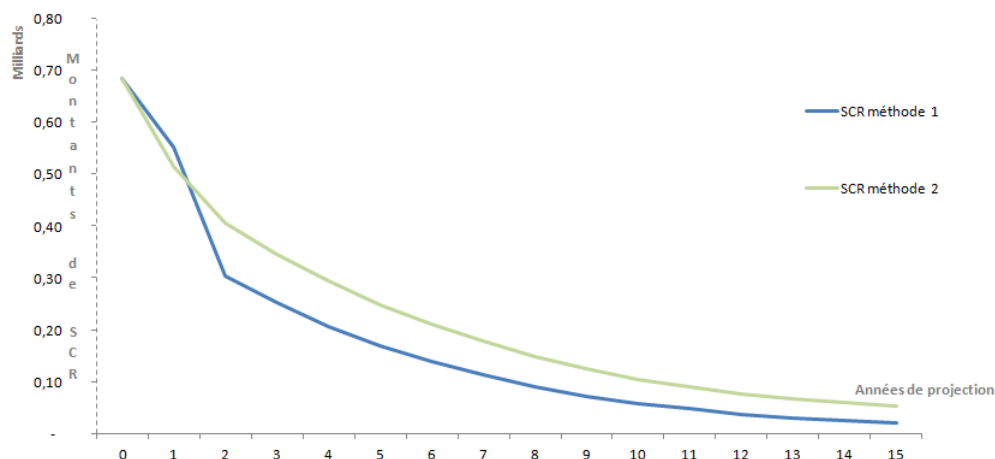


FIGURE 9.2 – Evolution des montants de SCR selon la méthode 1 et la méthode 2

9.2 Différences sur les montants de marge de risque calculés avec et sans l'article 38

Le deuxième écart que l'on note dans ce tableau est la différence entre le montant de marge de risque calculé avec les SCR réglementaires et le montant de marge de risque calculé en tenant compte des hypothèses de l'article 38.

En effet, les chiffres du tableau montrent que la prise en compte des hypothèses de l'article 38 du Règlement Délégué réduit le montant de la marge de risque pour les deux méthodes simplifiées et pour les deux entreprises considérées dans les calculs.

9.2.1 Différences observées pour l'entreprise qui souscrit des contrats du 01/01 au 31/12

Dans la méthode n°1, la baisse du montant de marge de risque observée est de l'ordre de 5%. Cette diminution du montant de la marge de risque s'explique par le fait que tous les montants de SCR recalculés au fil du temps ont baissé sauf celui du risque de souscription en vie qui n'est pas impacté par l'article 38 du Règlement Délégué. On rappelle que l'article 38 énonce que le calcul de la marge de risque s'inscrit dans le cadre d'un transfert d'engagements; dès lors, l'ensemble des provisions techniques de l'entreprise d'origine sont directement transférées à l'entreprise de référence sans variation de montants.

Après transfert du portefeuille, le risque de souscription non-vie connaît une baisse de 5% à $t=0$. Cette diminution du risque de souscription non-vie pour l'entreprise de référence est provoquée par l'impact de la baisse du risque de primes et de réserves. En effet, le volume de primes, élément clé du calcul du risque de primes et de réserve

9.2. DIFFÉRENCES SUR LES MONTANTS DE MARGE DE RISQUE CALCULÉS AVEC ET SANS L'ARTICLE 38

diminue après la prise en compte des hypothèses d et e à savoir, $P_{last} = 0$ et $FP_{future} = 0$.

Pour l'entreprise de référence, le volume de primes pourrait fortement baisser si on avait pris en compte le fait de ne considérer que les primes liées aux engagements parce que dans ce cas, le volume de P_s aurait diminué sachant que l'entreprise pourrait estimer un montant important de primes à acquérir sur les contrats futurs non encore reconnus. L'opération n'étant pas facile à mettre en oeuvre, le même montant de P_s de l'entreprise d'origine a été utilisé pour le calcul de la marge de risque.

L'autre baisse qui impacte le montant de la marge de risque est celle du risque de défaut et plus précisément le risque de défaut type 1. La baisse de 60% du risque de défaut type 1 est liée au fait que la société présente beaucoup d'avoirs en banque et de dépôts dans son portefeuille. Or, d'après les conclusions sur l'analyse des hypothèses de la marge de risque, ces expositions ne concernent pas l'entreprise de référence qui, par hypothèse, investit l'argent comptabilisé dans des obligations d'état pour pouvoir minimiser son risque de marché. Ainsi, le risque de défaut n'est porté que par la réassurance qui n'est pas très représentative : le montant des BE cédés représente 9% des provisions totales de l'entreprise.

En ce qui concerne le risque de défaut type 2, le calcul fait est une approche purement théorique. Dans un cadre plus réaliste, le risque de défaut type 2 serait inexistant pour une entreprise qui souscrit des contrats du 01/01 au 31/12 sachant que l'entreprise ne possède en portefeuille que des créances sur intermédiaires liées aux engagements, ainsi, au 31/12, toutes les créances devraient être recouvertes. Seulement, par souci d'avoir de grandes variations du montant de la marge de risque liées strictement au risque de défaut type 2, on a préféré ne pas le mettre égal à 0.

Le risque opérationnel a aussi été impacté par les hypothèses de l'article 38. En effet, l'hypothèse faisant référence à une absence de business avant transfert entraîne que les primes acquises les douze derniers mois et les douze mois précédant ces douze derniers mois ont été mises égales à 0. Cette hypothèse n'a pas beaucoup de sens dans le calcul du risque opérationnel. En fait, lorsque les primes à t et $t-1$ sont mises égales à 0, l'entreprise de référence aura un risque opérationnel plus élevé un an après la reprise du portefeuille comme le montre le graphique [9.3](#).

De plus, la prise en compte de cette hypothèse peut mener à des résultats aberrants pour les entreprises présentant des risques courts. Dans ce cas d'entreprises, les provisions pour primes peuvent être négatives et l'emporter sur les provisions de sinistres. Ainsi, le risque opérationnel serait nul, ce qui n'est pas cohérent avec la définition de ce risque. Pour contourner ce fait, on a proposé de mettre une valeur absolue sur les provisions techniques.

9.2. DIFFÉRENCES SUR LES MONTANTS DE MARGE DE RISQUE CALCULÉS AVEC ET SANS L'ARTICLE 38

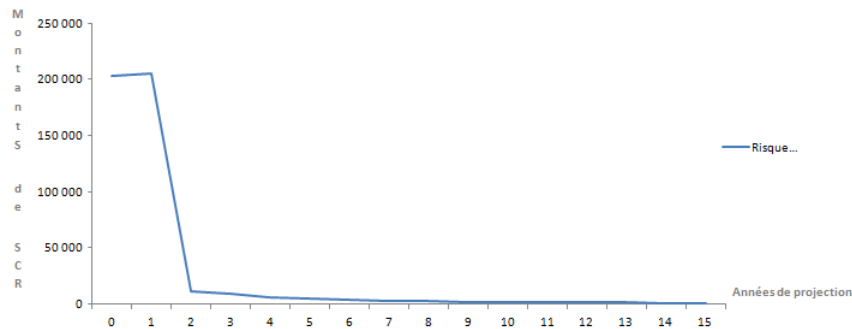


FIGURE 9.3 – Evolution des montants de SCR du risque opérationnel

On peut conclure donc que la prise en compte des hypothèses de l'article 38 n'est pas très pertinente pour le risque opérationnel. Elle engendre plutôt des résultats qui n'ont pas beaucoup de sens.

9.2.2 Différences observées pour l'entreprise qui souscrit des contrats au fil de l'eau

Concernant l'entreprise qui souscrit des contrats en moyenne en milieu d'année, on observe une baisse de 10% du montant de la marge de risque après la prise en compte des hypothèses de l'article 38 soit une différence de 5% par rapport à la première entreprise. La différence essentielle entre les deux entreprises réside sur le fait que le calcul de la marge de risque de l'entreprise qui souscrit au fil de l'eau intègre l'hypothèse de prendre en compte uniquement les primes à acquérir sur les contrats engagés. Pour cette entreprise, le calcul de la marge de risque a été effectué en diminuant les P_s du montant de primes à acquérir sur les contrats non engagés.

Ainsi donc, on confirme l'idée que la diminution des P_s due à l'élimination des contrats non reconnus a un grand impact sur le montant de la marge de risque. D'ailleurs, la prise en compte de cette hypothèse est à l'origine des différences observées sur tous les risques calculés dans la simplification $n^{\circ}1$.

Concernant le risque de défaut, on remarque que le risque de défaut type 1 et le risque de défaut type 2 sont les mêmes pour les deux entreprises. Cela s'explique par le fait que le risque de défaut type 1 est calculé en fonction des BE et donc il n'est pas impacté par la chronique de primes. De plus, le risque de défaut type 2 ne se rapporte qu'à des créances liées aux engagements; l'entreprise n'a pas de créances liées à des contrats non reconnus. Ainsi, à $t=0$, la baisse des P_s n'impacte pas le risque de défaut. Par contre, comme le risque de défaut type 2 évolue en fonction de l'écoulement des primes, forcément les montants de SCR défaut type 2 vus à des dates futures seront différents de ceux de l'entreprise qui souscrit du 01/01 au 31/12.

9.3 Impacts de la prise en compte de l'article 38 sur les simplifications

Le tableau montre que la prise en compte de l'article 38 impacte plus la simplification $n^{\circ}2$ que la simplification $n^{\circ}1$. En effet, selon les résultats de la méthode $n^{\circ}2$, la prise en compte des hypothèses de l'article 38 du Règlement Délégué provoque une baisse de 20% du montant de la marge de risque soit une diminution deux fois supérieure que celle obtenue avec la méthode $n^{\circ}1$.

En effet, la méthode $n^{\circ}2$ prend en compte les impacts de l'article 38 sur toute la durée de la liquidation des engagements : tous les SCR vus à des dates futures sont calculés en fonction du SCR global à $t=0$.

Contrairement à la méthode $n^{\circ}2$, les implications de l'article 38 ne sont prises en compte qu'à $t=0$ par la méthode $n^{\circ}1$. Par exemple, la méthode $n^{\circ}1$ prend en compte l'hypothèse $P_{last} = 0$ seulement à l'année du transfert et conserve un P_{last} non nul calculé suivant chaque pas de temps alors que la méthode $n^{\circ}2$ conserve le $P_{last} = 0$ à chaque pas de temps en calculant les SCR à dates futures en fonction du SCR à $t=0$.

Limites de l'étude

L'étude menée dans le cadre de ce mémoire présente des limites.

L'étude ne prend pas en compte le nouveau Règlement Délégué 2019/981 publié le 19 Juin 2019 sur le Journal officiel de l'Union européenne qui fait des modifications sur certains SCR dont les calculs sont détaillés dans ce mémoire tels que le risque de primes et de réserve.

Dans le calcul du volume de primes, P_s qui correspond aux primes acquises nettes est pris égal au calcul annuel. Il faut se réserver la possibilité de pouvoir modifier le P_s initial parce que on pourrait ne pas tenir compte du chiffre d'affaires correspondant aux contrats non renouvelés mais ceci est compliqué à réaliser opérationnellement, raison pour laquelle, on ne l'a pas mis en jeu dans cette étude.

Le choix des métriques utilisées dans le cadre de cette étude reflète le profil de risque de la société fictive prise comme exemple. D'autres métriques peuvent être discutées selon le profil de la société étudiée.

Par contrainte de temps, le mémoire n'étudie pas les méthodes de simplification $n^{\circ}3$ et $n^{\circ}4$ du calcul de la marge de risque.

Conclusion

Ce mémoire est axé sur la méthodologie de calcul de la marge de risque d'une compagnie d'assurances non-vie. La marge de risque est un élément important du bilan prudentiel des assureurs et vise à prendre en compte une marge de prudence explicite au regard de l'évaluation «best estimate» des engagements d'assurance et de réassurance réalisée par les actuaires.

Le calcul de la marge de risque est fondé sur une projection des capitaux de solvabilité requis jusqu'à l'extinction des passifs d'assurance. De plus, selon l'article 38 du Règlement Délégué UE 2015/35, le calcul de la marge de risque repose sur des hypothèses qui s'inscrivent dans le cadre d'un transfert d'engagements.

Les principaux objectifs du mémoire sont de bien comprendre les hypothèses sous-jacentes au calcul de cette marge de risque, d'analyser différentes options possibles de calcul et d'apporter des éléments de justification théorique au regard des différents choix de modélisation faits.

Pour ce faire, l'étude s'est basée sur la confrontation des hypothèses de calcul des SCR réglementaires projetés aux hypothèses de l'article 38 et sur la mise en application des conclusions obtenues au vu de cette confrontation en calculant le montant de la marge de risque selon les méthodes de simplification $n^{\circ}1$ et $n^{\circ}2$.

Les résultats obtenus montrent que la prise en compte de l'article 38 dans le calcul de la marge de risque fait baisser les montants de SCR pris dans le calcul de la marge de risque au regard des SCR réglementaires. Ainsi, en prenant en compte toutes les hypothèses de l'article 38, selon leur profil de risque les assureurs peuvent réduire leur montant de marge de risque et donc la valeur de leurs provisions techniques ce qui leur fait gagner en capitaux propres.

En outre, l'application de la méthode de simplification $n^{\circ}1$ aboutit à une marge de risque moins élevée que celle obtenue avec la méthode $n^{\circ}2$.

En définitive, le mémoire montre qu'un assureur non-vie peut réduire sa marge de risque en utilisant les hypothèses de l'article 38 du Règlement délégué combinées à la méthode $n^{\circ}1$ de simplification. Il est à noter que la méthode de simplification $n^{\circ}1$ requiert plus de temps de calcul et plus de complexité comparée à la méthode $n^{\circ}2$.

Toutefois, le choix des méthodes de simplification et de l'application des hypothèses de l'article 38 est laissé à l'assureur qui doit en toute rigueur faire preuve de prudence dans ses choix de modélisation au regard de son profil de risque.

Bibliographie

- [1] Thibaut Bideault. *Calcul de la marge pour risque en assurance non-vie*. PhD thesis, ISFA, 2017.
- [2] COVEA. Notes internes, 12 2018.
- [3] LE PARLEMENT EUROPÉEN ET LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE. Directive 2009/138/ce du parlement europÉen et du conseil. *Journal officiel de l'Union européenne*, 2009.
- [4] Commission Européenne. Règlement délégué union européenne 2015/35 de la commission du 10 octobre 2014. *Journal officiel de l'Union européenne*, 2014.
- [5] Alberto Floreani. Risk margin estimation through the cost of capital approach : Some conceptual issues. [https ://link.springer.com/article/10.1057/gpp.2011.2](https://link.springer.com/article/10.1057/gpp.2011.2), 04 2011.
- [6] Milliman. Solvency 2 standard formula : Volume measure for premium risk. [http ://www.milliman.com/uploadedFiles/Solutions/email-marketing/Standard-Formula-VolumeMeasure.pdf](http://www.milliman.com/uploadedFiles/Solutions/email-marketing/Standard-Formula-VolumeMeasure.pdf), 12 2017.