

**Mémoire présenté devant  
l'UFR de Mathématique et Informatique  
pour l'obtention du du Diplôme Universitaire d'Actuaire de Strasbourg  
et l'admission à l'Institut des Actuaire**  
**le 9 Décembre 2021**

Par : Claude Maëva Wassom

Titre: Modélisation des risques et analyse de la rentabilité d'un portefeuille  
d'assurance non-vie dans le référentiel Solvabilité II

Confidentialité :  NON  OUI Durée :  1 an  2 ans  3 ans  4 ans  5 ans

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

Signature : 

Membres du jury de l'Unistra :

Entreprise : AFI.ESCA

P. ARTZNER

J. BERARD

A. COUSIN

K.-T. EISELE

M. MAUMY-BERTRAND

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : E. AHUMADA

Signature :

Invité :

Nom :

Signature :

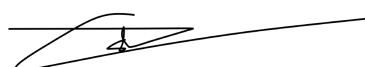
Jury de l'Institut des  
Actuaire :

A. YOU

Y. RONG

**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



Secrétariat : Mme Stéphanie Richard

Bibliothèque : Mme Christine Disdier

Signature du candidat



# Summary

The Solvency II directive, which came into force in 2016, is still a subject of reflection for insurance organizations seeking the most appropriate measurement of their risks.

The purpose of this thesis is to set up a model for projecting and applying the quantitative requirements of the Solvency II standard using the framework of the standard formula. The portfolio subject of the study is made up of non-life insurance contracts covering ancillary guarantees for loan insurance, credit insurance and provident insurance. The application of the quantitative requirements was previously done by an internally developed tool based on the standard formula. The need for a better adapted tool to the company's risk profile led to its replacement.

The use of the model built extends to the analysis of the solvency and profitability results of the products. The tool was developed with particular attention to its dynamism and responsiveness so that it could adapt to the growing activities of the developing portfolio. The flexibility of the model also facilitates studying the impact of modeling variables on the results. These studies are particularly important for a recent firm whose size does not allow for sufficient risk pooling.

Key words : Solvency II, standard formula, non-life, SCR, economic balance sheet, sensitivity tests.

# Résumé

Entrée en vigueur en 2016, la directive Solvabilité II est toujours un sujet de réflexion pour les organismes d'assurance à la recherche de la mesure de leurs risques la plus adaptée.

Ce mémoire a pour objet la mise en place d'un modèle de projection et d'application des exigences quantitatives de la norme Solvabilité II dans le cadre de la formule standard. Le portefeuille sujet de l'étude est constitué de contrats d'assurance non-vie couvrant des garanties accessoires d'assurances de prêt et de prévoyance. L'application des exigences quantitatives s'effectuait jusqu'à présent par un outil développé en interne s'appuyant sur la formule standard. Le besoin d'un outil plus adapté au profil de risque de la compagnie a motivé son remplacement.

L'utilisation du modèle construit s'étend à l'analyse des résultats de solvabilité et de rentabilité des produits. Il a été développé en portant une attention particulière sur son dynamisme et sa réactivité afin qu'il puisse s'adapter aux activités croissantes du portefeuille. La flexibilité du modèle facilite également l'étude de l'impact des variables de modélisation sur les résultats. Ces études sont particulièrement importantes pour une entreprise récente et dont la taille ne permet pas une mutualisation des risques suffisante.

Mots clés : Solvabilité II, formule standard, non-vie, SCR, bilan économique, tests de sensibilité.

# Executive summary

## Context and objectifs

The application of the requirements imposed by the Solvency II directive is a source of continuous reflection for insurance companies. Indeed, the stakes of this exercise are high, as it allows the company to evaluate the risks it faces and to justify its solvency to the supervisory authorities and the public.

The portfolio for which the risks were modeled is that of AFI ESCA IARD, a non-life insurance company mainly covering work incapacity and unemployment guarantees for loan insurance and provident contracts on the French and Italian markets. The execution of risk measurement calculations within the framework of Solvency II was previously carried out by a tool developed internally. The need for a tool more fitted to the company's risk profile has motivated its replacement. The development of this tool is the subject of this thesis.

The model built during this study had several objectives :

1. risk modeling in line with the portfolio's risk profile;
2. the implementation of a flexible tool adapted to a growing structure;
3. the possibility of rigorous monitoring of solvency indicators and their sensitivity to parameterized assumptions;
4. an analysis of the profitability of the products in the portfolio.

## Implementation of the tool

The operation of the model is divided into three parts :

1. data import and hypothesis setting;
2. portfolio projection;
3. the determination of quantitative indicators of the company's solvency and the profitability of its products.

The import phase consists of retrieving all the data required to run the model. The asset and liability bases of the portfolio, the claims and lapse laws as well as the economic assumptions are obtained during this phase. It also includes the processing of the contract base using R software to generate an aggregate of policies representing homogeneous risk groups also known as Model Points.

The estimation of the company's solvency indicators requires a projection of its portfolio. This is done over a 30-year horizon using procedures coded in VBA language.

The results of these calculations are then used in Excel to obtain different indicators :

- the SCR;
- the MCR;

- the PVFP;
- the best estimate;
- the risk margin;
- the economic equity capital .

The model is a stand-alone tool that performs all the calculations required to set up the prudential balance sheet and determine the solvency ratios. Whenever possible, the calculations are performed at the level of segments defined as single pairs of product family and branch of activity. This allows an analysis of the impact of each pair on the results obtained.

## Analysis of results and sensitivity tests

### Solvency results

All the changes in the methods and the parameters used have made it possible to obtain an SCR that is more representative of the reality of the risks incurred by the company, and lower than that obtained by the model previously used.

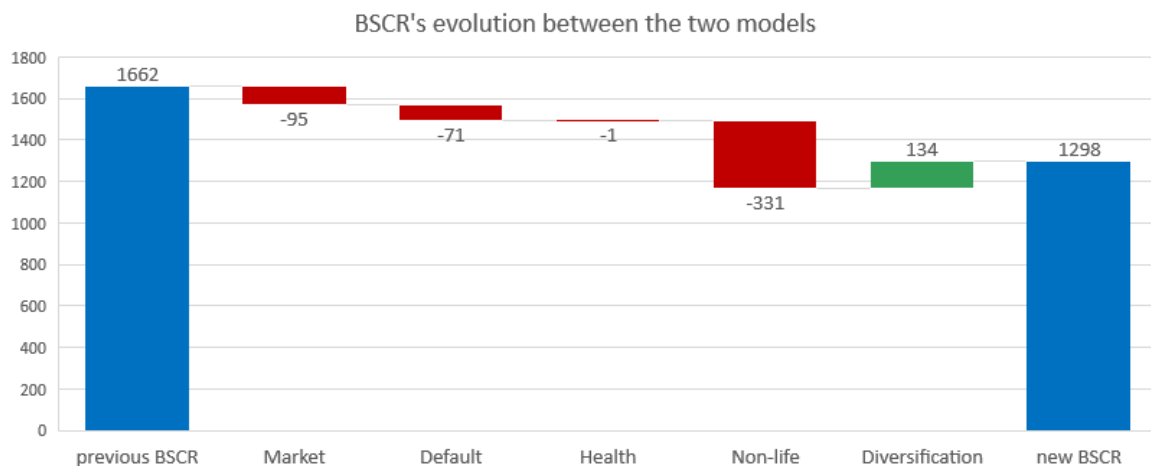


FIGURE 1 – Evolution of the BSCR according to the different risk modules in k€

The most notable change is due to a different estimate of premium and reserve risk, with a method that better estimates the premium base exposed to this risk. The improvement in the reliability of parameters has also allowed the company's exposure to other risks to be estimated downwards.

### Profitability of the main products

The analysis of the profitability of the company's main products was carried out through indicators of the profits generated by the products as well as their load on mobilized equity.

This study concluded that the Vivendo contracts have a positive profitability for the company and are resistant to a deterioration of the loss experience, despite reinsurance treaties that do not seem to be in favor of the insurer. However, the product's regulatory capital consumption seems high when its ROE is compared to that of the other products in the portfolio.

The results of the analysis of the CQS product show a low profitability which must be put in perspective by the lack of hindsight on these contracts. Sensitivity tests have been set up to explore ways of improving the product's results through the reinsurance treaties and the amount of the commission paid to the main insurer of the contracts.

---

## **Sensitivity of results to liability parameters**

Sensitivity testing is an opportunity to observe the interactions between the parameters of the model and the results, to evaluate the impact of assumptions that deviate from reality as well as the impact of the variation of parameters negotiated by the insurer.

The results of these tests led to those conclusion :

- if reality were to deviate from the lapse assumptions, the results would be only marginally affected, except for estimates of future product margins;
- the main insurer's fee is a significant source of lost revenue for the company and constitutes a regulatory capital burden;
- the current reinsurance parameters provide good overall control of the portfolio's risks.

# Note de synthèse

## Contexte et problématique de l'étude

L'application des exigences imposées par la directive Solvabilité II est une source de réflexion continue pour les compagnies d'assurance. En effet, l'enjeu de cet exercice est important puisqu'il permet à l'entreprise d'évaluer les risques qu'elle encourt et de justifier de sa solvabilité auprès des autorités de contrôle et du public.

Le portefeuille dont les risques ont été modélisés est celui d'AFI ESCA IARD, une compagnie d'assurance non-vie couvrant principalement des garanties ITT et chômage de contrats d'assurance de prêt et prévoyance sur les marchés français et italien. L'exécution des calculs de mesure de risque dans le cadre de Solvabilité II s'effectuait jusqu'alors par un outil précédemment développé en interne. La nécessité d'un outil plus adapté au profil de risque de la compagnie a motivé son remplacement. Le développement de cet outil est le sujet de ce mémoire.

Le modèle construit durant cette étude avait plusieurs objectifs :

1. une modélisation des risques en adéquation avec le profil de risque du portefeuille;
2. la mise en place d'un outil flexible adapté à une structure en pleine croissance;
3. la possibilité d'un suivi rigoureux des indicateurs de solvabilité et de leur sensibilité aux hypothèses paramétrées;
4. une analyse de la rentabilité des différents produits du portefeuille.

## Méthodologie appliquée

Le fonctionnement du modèle se divise en trois parties :

1. l'import des données et le paramétrage;
2. la projection du portefeuille;
3. la détermination d'indicateurs quantitatifs de la solvabilité de l'entreprise et de la rentabilité de ses produits.

La phase d'import consiste en la récupération de l'ensemble des données nécessaires au fonctionnement du modèle. Les bases d'actif et de passif du portefeuille, les lois de sinistralité et de résiliation ainsi que les hypothèses économiques sont obtenues durant cette phase. Elle inclut aussi le retraitement de la base de contrats à l'aide du logiciel R pour générer des agrégats de contrat constituant des groupes de risque homogènes ou *Model Points*.

L'estimation des indicateurs de la solvabilité de la compagnie nécessite une projection de son portefeuille. Cette dernière est effectuée sur un horizon de 30 années à l'aide de procédures codées en langage VBA.

Les résultats de ces calculs sont ensuite exploités dans Excel pour obtenir différents indicateurs :

- le SCR;
- le MCR;
- la PVFP;
- le *Best Estimate*;
- la marge pour risque;
- le niveau de fonds propres économiques.

Le modèle est un outil autonome qui réalise l'ensemble des calculs permettant la mise en place du bilan prudentiel et la détermination du ratio de solvabilité. Les calculs sont réalisés, chaque fois que cela est possible, à la maille des segments définis comme des couples uniques de famille de produit et de branche d'activité. Cela permet une analyse de l'impact de chaque segment sur les résultats obtenus.

## Analyse des résultats et tests de sensibilité

### Résultats de solvabilité

L'ensemble des évolutions dans les méthodes de projection employées ainsi que les paramètres utilisés a permis d'obtenir un SCR plus représentatif de la réalité des risques encourus par la compagnie, et plus faible que celui obtenu par le modèle précédemment utilisé.

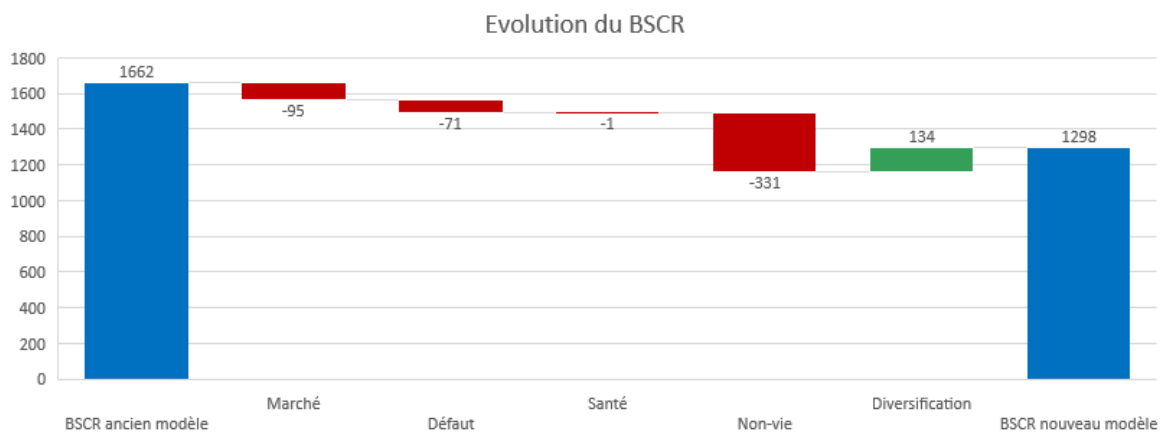


FIGURE 2 – Evolution du BSCR en fonction des différents modules de risque en k€

L'évolution la plus notable est due à une estimation différente du risque de prime et réserves, avec une méthode qui évalue mieux l'assiette de prime exposée à ce risque. La fiabilisation des paramètres a conduit à une estimation à la baisse de l'exposition de la compagnie pour d'autres risques, c'est le cas par exemple pour le sous-module qui couvre le risque lié à la variation de la courbe des taux.

### Rentabilité des produits principaux

L'analyse de la rentabilité des produits principaux de la compagnie a été effectuée au travers des indicateurs de bénéfices générés par les produits ainsi que de leur charge en fonds propres mobilisés.

Cette étude a permis de conclure que les contrats Vivendo ont une rentabilité positive pour la compagnie et résistante à une dégradation de la sinistralité, malgré des traités de réassurance qui semblent peu favorables à l'assureur. Cependant, la consommation en capital réglementaire du produit semble élevée lorsque son ROE est comparé à celui des autres produits du portefeuille.



---

Les résultats de l'analyse du produit CQS présentent une rentabilité faible qui doit être nuancée par le manque de recul sur ces contrats dont le début de la commercialisation est récent. Des tests de sensibilités ont été mis en place pour explorer des pistes d'amélioration des résultats du produit à travers les traités de réassurance et le montant de la commission d'apériton versée à l'assureur principal des contrats.

### **Sensibilité des résultats aux paramètres de passif**

La réalisation de tests de sensibilité est une opportunité d'observer les interactions entre les paramètres de la modélisation et les résultats, d'évaluer l'impact d'hypothèses s'éloignant de la réalité ainsi que l'impact de la variation de paramètres qui pourraient être négociés par l'assureur.

Les résultats de ces tests ont conclu que :

- si la réalité déviait des hypothèses de résiliation, les résultats n'en seraient pas fortement affectés, à l'exception des estimations de marges futures des produits ;
- la commission d'apériton est une source de perte de revenus importante pour la compagnie et constitue un poids en capital règlementaire ;
- les paramètres de réassurance actuels apportent globalement une bonne maîtrise des risques du portefeuille.

# Remerciements

Je souhaite remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Je tiens à exprimer ma grande reconnaissance à Estelle Ahumada pour son encadrement, sa disponibilité, ses précieux conseils, toutes ses contributions ainsi que pour son attention aux détails.

Je voudrais également remercier mon responsable, Fabrice Colin, de m'avoir proposé ce sujet formateur, d'avoir partagé son expertise avec moi et pour ses nombreux conseils.

Mes remerciements s'adressent à Marie Aquino pour m'avoir apporté son aide, ainsi qu'à tous mes collègues pour leur accueil et leur disponibilité.

Enfin j'adresse mes remerciements à toute l'équipe enseignante du DUAS, pour toutes les connaissances qu'ils m'ont apportées durant ma formation et plus particulièrement Myriam Maumy-Bertrand, ma tutrice académique, pour m'avoir encadrée.

# Table des matières

Liste des figures	xii
Liste des tableaux	xiv
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>I Présentation du cadre de l'étude</b>	<b>3</b>
<b>1 Cadre réglementaire de l'étude</b>	<b>4</b>
1.1 La directive Solvabilité II . . . . .	4
1.2 Les trois piliers Solvabilité II . . . . .	4
1.3 La formule standard . . . . .	7
1.4 Les chocs appliqués dans le modèle développé . . . . .	9
1.5 Futures révisions de Solvabilité II . . . . .	11
<b>2 Contexte de l'étude</b>	<b>12</b>
2.1 Présentation d'AFI ESCA IARD . . . . .	12
2.2 Les produits commercialisés . . . . .	12
2.3 La réassurance . . . . .	14
2.4 Provisionnement non-vie . . . . .	15
2.5 Chiffres clés de la compagnie . . . . .	16
<b>3 Contraintes de la modélisation des risques Solvabilité II du portefeuille</b>	<b>18</b>
3.1 Les contraintes de la formule standard . . . . .	18
3.2 Les contraintes du modèle précédent . . . . .	19
<b>II Construction d'un outil de calcul Solvabilité II pour un portefeuille de contrats d'assurance non-vie</b>	<b>21</b>
<b>4 Principe de modélisation</b>	<b>22</b>
4.1 Présentation de la base de contrats . . . . .	23
4.2 Import de la base de contrats . . . . .	26
4.3 Paramétrage des engagements . . . . .	27
<b>5 Projection du portefeuille et exploitation des résultats</b>	<b>31</b>
5.1 Étapes de la projection . . . . .	31
5.2 Application de la résiliation . . . . .	33
5.3 Détermination de la sinistralité . . . . .	33
5.4 Calcul des frais . . . . .	34
5.5 Calcul de réassurance . . . . .	34
5.6 Exploitation des résultats . . . . .	35
5.7 Calcul du Best Estimate . . . . .	35

5.8	Calcul des profits futurs . . . . .	36
5.9	Calcul du SCR . . . . .	36
5.10	Calcul de la marge pour risque . . . . .	41
<b>6</b>	<b>Présentation des résultats</b>	<b>43</b>
6.1	Compte de résultat projeté . . . . .	43
6.2	Bilan économique . . . . .	45
6.3	Indicateurs de solvabilité . . . . .	47
6.4	Comparaison des résultats au modèle précédent . . . . .	48
<b>III</b>	<b>Utilisation du modèle comme outil d'analyse</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>Détermination du couple rentabilité/risque des produits principaux</b>	<b>52</b>
7.1	Présentation de la rentabilité des produits . . . . .	52
7.2	Détermination de la consommation en capital règlementaire des produits . . . . .	53
7.3	Analyses du couple rentabilité-risque . . . . .	55
7.4	Sensibilité de la rentabilité des produits aux paramètres de la projection . . . . .	57
7.5	Conclusion de l'étude . . . . .	59
<b>8</b>	<b>Étude de la sensibilité des résultats de la projection</b>	<b>60</b>
8.1	Sensibilité des résultats aux paramètres de passif . . . . .	60
8.2	Sensibilité des résultats aux paramètres Solvabilité II . . . . .	67
<b>9</b>	<b>Enjeux sur le plan stratégique et la commercialisation de nouveaux produits</b>	<b>70</b>
9.1	Impact de la commercialisation d'un nouveau produit . . . . .	70
9.2	Amélioration de la rentabilité du produit CQS . . . . .	71
9.3	Incidence de l'augmentation de la production d'un produit . . . . .	73
	<b>Conclusion</b>	<b>75</b>
	<b>Liste des abréviations</b>	<b>77</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>79</b>
<b>A</b>	<b>Calculs de la formule standard</b>	<b>I</b>
<b>B</b>	<b>Matrices de corrélation de la formule standard</b>	<b>III</b>

# Liste des figures

1	Evolution of the BSCR according to the different risk modules in k€ . . . . .	iv
2	Evolution du BSCR en fonction des différents modules de risque en k€ . . . . .	vii
1.1	Bilan prudentiel . . . . .	5
1.2	Décomposition modulaire du Capital de Solvabilité Requis en formule standard . . . . .	8
2.1	Groupe AFI ESCA . . . . .	12
2.2	Présentation du portefeuille . . . . .	16
2.3	Répartition des actifs du portefeuille au 31/12/2020 . . . . .	16
2.4	Décomposition du SCR 2020 . . . . .	17
2.5	Évolution des indicateurs de solvabilité sur 4 ans . . . . .	17
4.1	Principe de fonctionnement du modèle . . . . .	22
4.2	Présentation du portefeuille par famille de produits . . . . .	23
4.3	Distribution des durées résiduelles des polices . . . . .	24
4.4	Distribution des taux de commission . . . . .	24
4.5	Distribution des capitaux couverts en k€ . . . . .	25
4.6	Distribution des primes en k€ . . . . .	25
4.7	Primes émises et acquises d'un contrat à prime unique K sur 3 ans . . . . .	28
4.8	Flux générés par la souscription et résiliation d'un contrat à versement en prime unique . . . . .	29
5.1	Boucles imbriquées de la projection . . . . .	31
5.2	Coefficients de volatilité du risque de primes et réserves . . . . .	37
6.1	Compte de résultat projeté brut de réassurance en k€ . . . . .	43
6.2	Compte de résultat projeté cédé en réassurance en k€ . . . . .	44
6.3	Compte de résultat projeté net de réassurance en k€ . . . . .	44
6.4	Bilan économique 2020 . . . . .	45
6.5	Bilan comptable 2020 . . . . .	45
6.6	Evolution des fonds propres S1 à S2 . . . . .	46
6.7	Décomposition du SCR linéarisé en k€ . . . . .	47
6.8	Décomposition du BSCR en risques linéarisés . . . . .	48
6.9	Comparaison des BE bruts de réassurance en k€ obtenus des deux modèles . . . . .	48
6.10	Comparaison des BE cédés en réassurance en k€ obtenus des deux modèles . . . . .	49
6.11	Comparaison du BSCR obtenu des deux modèles en k€ . . . . .	49
6.12	Comparaison du SCR de marché obtenu des deux modèles en k€ . . . . .	49
6.13	Comparaison du SCR de souscription non-vie obtenu des deux modèles en k€ . . . . .	50
7.1	Indicateurs de rentabilité des produits principaux . . . . .	52
7.2	Décomposition du BSCR des produits principaux en k€ . . . . .	54
7.3	Présentation de la contribution au BSCR et à la valeur totale du stock par segment . . . . .	55
7.4	Sensibilité du produit CQS au S/P . . . . .	57
7.5	Sensibilité du produit Vivendo au S/P . . . . .	57

7.6	Sensibilité du produit CQS au taux de cession en réassurance . . . . .	58
7.7	Sensibilité du produit Vivendo au taux de cession en réassurance . . . . .	58
7.8	Sensibilité du produit CQS au taux de sinistralité sans cession en réassurance . . . . .	59
7.9	Sensibilité du produit Vivendo au taux de sinistralité sans cession en réassurance . . . . .	59
8.1	Résultats des tests de sensibilité du taux de commission d'apéritition sur les postes du passif du bilan économique . . . . .	60
8.2	Résultats des tests de sensibilité du taux de commission d'apéritition sur le SCR . . . . .	61
8.3	Résultats des tests de sensibilité du taux de commission d'apéritition sur le ratio de SCR . . . . .	62
8.4	Projection des résultats et commissions d'apéritition . . . . .	62
8.5	Résultats du plafonnement des commissions d'apéritition . . . . .	63
8.6	Impact des taux de résiliation sur les provisions techniques . . . . .	63
8.7	Impact des taux de résiliation sur les indicateurs de richesse . . . . .	64
8.8	Impact des taux de résiliation sur les indicateurs de solvabilité . . . . .	64
8.9	Impact des paramètres de réassurance sur les provisions techniques . . . . .	65
8.10	Impact des paramètres de réassurance sur les indicateurs de richesse . . . . .	65
8.11	Impact des paramètres de réassurance sur les indicateurs de solvabilité . . . . .	66
8.12	SCR non-vie du risque de primes et réserves . . . . .	67
8.13	SCR non-vie du risque de primes et réserves du produit CQS . . . . .	68
8.14	SCR non-vie du risque de primes et réserves du produit Vivendo . . . . .	68
8.15	Impact de la revoyure sur le SCR . . . . .	69
8.16	Impact de la modification des coefficients de volatilité du risque de primes et réserves sur le ratio de couverture du SCR . . . . .	69
9.1	Variation de la PVFP du produit CQS en fonction du taux de commission d'apéritition . . . . .	72
9.2	Variation de la PVFP du produit CQS en fonction du taux de commission de réassurance . . . . .	72
9.3	Variation de la PVFP du produit CQS en fonction du taux de commission d'apéritition avec une commission de réassurance minimale de 0€ . . . . .	73
9.4	Évolution des provisions techniques en fonction du volume des contrats emprunteurs italiens . . . . .	74
9.5	Indicateur de la rentabilité et du risque en fonction du volume des contrats emprunteurs italiens . . . . .	74
A.1	Facteurs du calcul du MCR par segment Solvabilité II . . . . .	II
B.1	Matrice de corrélation du BSCR . . . . .	III
B.2	Matrice de corrélation du SCR de marché dans un scénario de hausse des taux . . . . .	III
B.3	Matrice de corrélation du SCR de marché dans un scénario de baisse des taux . . . . .	III
B.4	Matrice de corrélation du SCR de défaut . . . . .	IV
B.5	Matrice de corrélation du SCR de souscription non-vie . . . . .	IV
B.6	Matrice de corrélation du SCR de souscription santé . . . . .	IV

# Liste des tableaux

4.1	Taux de sinistralité moyens par segment . . . . .	27
4.2	Taux de résiliation moyens par segment . . . . .	29
4.3	Assiette de prime de réassurance par segment . . . . .	30

# Introduction

L'activité d'assurance est marquée par la nature incertaine des risques sur lesquels reposent les engagements pris par l'assureur envers l'assuré. La directive Solvabilité II mise en place en 2016 répond au besoin du marché de l'assurance d'un cadre de supervision et de contrôle rigoureux afin de protéger l'ensemble des acteurs intervenants :

- les assureurs : des procédures d'évaluation et de gestion des risques appropriées sont mises à leur disposition;
- les assurés : une bonne gestion des risques de l'assureur est un gage d'une capacité à respecter ses engagements à leur égard;
- les investisseurs : l'encadrement de la solvabilité d'une compagnie permet d'évaluer son risque de faillite.

La réforme impose aux organismes assureurs d'évaluer quantitativement leur solvabilité et de mettre en place des processus de gestion des risques à travers des normes harmonisées sur le marché de l'assurance européenne. Les exigences quantitatives de la directive demandent aux assureurs de prouver qu'ils disposent de fonds propres de qualité et quantité suffisantes pour faire face aux risques qu'ils encourent sur un horizon d'un an avec une probabilité de 99,5 %. Les entreprises disposent de normes de mesure de leurs risques à travers la formule standard. Cependant, des mesures s'appliquant à un marché aussi diversifié ne peuvent pas tenir compte des spécificités de chaque entité. La formule standard utilisée pour mesurer l'exigence en fonds propres des entreprises ne s'adapte pas toujours de façon satisfaisante aux différents profils de risques, et ce d'autant plus que le profil s'éloigne de la norme.

Le portefeuille étudié diverge du profil de risque moyen sur le marché de l'assurance européen de par sa taille réduite, ses activités peu diversifiées, la faible profondeur d'historique sur ses produits et ses taux de commissions élevés. Il en résulte une forte sensibilité à la formule standard.

L'application de la norme Solvabilité II au portefeuille s'effectuait jusqu'à présent à l'aide d'un outil développé en interne. Toutefois, certains points problématiques ont été relevés comme sa faible capacité d'adaptation à l'intégration de nouveaux produits et sa complexité dans le traitement de certaines thématiques peu pertinentes pour des engagements non-vie.

Ce mémoire présente le développement d'un nouvel outil réalisant les calculs du pilier 1 de la directive Solvabilité II pour une compagnie d'assurance non-vie, ainsi que l'application de cet outil à l'analyse des résultats et à leur sensibilité aux différents paramètres de modélisation.

Tout d'abord, le cadre de cette étude sera exposé. La directive Solvabilité II sera présentée avec un point d'attention porté sur les exigences quantitatives appliquées durant cette étude. Le contexte du portefeuille étudié sera également défini, afin de cerner son profil de risque et décrire les produits qui le composent.

La construction de l'outil sera ensuite présentée. Cette partie décrira le processus de projection du portefeuille ainsi que les calculs réalisés afin de construire le bilan économique et d'obtenir les indicateurs de solvabilité. Les résultats obtenus seront analysés puis confrontés aux résultats obtenus avec l'outil précédent.



Enfin, l'élargissement du champ d'application du modèle sera illustré. L'outil développé se veut dynamique, facile à utiliser et flexible. De sorte que de nombreuses modifications devront pouvoir être apportées aux paramètres de modélisation avec des étapes simples et rapides à exécuter. Ces propriétés du modèle seront exploitées pour obtenir une meilleure compréhension de l'influence des hypothèses et paramètres sur les indicateurs de solvabilité.

## **Première partie**

# **Présentation du cadre de l'étude**

# Chapitre 1

## Cadre réglementaire de l'étude

### 1.1 La directive Solvabilité II

#### 1.1.1 L'importance de la solvabilité en assurance

La solvabilité se définit comme l'aptitude d'une personne physique ou morale à faire face à ses engagements financiers. La notion de solvabilité est importante pour toutes les entreprises, c'est le reflet de leur capacité à honorer leurs créances.

Elle prend une importance singulière dans le monde de l'assurance étant donné la nature particulière du cycle de production qui y est inversé. En effet, le produit d'assurance est proposé contre un ou plusieurs versements de prime déterminés à la signature du contrat. Or, le coût du produit pour l'assureur, à travers les prestations et frais futurs, n'est pas connu à cet instant. L'assureur ne peut qu'estimer le coût et la fréquence des prestations futures liées au contrat.

La tarification et le provisionnement des contrats d'assurance se basent sur des hypothèses issues de son expérience et de sa connaissance du marché et du contexte. Cependant la réalité peut toujours dévier des estimations et anticipations de l'assureur, il faut que l'entreprise puisse rester solvable et faire face à des scénarios qui s'écarteraient des prévisions et engendreraient une perte pour l'assureur.

#### 1.1.2 Les enjeux de la réforme Solvabilité II

Le marché de l'assurance avait un réel besoin de mesure et contrôle de la solvabilité des compagnies, mais aussi d'harmonisation des normes du marché européen.

C'est à ces fins que la directive Solvabilité II est entrée en vigueur en 2016. Elle se substituait à la réforme Solvabilité I qui avait déjà mis en place des normes d'évaluation de provision et de mesure de couverture des engagements. Les règles mises en place par Solvabilité II s'appliquent aux entreprises d'assurance et de réassurance européennes, mais aussi aux mutuelles et instituts de prévoyance. Ces acteurs doivent à présent disposer, au-delà des réserves qui couvrent déjà l'intégralité des engagements souscrits vis-à-vis des assurés, de fonds propres en quantité et qualité suffisantes pour faire face à des événements imprévus pouvant affecter le respect de leurs engagements.

### 1.2 Les trois piliers Solvabilité II

La directive est structurée en trois piliers complémentaires.

#### 1.2.1 Les exigences quantitatives

Le premier pilier correspond aux exigences quantitatives. Elles consistent à un ensemble de normes qui permettent de mesurer la solvabilité de l'entreprise à travers le calcul d'indicateurs

quantitatifs et l'évaluation des actifs et passifs de la compagnie. Cette évaluation sert à la construction du bilan prudentiel.

Les valorisations des actifs et passifs prudentiels se font en valeurs de marché. C'est la valeur pour laquelle ils pourraient être échangés dans des conditions de concurrence normales, entre des parties informées et consentantes, selon l'article L351-1 du Code des Assurances.

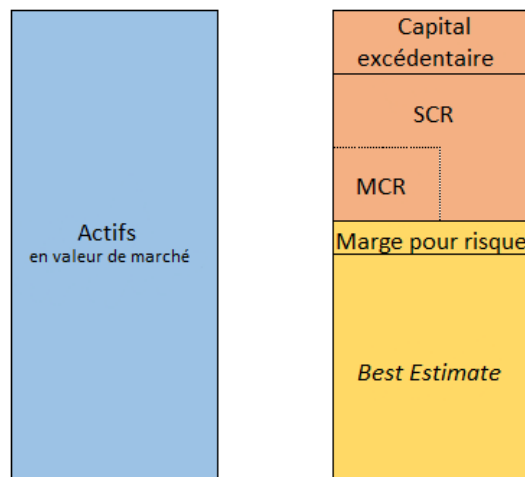


FIGURE 1.1 – Bilan prudentiel

Les **actifs** du bilan prudentiel sont évalués à leur valeur de marché. La valeur des titres détenus en vision Solvabilité II est généralement supérieure aux valeurs du bilan comptable qui n'enregistre pas les plus-values latentes des investissements.

Les **fonds propres** correspondent aux ressources de l'entreprise. Dans le référentiel Solvabilité II, ce sont des fonds propres économiques qui se décomposent en :

- fonds propres de base, égaux à la différence entre les actifs et provisions techniques, augmentés des dettes subordonnées<sup>1</sup> ;
- fonds propres auxiliaires, constitués d'engagements fermes non appelés, tels que le capital social non versé<sup>2</sup>.

Les fonds propres constituent une réserve à la disposition de la compagnie en cas d'insuffisance des provisions techniques. Solvabilité II impose aux fonds propres d'être au moins aussi élevés que le *Solvency Capital Requirement* ou capital de solvabilité requis (SCR) et le *Minimum Capital Requirement* ou minimum de capital requis (MCR).

Le SCR correspond au niveau de fonds propres permettant à la compagnie d'assurance de surmonter tous les risques ayant une probabilité de survenance de 99,5% à l'horizon d'un an. Ce capital représente la *Value at risk* (VaR) 1 an de niveau de confiance  $\alpha = 0,5\%$ . Le calcul du SCR peut s'établir à l'aide d'un modèle interne développé par la compagnie (complet ou partiel) ou de la formule standard mise en place par l'*European Insurance and Occupational Pensions Authority* ou autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles (EIOPA).

Le MCR est le niveau de fonds propres minimum imposé par le régulateur. L'intervention de ce dernier sera automatique si les fonds propres deviennent inférieurs à ce seuil. Il arrive que le MCR soit supérieur au SCR car le MCR possède un seuil minimal.

Les montants de fonds propres supérieurs au SCR et MCR constituent le capital excédentaire.

1. Dette dont le remboursement en cas de défaut ne survient qu'après le remboursement préalable des autres créanciers.

2. Montant que les actionnaires se sont engagés à apporter mais qui n'a pas été versé.

Les **provisions techniques** calculées en Solvabilité II se décomposent en *Best Estimate* ou meilleure estimation (BE) et marge pour risque. Le BE représente la valeur actuelle des engagements futurs probables de l'assureur à la date d'évaluation. Autrement dit, c'est la somme des flux de trésorerie futurs induits par le portefeuille, actualisés à la courbe des taux sans risque. La projection du portefeuille s'effectue en *run-off*, ce qui signifie que les contrats souscrits à une date ultérieure à la projection ne sont pas considérés

$$Best\ Estimate = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(CF_t^{out} - CF_t^{in})}{(1 + r_t)^t}$$

Avec :

- $CF_t^{out}$  les flux sortants (prestations, commissions, frais récurrents...) à la date t ;
- $CF_t^{in}$  les flux entrants (primes...) à la date t ;
- $r_t$  le taux spot sans risque à la date t.

La marge pour risque vient compléter le BE, elle apporte aux provisions techniques une vision économique puisqu'elle correspond au montant nécessaire pour assurer la rentabilité d'un assureur reprenant le portefeuille. Elle est égale à l'estimation du coût que représenterait la mobilisation des capitaux propres à hauteur du montant du SCR.

$$Marge\ pour\ risque = CoC \times \sum_{t=0}^{\infty} \frac{SCR(t)}{(1 + r_{t+1})^{t+1}}$$

Avec :

- CoC le coût du capital ;
- $SCR(t)$  les SCR à la date de projection t ;
- $r_t$  le taux spot sans risque à la date t.

La construction du bilan prudentiel inclut le calcul d'impôts différés. En effet, l'évaluation des postes du bilan en vision économique induit des écarts de résultats avec ceux du bilan comptable. Cela a pour conséquence de modifier le montant des impôts dus. Les impôts différés peuvent être positifs ou négatifs et constituent ainsi un avoir (impôt différé à l'actif) ou une dette (impôt différé au passif).

### 1.2.2 Les exigences qualitatives

Le deuxième pilier correspond aux exigences qualitatives, ce sont des règles de contrôles appliquées aux organismes assureurs. Elles imposent aux compagnies de mettre en place un système de gouvernance et de gestion des risques efficace. Elles définissent aussi l'*Own Risk and Solvency Assessment* ou auto-évaluation de la solvabilité et des risques (ORSA), un ensemble de processus constituant un outil d'analyse décisionnelle et stratégique visant à évaluer le besoin global de solvabilité.

L'ensemble de ces exigences donne la possibilité aux entreprises d'apprécier leurs propres risques, au-delà de l'évaluation des risques du pilier 1. Le pilier 2 a une approche de la mesure de risque plus représentative de la compagnie.

### 1.2.3 Le reporting réglementaire

La transmission d'informations constitue le pilier 3 de Solvabilité II. Le *reporting* réglementaire consiste à la production et remise régulière de nombreux rapports aux autorités de contrôle. Une partie de ces rapports est aussi mise à la disposition du public à des fins de transparence. Le *reporting* imposé par Solvabilité II se divise en rapports narratifs et quantitatifs.

Les rapports narratifs à remettre annuellement dans le cadre du pilier 3 sont le *Solvency and Financial Condition Report* ou rapport sur la solvabilité et la situation financière (SFCR) et le *Regular Supervisor Report* ou rapport régulier au contrôleur (RSR). Le RSR permet au superviseur

d'apprécier la solvabilité de l'organisme et le SFCR est une version allégée de ce dernier rendue publique. Ils sont complétés par des rapports quantitatifs ou *Quantitative Reporting Template* ou états quantitatifs (QRT), une liste d'états à remplir avec des données chiffrées sur l'entreprise.

Le contenu de ces rapports provient des différents calculs effectués dans le cadre des piliers 1 et 2, mais aussi d'autres sources telles que les données comptables, le portefeuille d'actif..

## 1.3 La formule standard

### 1.3.1 Le SCR

Le SCR se calcule ainsi sous la formule standard :

$$\text{SCR} = \text{BSCR} - \text{Adj} + \text{SCR}_{op}$$

Le *Basic Solvency Capital Requirement* ou capital de solvabilité requis de base (BSCR) correspond à l'exigence en capital résultant de l'agrégation par une matrice de corrélation de différents modules représentant les risques auxquels l'entreprise est exposée en conséquence de son activité.

*Adj* correspond à l'ajustement résultant de l'absorption d'une partie des risques par les mécanismes d'impôts différés et de provisions techniques liées à la participation aux bénéfices. Les organismes ayant exclusivement une activité d'assurance non-vie ne sont pas concernés par l'absorption liée aux provisions techniques.

Le  $\text{SCR}_{op}$  correspond au besoin en capital découlant du risque opérationnel. Ce dernier est défini par le Comité de Bâle comme étant « le risque de pertes provenant de processus internes inadéquats ou défaillants, de personnes et systèmes ou d'évènements externes ». Il s'agit de risques liés à l'activité opérationnelle des compagnies d'assurance.

La formule standard du calcul du capital de solvabilité requis se présente sous une forme modulaire, sa décomposition est donnée dans la figure ci-dessous.

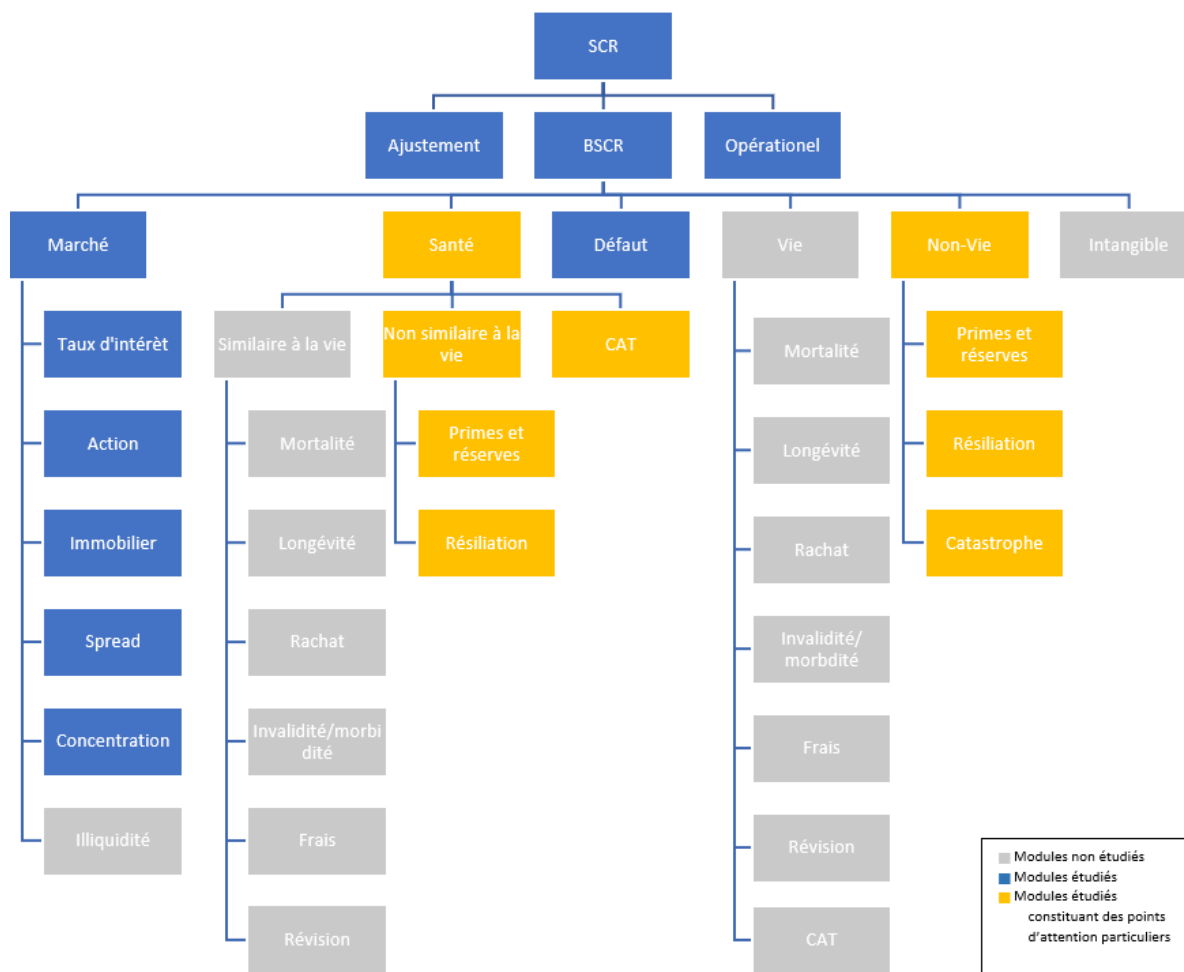


FIGURE 1.2 – Décomposition modulaire du Capital de Solvabilité Requis en formule standard

### 1.3.2 Le BSCR

Pour obtenir le BSCR, un capital de solvabilité est calculé pour chacun des risques principaux rencontrés par un organisme d'assurance. Chaque capital correspond à l'estimation des pertes entraînées par la réalisation du risque couvert.

Le risque de marché correspond aux risques liés aux instruments financiers détenus par l'entreprise dont la valeur de marché peut fluctuer. Ces variations n'ont d'influence que sur la valeur des postes à l'actif du bilan dans une entité non-vie, à l'exception du risque de taux.

Les risques de souscription en vie, non-vie et santé sont les risques pris par l'assureur lorsqu'il accepte l'adhésion d'un souscripteur à un contrat d'assurance vie, non-vie et santé respectivement. Chacune de ces branches d'activité présente des risques spécifiques. Les risques de souscription en santé se divisent par leur nature en risque similaire à la vie ou à la non-vie.

Le risque de défaut est le risque lié à une défaillance des contreparties. Il représente la perte liée à l'incapacité d'une contrepartie à faire face à ses dettes envers l'organisme d'assurance.

Les exigences de capital pour chacun des risques, à l'exception du risque de défaut, sont calculées par l'agrégation des sous-risques les constituant à l'aide d'une matrice de corrélation. Il est ainsi tenu compte de l'effet de diversification entre les différents risques. Les exigences des sous-risques et du risque de défaut sont obtenues par l'une des deux méthodes ci-dessous.

La première consiste à calculer la valeur des engagements et actifs de l'assureur après modifications des hypothèses liées au risque, pour les faire correspondre à un scénario de survenance du

risque, dit scénario choqué. L'application de ces chocs aboutit à l'obtention de nouvelles valeurs au bilan économique. La variation de richesse de l'entreprise avant et après le choc correspond au capital nécessaire pour faire face à la survenance du risque. Autrement dit pour chaque risque, le SCR sous-modulaire associé se calcule ainsi :

$$\begin{aligned} \text{SCR}_{\text{sous-modulaire}} &= (\Delta \text{NAV})^+ = (\text{NAV}_{\text{central}} - \text{NAV}_{\text{choqué}})^+ \\ &= ((\text{Actif}_{\text{central}} - \text{Passif}_{\text{central}}) - (\text{Actif}_{\text{choqué}} - \text{Passif}_{\text{choqué}}))^+ \end{aligned}$$

Avec :

- *Net Asset Value* ou valeur liquidative (NAV) la richesse de l'entreprise en vision Solvabilité II, elle se calcule par la différence entre la valeur de l'actif et celle du passif du bilan prudentiel.

La seconde méthode consiste à appliquer une formule propre au risque considéré.

### 1.4 Les chocs appliqués dans le modèle développé

Les engagements d'AFI ESCA IARD l'exposent à des risques de souscription en non-vie et en santé, spécifiquement en santé similaire à la non-vie. La détention de titres financiers l'expose également au risque de marché. Enfin, les créances diverses, les disponibilités des comptes bancaires ainsi que les éléments liés à la réassurance l'exposent au risque de défaut de contrepartie.

#### 1.4.1 Le SCR de souscription non-vie

Le SCR de souscription non-vie se décompose en trois sous-modules :

- le risque de primes et réserves;
- le risque de cessation;
- le risque catastrophe.

Le risque de primes et réserves correspond aux risques liés à la tarification (risque de primes) et au provisionnement (risque de réserves) de contrats d'assurance non-vie. Plus précisément, ce sont les risques consécutifs à une tarification inadéquate ou à un sous-provisionnement des contrats.

Le capital requis est calculé ainsi :

$$\text{SCR}_{\text{primes\&réserves}} = 3\sigma V$$

Avec :

- $\sigma$  l'écart-type du risque de primes et réserves;
- $V$  la mesure de volume du risque.

L'ensemble des calculs du sous-module primes et réserves est réalisé par *Line of Business* ou branche d'activité (LoB). La mesure de volume du risque de primes et réserves est déterminée à partir de la composition de son portefeuille. L'écart-type est donné dans les spécifications techniques pour chaque LoB.

Le risque de cessation est le risque lié à une résiliation importante d'une partie du portefeuille. Il s'obtient en remplaçant le taux de résiliation estimé pour la première année de projection par une cessation de 40 % des contrats d'assurance pour lesquels cette résiliation entraîne une augmentation du BE.

Le risque de catastrophe en non-vie couvre les pertes liées à des événements extrêmes ou irréguliers. Il se décompose dans le portefeuille en :



- risque de catastrophe d'origine humaine ;
- risque de catastrophe autre.

Le risque de catastrophe d'origine humaine se résume au sous-module risque de crédit et caution dans cette étude. Il représente le risque de catastrophe porté par les produits d'assurance CQS<sup>3</sup>. Il se décompose lui-même en un risque de défaut de crédit important (risque porté par les plus grandes expositions) et un risque de récession (risque porté par les primes). Le risque de catastrophe autre concerne les garanties chômages et se calcule à partir du volume de primes à acquérir dans le futur.

##### 1.4.2 Le SCR de santé

Les risques du module santé similaire à la non-vie sont les risques de primes et réserves et de résiliation. Les calculs de capitaux requis s'effectuent par la même méthode que leurs modules homonymes en non-vie. Seule la valeur des coefficients de volatilité diffère.

Le risque de catastrophe en santé couvre lui aussi les pertes liées à des événements extrêmes ou irréguliers. Il se décompose en :

- risque de masse : c'est le risque lié à la survenance d'un événement catastrophique à un endroit où serait concentré un nombre important de personnes ;
- risque de concentration : c'est le risque lié à la survenance d'un événement catastrophique à un endroit où serait concentré un nombre important d'assurés dans un rayon de 300 mètres ;
- risque de pandémie : c'est le risque de survenance d'une pandémie, dont le nombre de victimes augmenterait les prestations en garanties incapacité et dépenses médicales.

Chacun de ces risques se calcule comme l'exposition moyenne des garanties multipliée par la probabilité de survenance du risque.

##### 1.4.3 Le SCR de marché

Le SCR de marché du portefeuille résulte de l'agrégat de cinq sous-modules :

- le risque de taux d'intérêt : risque lié à une évolution de la structure de la courbe des taux sur la valeur du bilan à la fois à l'actif, pour tous les titres financiers dont la valorisation dépend de la courbe des taux, et au passif pour l'actualisation des flux futurs probables lors du calcul du BE ;
- le risque d'action : risque lié à une dépréciation de la valeur des actions détenues ;
- le risque immobilier : risque lié à une dépréciation des marchés immobiliers ;
- le risque de spread : risque lié à une dégradation de la qualité de crédit des émetteurs estimé à l'aide des spread de taux ;
- le risque de concentration : risque lié à un manque de diversification des contreparties.

##### 1.4.4 Le SCR de défaut des contreparties

Le module risque de défaut des contreparties se décompose en deux types, selon la contrepartie considérée :

- les contreparties possédant une notation, dites exposition de type 1 ;
- les contreparties sans notation, dites exposition de type 2.

L'exposition de type 1 regroupe généralement les réassureurs et les espèces détenues en banque. Pour estimer ce risque, il est nécessaire d'évaluer la probabilité de défaut de la contrepartie ainsi que la perte moyenne en cas de défaut. La probabilité de défaut dépend de la notation de l'entité. Le *Credit Quality Step* (CQS) est utilisé, il s'agit d'une échelle standardisée de qualité de crédit. Le ratio de SCR peut aussi être utilisé comme notation pour une contrepartie assureur.

---

3. Crédit italien dont les caractéristiques sont développées dans le Chapitre 2.

## 1.5 Futures révisions de Solvabilité II

Des travaux de révision de Solvabilité II ont démarré en 2019 et devraient entrer en vigueur en 2025-2026. Les mesures envisagées visent à rapprocher le régime Solvabilité II de ses objectifs d'appréhension des risques rencontrés par les assureurs au plus près de la réalité. Les trois objectifs de cette réforme, énoncés dans les avis de l'EIOPA sur la révision 2020 de Solvabilité II (EIOPA, 2020), sont de :

- mettre à jour le cadre réglementaire de manière plus équilibrée;
- refléter de façon plus juste la situation économique actuelle;
- faciliter la compréhension des outils mis à la disposition des assureurs, notamment la formule standard.

Une partie importante des futurs changements concerne les entités aux engagements sur le long terme, autrement dit les entités à l'activité d'assurance vie. Les propositions de cette réforme susceptibles d'impacter le portefeuille sont :

- la mise en place d'ajustements du risque de taux d'intérêt afin de refléter la baisse importante des taux d'intérêt enregistrée au cours des dernières années et l'existence de taux d'intérêt négatifs;
- l'application de critères quantitatifs clairs pour identifier les entreprises portant un faible risque, éligibles pour l'application des mesures de proportionnalité;
- une modification des facteurs de risques non-vie entrant dans le calcul du MCR;
- la mise en place d'ajustements proportionnés et adaptés lors du *reporting* réglementaire ainsi que l'ajout et la modification de certains états quantitatifs.

## Chapitre 2

# Contexte de l'étude

### 2.1 Présentation d'AFI ESCA IARD

AFI ESCA IARD est une société d'assurance anonyme française rattachée au groupe AFI ESCA et détenue par AFI ESCA Holding. La figure ci-dessous présente le groupe AFI ESCA, elle provient du SFCR de la compagnie de l'année 2020 (AFI ESCA IARD, 2020).

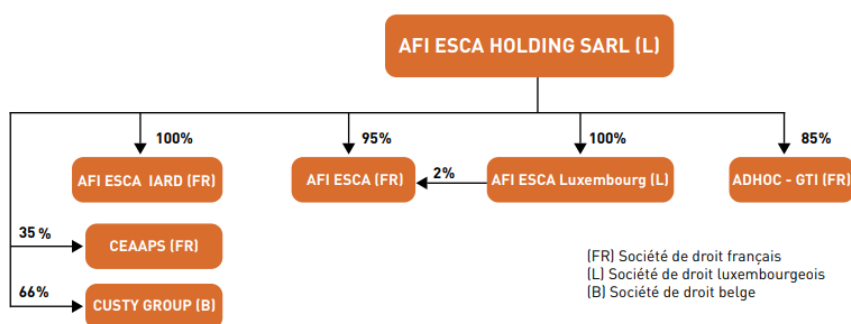


FIGURE 2.1 – Groupe AFI ESCA

La compagnie commercialise des contrats d'assurance non-vie dont les garanties sont principalement rattachées aux contrats d'assurance emprunteur de sa société sœur AFI ESCA. Elle possède une succursale italienne, au travers de laquelle elle commercialise des produits spécifiques au marché italien.

### 2.2 Les produits commercialisés

Détentrices des agréments 01, 02, 14, 16a et 16k, AFI ESCA IARD peut à ce titre proposer les garanties relevant des branches suivantes, d'après l'article R321-1 du Code des Assurances :

- accidents;
- maladies;
- crédit;
- risques d'emploi;
- autres pertes pécuniaires.

Ces garanties sont offertes en couverture de contrats d'assurance de prêt, de contrats d'assurance locataire ainsi que d'autres contrats d'assurance prévoyance.

### 2.2.1 L'assurance de prêt

Une assurance de prêt est un contrat souscrit pour couvrir un emprunt, afin de garantir le paiement des échéances du prêt dans le cas où l'emprunteur serait dans l'incapacité de rembourser l'intégralité du capital restant dû suite à la survenance d'un évènement aléatoire. Il s'agit d'une assurance temporaire, dont la durée est adossée sur celle du prêt.

En France, l'assurance emprunteur est un contrat facultatif sur le plan réglementaire, mais rendu obligatoire par les instituts de prêt qui conditionnent l'obtention d'un prêt par la signature d'un contrat d'assurance.

Mise en place en 2010, la loi Lagarde instaure l'obligation aux banques d'accorder aux emprunteurs une liberté de choix de leur organisme assureur. Cette loi a été suivie par les lois Hamon en 2014 et Bouquin en 2017 qui ont simplifié l'acte de résiliation des contrats d'assurance emprunteur. Ces réformes législatives successives ont permis au marché de la délégation d'assurance de se développer. C'est dans ce marché qu'AFI ESCA IARD s'insère.

En Italie, la souscription à une assurance n'est pas légalement imposée lors de la souscription d'un prêt ordinaire (à l'opposé par exemple d'un contrat CQS, développé ci-dessous), mais l'organisme prêteur peut l'exiger. Contrairement à leurs homologues français, les organismes de prêts italiens n'exigent pas systématiquement la souscription à un contrat d'assurance.

Sur les marchés français et italiens la compagnie propose des garanties :

- Incapacité Temporaire de Travail (ITT) : elle intervient dans le cas où l'assuré serait temporairement inapte à exercer son activité professionnelle ;
- perte d'emploi ou chômage : elle couvre l'assuré en cas de perte de revenus induite par un licenciement ;
- hospitalisation ou maladie grave : elle couvre l'assuré lorsqu'il est admis dans un organisme médical afin d'y recevoir des soins.

Le montant des indemnités versées dépend de la quotité<sup>1</sup> assurée et des échéances de prêt. Les prestations consistent à un remboursement des annuités lors de la période d'exercice de la garantie.

### 2.2.2 Les contrats d'assurance CQS

Les contrats *Cessione del Quinto di Stipendio* ou cession du cinquième de salaire (CQS), sont des crédits italiens conditionnés par un statut de salarié. Le nom du produit découle du plafonnement des mensualités du prêt à 20% du revenu de l'emprunteur, les échéances sont directement prélevées sur sa fiche de paie. Les prêts CQS sont garantis à taux fixe et à durée déterminée (OTTENWALTER, 2014) .

Les prêts CQS constituent une opportunité d'obtention d'un crédit pour des personnes ne remplissant pas les conditions plus strictes imposées par les instituts financiers pour les prêts classiques. Ils possèdent en contrepartie des contraintes importantes, puisque les produits CQS sont soumis à des règles spécifiques par la loi italienne. Ce marché est très réglementé et surveillé par les autorités italiennes.

Les règles liées au produit ont été instaurées par le décret présidentiel italien n°180/50 du 5 janvier 1950 (LÉGISLATION NATIONALE ITALIENNE, 1950) et ont depuis subi de nombreuses réformes. Aujourd'hui, les exigences réglementaires liées à ce produit sont :

---

1. La quotité représente la part du prêt couverte par l'assurance.

- une mensualité de prêt inférieure ou égale au cinquième du salaire de l'emprunteur;
- une durée de contrat de 2 à 10 ans;
- le rachat impossible du prêt avant les deux cinquièmes de la durée du contrat;
- la souscription obligatoire à une assurance de crédit.

Les contrats d'assurance CQS sont à prime unique et d'une durée liée à celle du prêt. Les risques à couvrir sont le décès de l'emprunteur et la rupture définitive du contrat de travail pour toutes causes.

La garantie couverte par la compagnie étudiée est la perte d'emploi. Sa tarification dépend :

- de l'ancienneté du salarié au sein de la société;
- du secteur d'activité de la société : public, parapublic ou privé;
- de la durée du crédit;
- du montant emprunté.

AFI ESCA IARD s'est lancé dans le marché de l'assurance de contrats CQS en 2018, après l'obtention de son agrément 14 l'autorisant à couvrir les risques de crédit. Le manque de données historiques de la compagnie sur ce risque a entraîné le choix d'une gestion de risque prudente. Les tarifs ont été élaborés par un courtier partenaire et le risque de l'activité est essentiellement porté par un réassureur. Cette politique de gestion de risque prudente est complétée par un suivi précis des indicateurs de sinistralité.

### 2.2.3 L'assurance locataire

Les contrats d'assurance locataire ou *VIVENDO* sont des contrats de prévoyance individuelle italiens, qui ont pour but de protéger les revenus du foyer. L'assurance locataire couvre les risques de la vie liés à la personne, apportant ainsi un support financier contre les aléas de la vie. Les événements pouvant être couverts auprès d'AFI ESCA IARD sont l'ITT et la perte d'emploi.

## 2.3 La réassurance

La taille de la société ne lui suffit pas pour mutualiser convenablement les risques souscrits, ni pour absorber les chocs auxquels elle est exposée. Par conséquent la stratégie choisie pour atténuer les risques d'assurance est de fortement réassurer les produits.

Plus précisément la compagnie possède trois traités de réassurance proportionnels :

- les garanties chômage de la France sont réassurées par un traité proportionnel en quote-part 90 % à la prime de risque qui inclut en complément une clause de participation aux bénéfices;
- l'ensemble des garanties des contrats italiens à l'exception de CQS sont réassurées par un traité proportionnel en quote-part 50 % à la prime de risque avec un versement de commissions à l'assureur;
- les garanties chômage des contrats CQS sont réassurées par un traité proportionnel en quote-part 87,5 % à la prime commerciale avec un versement de commissions à l'assureur.

## 2.4 Provisionnement non-vie

Une provision est un montant constitué pour faire face à des événements futurs incertains. En tant que compagnie commercialisant des produits d'assurance non-vie, AFI ESCA IARD doit mettre en place un stock de provisions spécifiques à ses activités. Les provisions caractéristiques à l'assurance non-vie se divisent en provisions pour primes et en provisions pour sinistres (PIAT, 2020) .

### 2.4.1 Provisions pour primes

La Provision pour Primes Non Acquises (PPNA) est une provision constituée pour comptabiliser la portion de la prime versée par l'assuré qui ne couvre pas le risque afférent à l'exercice comptable auquel le versement est attaché. C'est la part des primes versées couvrant le risque porté par les exercices comptables futurs.

Cette provision est calculée au prorata temporis pour la durée restante à courir jusqu'à la nouvelle échéance des primes dans le cas des contrats en prime périodique ou jusqu'à l'échéance du contrat dans le cas des contrats en prime unique de durée supérieure à un an comme une partie des produits italiens. La PPNA est calculée automatiquement pour chaque contrat dans le système de gestion de la compagnie et la provision des contrats ne rentrant pas dans le périmètre de ce système est évaluée manuellement.

### 2.4.2 Provisions pour sinistres

En assurance non-vie, il existe généralement un décalage entre l'estimation initiale du coût d'un sinistre et le coût final. Pour tenir compte de ce décalage, une provision est constituée à hauteur de l'estimation des dépenses futures liées au sinistre, cette provision est la Provision pour Sinistre à Payer (PSAP). Elle se décompose en :

- provision **dossier/dossier** : c'est la provision constituée afin de couvrir les règlements attendus pour un sinistre ;
- provision ***Incurred But Not Reported* ou sinistre tardif (IBNR)** : c'est la provision constituée pour couvrir l'aggravation ou déclaration tardive d'un sinistre.

La provision dossier/dossier des garanties chômage et ITT de l'ensemble des contrats se calcule au sein de la compagnie comme la somme des indemnités maximales auxquelles peut prétendre l'assuré après déduction des indemnités déjà versées. Cette approche fait preuve d'un provisionnement prudent, aucune probabilité de reprise de l'activité ou de cessation de l'arrêt de travail n'est anticipée dans le calcul.

Les provisions IBNR sont estimées par le service actuariat de manière prudente. La formule utilisée varie selon le produit considéré, la méthode consiste à provisionner un pourcentage du chiffre d'affaires en tenant compte pour certains produits des commissions et de la variation de PPNA.

## 2.5 Chiffres clés de la compagnie

Le chiffre d'affaires de la compagnie a atteint 2 570 K€ en 2020. Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif du portefeuille de passif de la compagnie.

	Nombre de contrats	Capital couvert	Primes perçues	PPNA
Contrats emprunteurs	1601	73 M€	186 K€	100 K€
Contrat CQS	2021	36 M€	877 K€	918 K€
Contrat Locataire	8864	192 M€	1 487 K€	1 320 K€
Autres contrats de prévoyance	141	14 M€	1 K€	87 K€
<b>Total</b>	<b>12627</b>	<b>315 M€</b>	<b>2 551 K€</b>	<b>2 425 K€</b>

FIGURE 2.2 – Présentation du portefeuille

Le volume important de PPNA est dû à la proportion élevée de contrats à prime unique; en 2020 ils constituaient 90 % des contrats assurés et 80 % du capital couvert. Les affaires italiennes se caractérisent essentiellement par la souscription en prime unique couvrant des risques longs, pouvant atteindre 20 années de couverture. Cette situation augmente l'incertitude de l'appréciation des résultats futurs.

Le portefeuille d'actifs de la compagnie est constitué en grande majorité d'obligations. Le choix des actifs investis entre dans le cadre d'une gestion prudente, afin d'assurer une certaine sécurité au portefeuille.

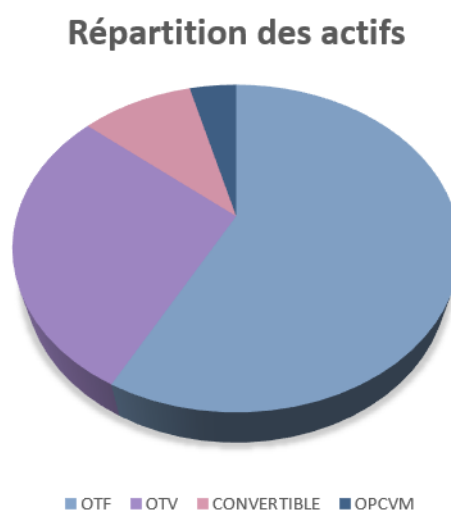


FIGURE 2.3 – Répartition des actifs du portefeuille au 31/12/2020

Le type d'obligation dominant est l'obligation à taux fixe (OTF), ce sont des instruments financiers dont la valeur des coupons<sup>2</sup> est déterminée à l'émission et reste fixe. Par opposition, les obligations à taux variable (OTV) versent des flux d'intérêts indexés sur un taux de référence. Les obligations convertibles sont des titres financiers qui peuvent être convertis en action de l'émetteur. Les organismes de placement collectif en valeurs mobilières (OPCVM) sont des fonds d'investissement, ils constituent des investissements sur divers produits de placement.

La gestion financière de ces actifs a permis d'obtenir un résultat financier de 221 k€.

2. Flux d'intérêt versé au détenteur d'une obligation.

### 2.5.1 Ratios de solvabilité

AFI ESCA IARD est une compagnie qui étant donné sa taille n'a pas d'obligation réglementaire à se soumettre au cadre de Solvabilité II. En effet, son seuil d'application est actuellement à 5 M€, soit un peu moins du double du chiffre d'affaire de la compagnie. Il a néanmoins été décidé qu'elle s'y soumette par incitation de l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR), par anticipation de ses développements futurs ainsi que pour faciliter la consolidation du *reporting* réglementaire du groupe.

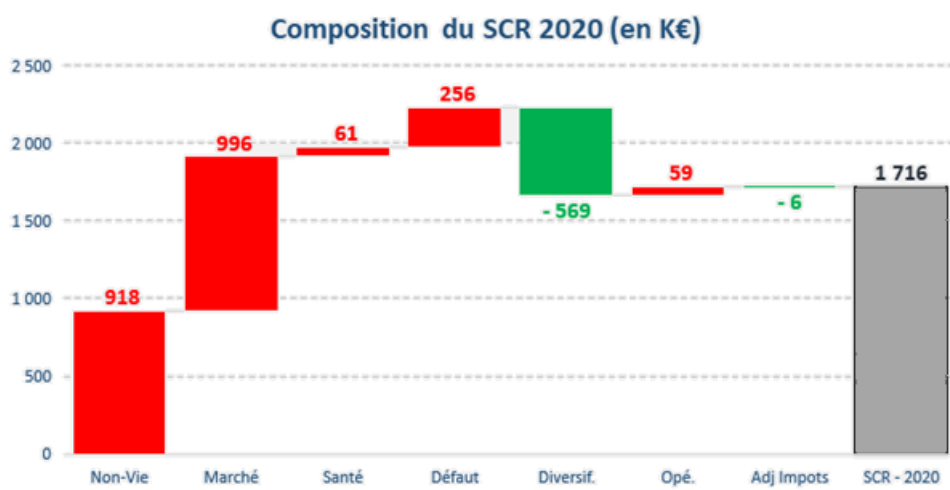


FIGURE 2.4 – Décomposition du SCR 2020

Les risques principaux auxquels la compagnie est confrontée sont les risques de souscription non-vie et de marché. Plus précisément, ce sont les sous-modules de spread et de concentration qui constituent les risques de marché les plus importants. Le sous-module de primes et réserves est le risque dominant des modules de risque de souscription.

Le tableau suivant présente l'évolution des indicateurs de solvabilité de l'entreprise de 2017 à 2020.

En K€	2017	2018	2019	2020
Fonds Propres Solvabilité 2	3 607	4 432	4 489	4 901
SCR	844	1 188	1 637	1 716
<b>Ratio de couverture du SCR</b>	<b>427%</b>	<b>373%</b>	<b>274%</b>	<b>286%</b>
MCR	2 500	3 700	3 700	3 700
<b>Ratio de couverture du MCR</b>	<b>144%</b>	<b>120%</b>	<b>121%</b>	<b>132%</b>

FIGURE 2.5 – Évolution des indicateurs de solvabilité sur 4 ans

Le SCR augmente au fil du temps plus rapidement que les fonds propres, conduisant à une baisse progressive de son ratio de couverture. Le MCR est constant sur les trois dernières années d'études car il est égal au seuil minimal imposé par la réglementation. Ce seuil a augmenté en 2018 en raison de la production de contrats d'assurance CQS.

AFI ESCA IARD présente un ratio de couverture du SCR presque trois fois suffisant pour faire face à une crise survenant une fois tous les deux cents ans malgré des paramètres de la formule standard peu adaptés à l'évaluation de ses risques.



## Chapitre 3

# Contraintes de la modélisation des risques Solvabilité II du portefeuille

### 3.1 Les contraintes de la formule standard

#### 3.1.1 Les contraintes générales de la formule standard

L'application d'une formule standard permet de normaliser les techniques de mesure de risque prudentes pour l'ensemble des compagnies européennes. Cependant, des mesures s'appliquant à un marché aussi diversifié ne peuvent tenir compte des spécificités de chaque compagnie, caractérisées par leur taille, les produits commercialisés, leur profil de risque. Il en résulte que le calibrage des chocs appliqués n'est pas toujours adéquat.

Il arrive que des hypothèses manquent de précision. La liste ci-dessous en fournit quelques exemples :

- le capital requis du module de spread est déterminé à partir des notations des titres détenus, or ces notations, bien que produites par des agences peuvent être remises en cause et ne tiennent pas compte du secteur d'activité de l'émetteur;
- le risque de défaut sur les titres souverains des pays de l'OCDE n'est pas pris en compte par la formule standard;
- la méthodologie d'agrégat des risques sous-modulaires et modulaires ne tient compte que de la dépendance linéaire entre chaque risque, un faible coefficient de corrélation linéaire peut pourtant cacher une dépendance non-linéaire forte;
- la formule standard regroupe parfois des risques différents, elle attribue par exemple le même facteur de risque du sous-module de primes et réserves aux garanties perte d'emploi, perte de permis de conduire ainsi qu'aux produits d'extension de garantie<sup>1</sup> ce qui semble inadapté à la diversité de ce groupe de risque.

La formule standard possède aussi des limitations découlant de la difficulté à :

- interpréter les spécifications techniques complexes demandant souvent à faire des choix conduisant à des résultats différents, ces choix devant pouvoir être justifiés à la fois auprès de l'ACPR et de contrôleurs fiscaux;
- mettre en place des formules complexes;
- interpréter les résultats obtenus : le bilan prudentiel étant valorisé en valeur de marché, il reflète donc la volatilité de ce dernier.

---

1. Regroupement au sein de la LoB pertes pécuniaires diverses.

### 3.1.2 Les contraintes de la formule standard pour AFI ESCA IARD

AFI ESCA IARD est une structure récente, de petite taille et à l'activité insuffisamment diversifiée. Elle s'éloigne ainsi de l'entreprise moyenne type, sur laquelle les calibrages de la formule standard ont été réalisés. Cela soulève certaines limites à l'application de la formule standard, dont deux exemples sont cités ci-dessous.

Le portefeuille de la compagnie est majoritairement constitué de contrats d'assurance de prêt. Or, la formule standard ne traite pas de façon appropriée la possibilité que de nombreuses garanties, présentes dans différents modules, peuvent être portées par le même assuré :

- la garantie décès dans le module souscription vie;
- les garanties d'arrêt de travail dans le module de souscription en santé;
- la garantie perte d'emploi dans le module de souscription en non-vie.

L'affectation de différentes garanties à une même tête n'est pas correctement reflétée par la méthode d'agrégation via la matrice de corrélation. L'approche reste prudente en considérant la possibilité d'un assuré d'avoir plusieurs sinistres.

Le calcul du SCR non-vie utilise une assiette de primes commerciales pour la mesure du risque de primes. Il s'agit d'une méthodologie défavorable pour la compagnie étudiée de par son taux de commission moyen établi à 63%, bien au-delà du contexte d'une entreprise moyenne. Il en résulte que le SCR de souscription non-vie est très élevé, et ce malgré des traités de réassurance aux taux de cession élevés. La prise en compte de ces traités de réassurance est par ailleurs insuffisante en suivant en appliquant les calculs recommandés par le règlement délégué.

Pour autant, la mise en place d'un modèle interne n'a pas été jugée nécessaire, celui-ci présentant aussi des risques spécifiques (risque de modèle, risque d'estimation, risque de simulation...) auxquels se rajoute le coût opérationnel de la mise en place d'un modèle interne. Une reproduction fine des risques encourus par un assureur demande des modélisations complexes. La compagnie considère que la formule standard est suffisante pour évaluer son profil de risque et mettre en œuvre les actions nécessaires pour la maîtrise de ces risques. De plus la formule standard est complétée par le dispositif de gestion des risques de la compagnie, qui supporte le traitement des risques plus spécifiques à la compagnie qui ne sont pas étudiés par la formule standard.

## 3.2 Les contraintes du modèle précédent

Le modèle construit dans le cadre de ce mémoire vient remplacer un modèle existant qui effectuait l'ensemble des calculs du pilier 1 et 2 de Solvabilité II. Le développement de cet outil a été l'objet d'un mémoire (DORNER, 2016) . Ce modèle, bien que construit pour s'adapter au mieux aux spécificités du portefeuille, ne convenait plus pour les raisons évoquées dans cette partie.

### 3.2.1 Les restrictions imposées par l'ancien modèle

#### La complexité des calculs de sinistralité

La détermination de la sinistralité dans le modèle précédent s'effectuait à partir d'hypothèses sur :

- les taux d'incidence pour l'entrée en ITT;
- la durée moyenne de maintien en ITT;
- les taux de résiliation.

Cette méthodologie est inadaptée pour une entité non-vie avec des données historiques limitées sur certains produits, mais aussi contraignante en termes de calculs. Le paramétrage des hypothèses entraînait une surestimation de la sinistralité ayant ainsi une incidence non négligeable sur les résultats Solvabilité II.

#### **Le manque de flexibilité du modèle**

Le début de l'activité d'assurance CQS a eu de nombreuses conséquences sur le portefeuille :

- l'acquisition d'un nouvel agrément ;
- la signature d'un nouveau traité de réassurance ;
- la nécessité d'un suivi continu de l'activité nouvelle...

L'ensemble de ces évolutions a demandé des adaptations de la modélisation du portefeuille et a mis en évidence le manque de flexibilité du modèle à l'ajout d'un nouveau produit. Le modèle a dû être adapté à posteriori pour tenir compte des caractéristiques du nouveau produit.

#### **Autres contraintes**

Le modèle précédent effectuait une modélisation complète des actifs. Cette modélisation était trop complexe et détaillée pour une entité à l'activité non-vie puisqu'il n'y a pas d'interaction entre l'actif et le passif en assurance non-vie.

Le paramétrage du passif devrait être revu pour être plus fidèle à la réalité. C'est le cas des paramètres de réassurance, qui ne tenaient pas compte d'une évolution du traité des produits italiens hors CQS qui accorde 30% de commission à l'assureur.

#### **3.2.2 Lignes directrices de la construction du nouveau modèle**

Le précédent modèle était peu adapté au profil non-vie de l'entreprise sur de nombreux aspects et manquait de souplesse à certains égards. La sensibilité du portefeuille aux paramètres et à la formule standard nécessite de pouvoir suivre son développement de façon précise à l'aide de tests de sensibilité. Ces tests de sensibilité doivent être faciles à mettre en place, d'où le besoin de flexibilité sur certains paramètres qui manquait à l'ancien modèle. Le nouveau modèle s'est construit avec une vision de dynamisme et de meilleure appréhension du risque.

Le calcul de la sinistralité dans le nouveau modèle s'effectue par une approche plus conventionnelle pour une activité non-vie, à l'aide de taux de sinistralité.

L'exercice de l'ajout du produit CQS a exposé la nécessité d'un modèle s'adaptant plus facilement aux futurs produits. Le nouvel outil a été conçu dans une optique de flexibilité pour simplifier la modélisation de nouveaux produits et l'ajout ou la modification de traités de réassurance.

## **Deuxième partie**

# **Construction d'un outil de calcul Solvabilité II pour un portefeuille de contrats d'assurance non-vie**

# Chapitre 4

## Principe de modélisation

L'outil présenté a été développé à l'aide du logiciel Excel 2019, du langage *Visual Basic for Applications* (VBA) et du logiciel R version 4.1.0. Le graphique ci-dessous présente les étapes importantes du fonctionnement de l'outil.

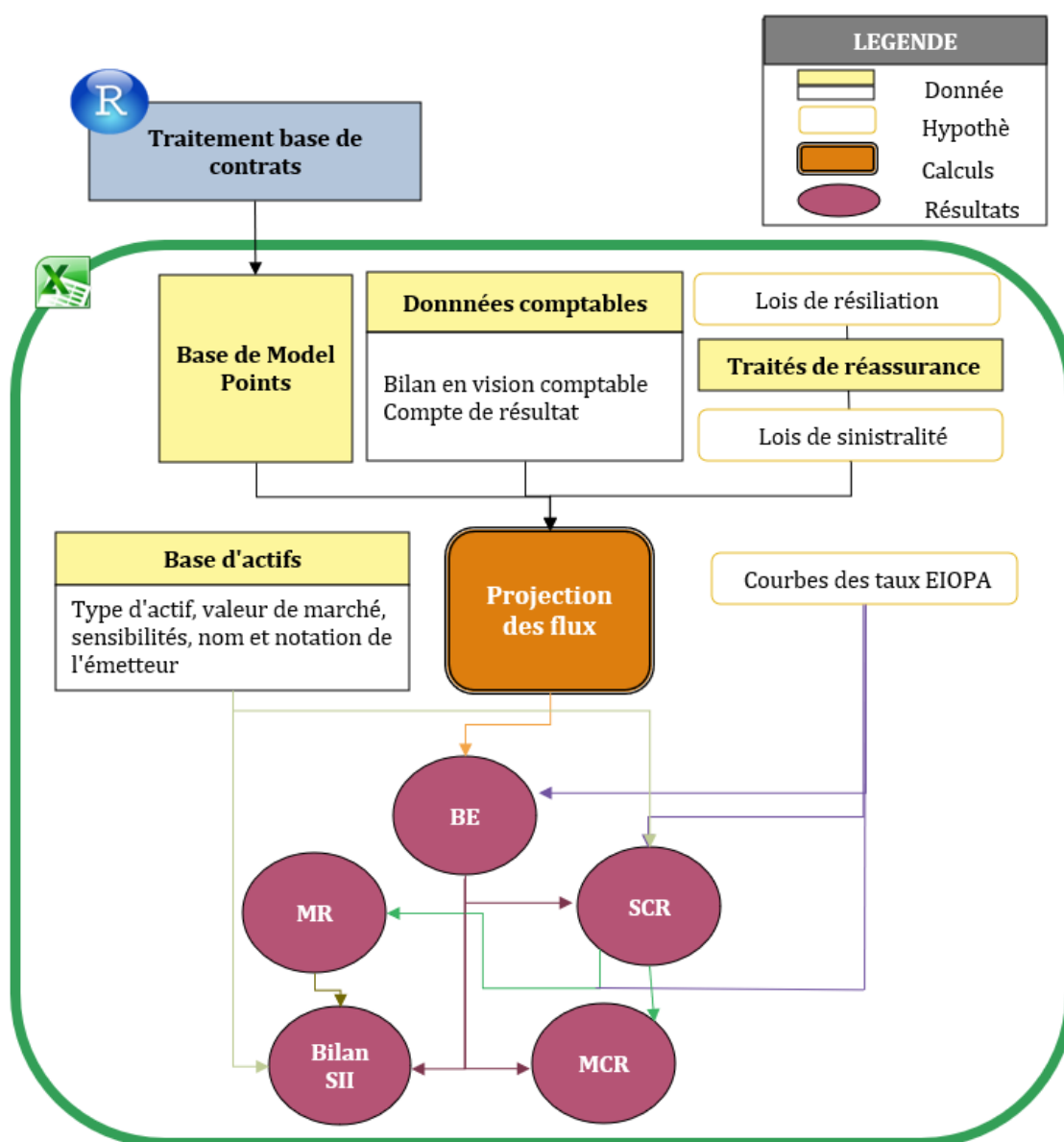


FIGURE 4.1 – Principe de fonctionnement du modèle

## 4.1 Présentation de la base de contrats

Les données de la base de contrats sont obtenues à partir de deux sources différentes :

- la majorité des contrats du portefeuille est enregistrée dans le système d'information d'AFI ESCA;
- une partie des contrats d'assurance italiens sont gérés par des prestataires externes.

Le logiciel de gestion de contrats utilisé en interne fournit des données d'une fiabilité élevée, de nombreux contrôles y sont effectués et la possibilité d'erreur humaine est limitée par la traçabilité et l'enregistrement des modifications des données. L'audit des résultats est donc simplifié.

Les données obtenues des prestataires externes sont sous la forme de documents Excel alimentés manuellement. Cela expose cette base de données à des erreurs humaines. Elle est contrôlée systématiquement à sa réception pour s'assurer de la cohérence entre les différentes variables, de la continuité avec les bases précédentes et de sa complétude. Les données ainsi obtenues ne représentent que 7% du capital couvert.

Les données du portefeuille sont rigoureusement contrôlées à différents niveaux, notamment lors de chaque arrêté trimestriel. Ces contrôles sont effectués par la direction, le service actuariat, le service comptable ainsi que par les réassureurs.

Le portefeuille est divisé en six familles de produits :

- les contrats d'assurance de prêt français;
- les contrats d'assurance de prêt italiens;
- les contrats d'assurance de prêt CQS;
- les produits de prévoyance Vivendo;
- les produits de prévoyance Futuro;
- les produits de prévoyance Protego.

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques du portefeuille par famille de produits.

Famille	Année d'effet	Durée restante annuelle	Capital couvert	Effectif	Prime 2020	PPNA 2020	Taux commission	Chargements
EMPRUNTEUR-FR	2 015	16	26 563 K€	440	121 K€	5 K€	25%	24%
CQS	2 020	9	36 069 K€	2 021	877 K€	918 K€	15%	28%
EMPRUNTEUR-IT	2 018	17	46 310 K€	1 159	65 K€	95 K€	46%	21%
FUTURO	2 017	11	13 766 K€	141	1 K€	87 K€	75%	15%
PROTEGO	2 020	18	172 K€	2	1 K€	0 K€	40%	5%
VIVENDO	2 019	5	192 276 K€	8 864	1 487 K€	1 320 K€	69%	8%
<b>TOTAL</b>	<b>2 018</b>	<b>9</b>	<b>315 155 K€</b>	<b>12 627</b>	<b>2 551 K€</b>	<b>2 425 K€</b>	<b>60%</b>	<b>12%</b>

FIGURE 4.2 – Présentation du portefeuille par famille de produits

Le portefeuille étudié est constitué de 12 627 lignes, chaque ligne correspondant à un couple unique de numéro de contrat et garantie. La production la plus importante de contrats est atteinte par le produit Vivendo, qui représente 70% des contrats de la base. Ce produit constitue aussi une majorité du capital couvert (61%), des primes perçues (58%) et de la PPNA comptabilisée (54%). Il s'établit avec le produit CQS, comme les deux produits principaux d'AFI ESCA IARD.

La base de données est relativement petite, cela donne un poids important à chaque contrat et réduit la possibilité de compensation entre les lignes en cas d'erreur. Le problème posé par la taille de la base est accentué par le choix de la subdiviser en famille de produits et LoB lors de la modélisation. Les effectifs par famille de produits n'étant pas uniformes, certaines sous-catégories se retrouvent lésées comme celle du produit Protego.

L'année d'effet moyenne par famille de produits la plus ancienne est 2015, elle correspond à celle du produit emprunteur français. L'année d'effet moyenne du portefeuille est 2018. Cet historique peu développé peut entacher la qualité de la modélisation, lorsque les hypothèses choisies

se basent sur cet historique limité.

Le graphique suivant présente la distribution de la durée résiduelle du portefeuille en années.

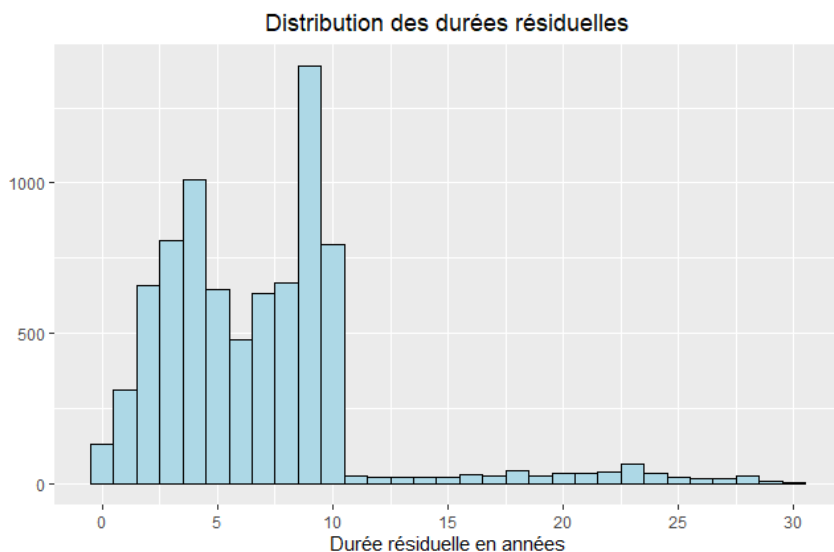


FIGURE 4.3 – Distribution des durées résiduelles des polices

La durée résiduelle médiane du portefeuille est de 6,5 années. Une minorité de contrats ont une durée de vie supérieure à 10 ans. L'ensemble du portefeuille sera éteint après 30 ans, cela coïncide avec l'horizon de projection du modèle.

Le taux de commission moyen global est élevé, en moyenne 60% des primes versées sont rétrocédées au courtier. Les produits Futuro et Vivendo sont les produits aux taux de commissions les plus élevés. La distribution des taux de commission avec une distinction entre les contrats à versement en prime unique et périodique est présenté dans l'histogramme qui suit.

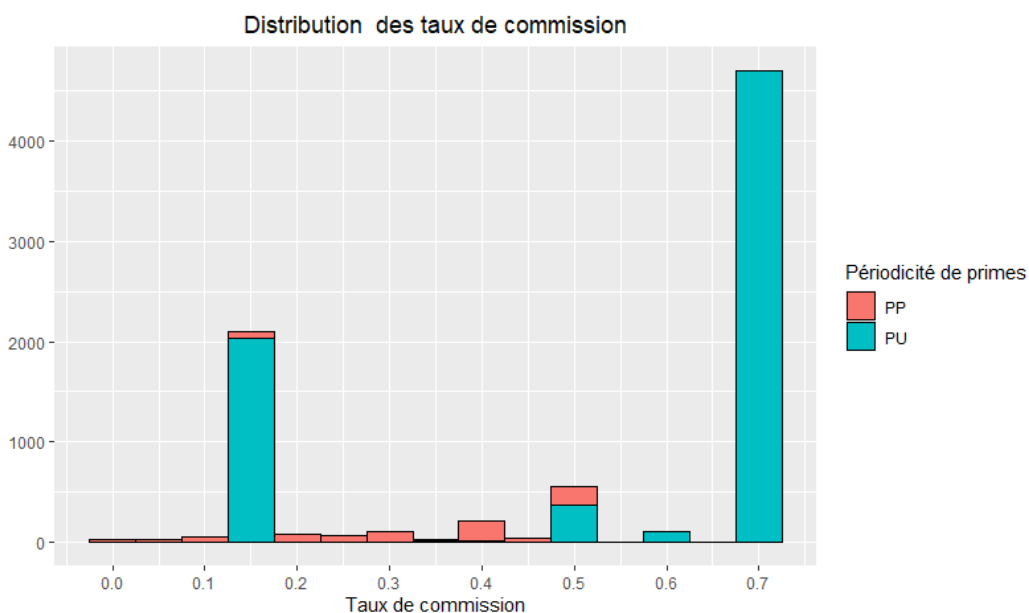


FIGURE 4.4 – Distribution des taux de commission

Les taux de commission des contrats en prime périodique sont plus hétérogènes que ceux des contrats en prime unique. Ces derniers ont aussi des taux de commissions plus importants.

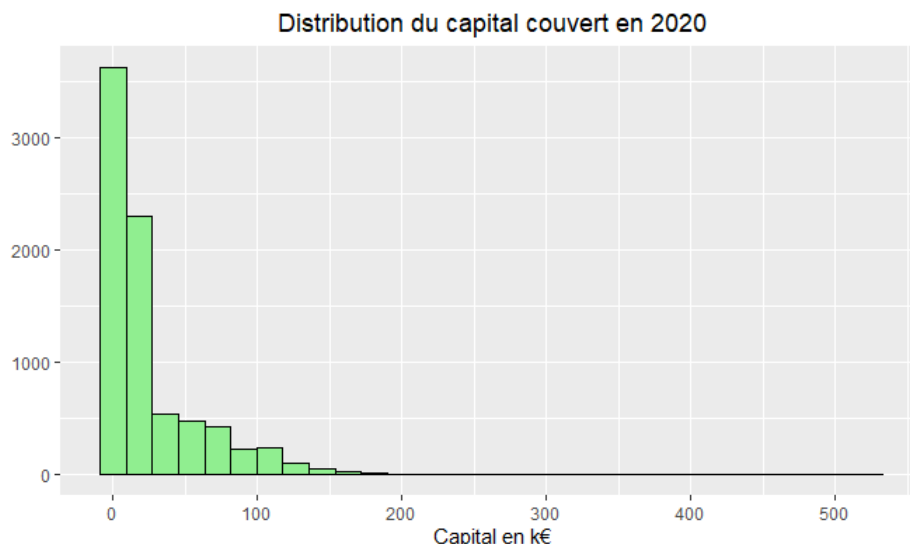


FIGURE 4.5 – Distribution des capitaux couverts en k€

Les capitaux couverts sont inversement proportionnels aux effectifs de contrats. La moitié des contrats ont un capital couvert en 2020 inférieur ou égal à 11 k€, tandis que le capital couvert moyen est de 27 k€. Il y a une minorité de contrats assurant des capitaux importants. Le capital couvert le plus élevé s'établit à 525 k€.

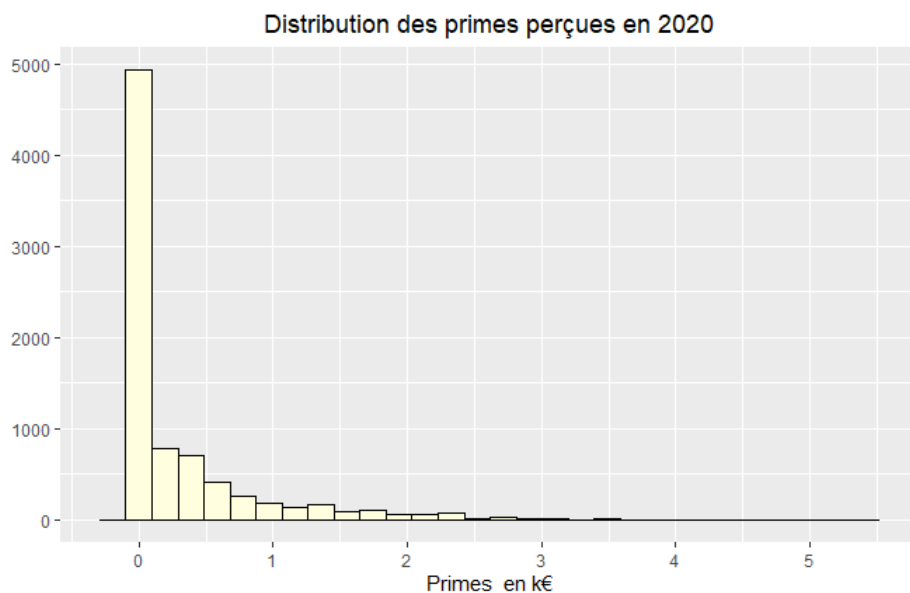


FIGURE 4.6 – Distribution des primes en k€

Plus de 50% des polices n'ont pas versé de primes en 2020. Les contrats ayant versé au moins une prime en 2020 ont versé un montant annuel compris entre 5 € et 5 k€ avec une moyenne de 0,7 k€.



## 4.2 Import de la base de contrats

La base de contrats représentant les engagements de la compagnie est obtenu après l'intervention de différents services qui effectuent des contrôles de données ainsi qu'une première projection des PPNA, primes et effectifs sur l'horizon de projection, elle tient compte des termes des contrats. Cette base est à nouveau retraitée avant d'être exploitée par l'outil développé. Ce traitement s'effectue à l'aide du logiciel R. Les données du portefeuille y sont :

- retraitées : pour harmoniser le format des variables et ne conserver que celles nécessaires aux calculs;
- contrôlées : afin d'identifier d'éventuelles anomalies;
- assignées à des segments : chaque ligne de la base est assignée un segment défini selon la famille du produit et de la branche de la garantie couverte;
- agrégées : la base est agrégée à partir de caractéristiques ayant un impact sur la projection telles que l'année de souscription, les garanties souscrites, la typologie des primes versées... Chaque ligne de la base correspond à un **Model point**. Cet agrégat accélère les calculs par la réduction de la quantité de données à traiter tout en conservant les données afférentes aux calculs de projection.

Une base de données agrégée, divisée en segments qui contiennent eux-mêmes différents *Model Points* est ainsi obtenue. Concrètement, ce ne sont pas les contrats individuels du portefeuille qui sont projetés mais des agrégations pertinentes à la projection. Les variables données pour chaque *Model Point* dans la base sont :

- le numéro et nom du segment;
- la famille du produit;
- le pays des contrats;
- la garantie couverte;
- la LoB du segment;
- le type de risque couvert (non-vie ou santé);
- le type de périodicité du versement des primes (unique ou périodique);
- l'année d'effet des contrats;
- la somme des capitaux couverts par agrégat;
- le nombre de contrats constituant le *Model Point*;
- l'âge moyen des assurés;
- la somme des primes uniques versées à l'ouverture des contrats;
- le taux de commission sur primes;
- le taux de frais;
- la projection des effectifs sur 30 ans, les diminutions d'effectifs sont dues ici uniquement aux contrats arrivés à terme;
- la projection des primes versées sur 30 ans : ce sont les versements des contrats à primes périodiques jusqu'à leur arrivée à terme;
- la projection des PPNA sur 30 ans : ce sont les primes à acquérir jusqu'à l'arrivée à terme du contrat.

## 4.3 Paramétrage des engagements

### 4.3.1 Hypothèses de sinistralité

L'estimation de la sinistralité générée par les contrats s'obtient à partir d'un *loss ratio* ou taux de sinistralité. Le *loss ratio* est un rapport du coût des sinistres et du montant des primes. Il est égal à :

$$S/P = \frac{\text{Coût Sinistre}}{\text{Primes Perçues}}$$

C'est un indicateur de la rentabilité financière d'un contrat pour l'assureur. Le coefficient doit être inférieur à 1 pour que le contrat soit rentable d'un point de vue technique.

Les taux de sinistralité sont attribués aux *Model Points* en fonction de leur segment et génération. Les taux ont été préalablement obtenus à l'aide des données historiques du portefeuille et d'analyse de marché. Lorsque l'historique d'un produit est insuffisant, le taux de sinistralité appliqué correspond à un taux de sinistralité cible. Les taux de sinistralité associés aux produits à l'historique faible ont une fiabilité moins élevée. La volatilité du ratio de perte peut cependant être atténuée à travers les traités de réassurance.

Le tableau ci-dessous présente un extrait des taux de sinistralité moyens par segment.

Segment	Famille de produit	LoB	S/P moyen
1	Assurance de prêt française	Pertes pécuniaires diverses	20%
2	Vivendo	Pertes pécuniaires diverses	60%
3	Vivendo	Pertes pécuniaires diverses	60%
4	Protego (contrat prévoyance italien)	Pertes pécuniaires diverses	50%
5	Protego (contrat prévoyance italien)	Protection de revenu	50%
6	Assurances de prêt italiennes	Pertes pécuniaires diverses	50%
7	Assurances de prêt italiennes	Protection de revenu	50%
8	Futuro (contrat prévoyance italien)	Protection de revenu	50%
9	CQS	Crédit et cautionnement	80%

TABLEAU 4.1 – Taux de sinistralité moyens par segment

Lors de la définition des taux de sinistralité, il est aussi important de définir l'assiette de prime à laquelle ils s'appliqueront :

- primes émises : il s'agit des montants dus à l'assureur au cours d'un exercice, indépendamment de la période de couverture des garanties liées à ces mêmes primes ;
- primes émises d'inventaire : il s'agit des primes émises diminuées des commissions sur primes ;
- primes émises pures : il s'agit des primes émises diminuées des commissions et chargements de la compagnie ;
- primes acquises : il s'agit des primes dont la période de couverture de la garantie porte sur l'exercice ;
- primes acquises d'inventaire : il s'agit des primes acquises diminuées des commissions sur primes ;
- primes acquises pures : il s'agit des primes acquises diminuées des commissions et chargements de la compagnie.

La bonne détermination de l'assiette de prime est importante pour le portefeuille de l'étude car il contient de nombreux contrats en prime unique et des taux de commissions pouvant être

très élevés. L'exemple ci-dessous illustre comment le choix de l'utilisation d'une assiette de prime émise peut être inapproprié dans le cas d'un contrat à versement en prime unique.

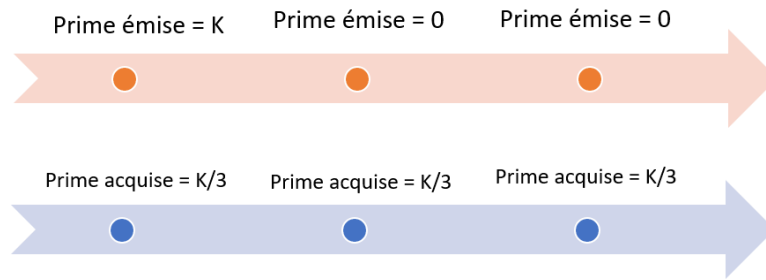


FIGURE 4.7 – Primes émises et acquises d'un contrat à prime unique K sur 3 ans

La prime émise ne représente pas le risque encouru par l'assureur durant l'exercice. Dans l'exemple ci-dessus, les deux dernières années du contrat ont une prime émise associée nulle, mais le risque porté par le contrat ne l'est pas.

### 4.3.2 Hypothèses des provisions pour sinistres

Les provisions (IBNR ou dossier/dossier) et règlements en  $j + i$  du sinistre dont l'année de survenance est  $i$  se calculent ainsi :

$$Provision_{i,0} = ChargeUltime_i \cdot QuotePartInitiale$$

$$Provision_{i,1} = ChargeUltime_i \cdot QuotePartInitiale \cdot TauxEcoulement_{0 \rightarrow 1}$$

...

$$Provision_{i,j} = ChargeUltime_i \cdot QuotePartInitiale \cdot TauxEcoulement_{0 \rightarrow 1} \dots TauxEcoulement_{j-1 \rightarrow j}$$

$$= ChargeUltime_i \cdot QuotePartInitiale \cdot TauxEcoulement_{0 \rightarrow j}$$

$$Règlement_{i,0} = ChargeUltime_i \cdot QuotePartInitiale$$

$$Règlement_{i,j} = Provision_{i,j} - Provision_{i,j-1}$$

Avec :

- *QuotePartInitiale* la part de la charge ultime directement allouée;
- *TauxEcoulement<sub>a→b</sub>* la part de la provision de l'année  $a$  qui est encore provisionnée en année  $b$ .

Les provisions IBNR et dossier/dossier présentes dans le compte de résultat de l'année initiale de projection représentent des sinistres antérieurs et doivent être transformées en règlements au cours de la projection. Elles donneront lieu à des provisions et règlements dits antérieurs. Le paramétrage mis en place permet de déterminer le nombre d'années durant lesquelles elles seront écoulées et la cadence de cet écoulement.

Le paramétrage des hypothèses liées aux provisions de sinistres est effectué pour chacun des segments. Un unique scénario a cependant été retenu pour l'ensemble du portefeuille.

### 4.3.3 Hypothèses de résiliation

Les sorties liées à une résiliation du contrat sont estimées à l'aide de taux de résiliation. Les taux de résiliation sont définis par ancienneté. Un nouveau taux de résiliation est donc attribué au *Model Point* chaque année de projection. Ces taux sont obtenus à l'aide de données historiques et présentent la même limite que les ratios de sinistralité concernant la fiabilité des hypothèses sur les produits récemment commercialisés.

Segment	Famille produit	LoB	Taux de résiliation moyen
1	Assurance de prêt française	Pertes pécuniaires diverses	2,00%
2	Vivendo	Pertes pécuniaires diverses	0,72%
3	Vivendo	Protection de revenu	0,72%
4	Protego (prévoyance italien)	Pertes pécuniaires diverses	0,72%
5	Protego (prévoyance italien)	Protection de revenu	0,72%
6	Assurances de prêt italiennes	Pertes pécuniaires diverses	3,77%
7	Assurances de prêt italiennes	Protection de revenu	3,77%
8	Futuro (prévoyance italien)	Protection de revenu	1,00%
9	CQS	Crédit et cautionnement	2,35%

TABLEAU 4.2 – Taux de résiliation moyens par segment

La résiliation d'un contrat à versement en prime unique entraîne le versement à l'assuré de la part de la prime unique dont la période de garantie couverte est postérieure à la date de la résiliation du contrat, y compris la commission associée. Ce montant de commission est parallèlement remboursé à l'assureur par les courtiers. Ces flux sont représentés dans le schéma ci-dessous.

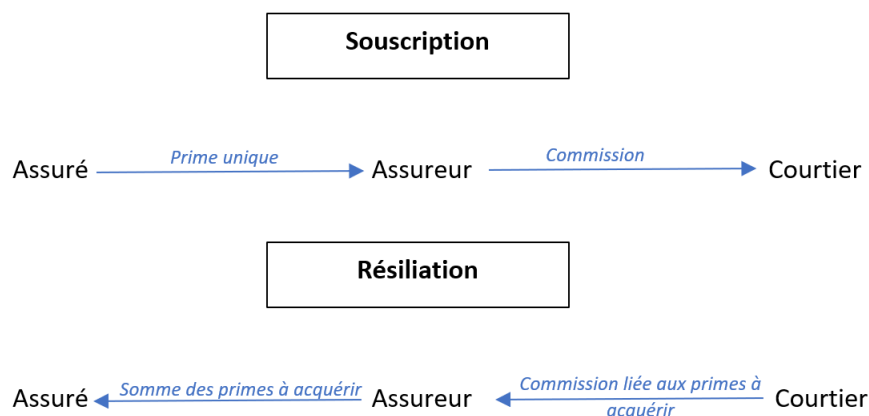


FIGURE 4.8 – Flux générés par la souscription et résiliation d'un contrat à versement en prime unique

### 4.3.4 Paramétrage des frais et commissions

Les frais généraux de la projection sont paramétrés à partir des frais de l'année de début de projection. Ils évoluent en fonction de l'inflation cumulée et du nombre de contrats. Un coût unitaire de frais est calculé et utilisé pour approximer les frais généraux au cours de la projection. Seuls les frais d'acquisition sont exclus de ce calcul car l'acquisition de nouveaux contrats ne sera pas simulée.

$$CUFrais = \frac{TotalFrais_N}{EffectifTotal}$$

Les contrats d'AFI ESCA IARD sont commercialisés par des courtiers d'assurance. Leur rémunération s'effectue sous la forme de commissions intégrées à la prime versée par l'assuré. Le montant des commissions est ensuite rétrocédé au courtier par l'assureur. Les commissions sont modélisées conformément à l'application des clauses contractuelles conclues avec les courtiers. Les taux utilisés sont des taux par *Model Point*.

Lorsque les risques et profits d'un contrat sont partagés entre plusieurs compagnies d'assurance, l'assureur principal est appelé assureur apériteur. AFI ESCA IARD couvre les garanties accessoires des contrats d'AFI ESCA, ce dernier est donc l'assureur apériteur des contrats et reçoit à ce titre une commission d'apérition. Elle est déterminée à partir d'un taux de commission d'apérition, qui a été fixé à 20 % pour l'ensemble du portefeuille. Ce taux est déterminé par la Direction sur la base d'études réalisées par le service Contrôle de Gestion.

#### 4.3.5 Paramétrage de la réassurance

La compagnie possède trois traités de réassurance proportionnelle :

- le contrat emprunteur français est couvert par une réassurance en quote-part avec un taux de cession de 90% et un taux de participation aux bénéfices de 70% ;
- les contrats italiens autres que les polices CQS sont réassurés en quote-part à 50% avec un taux de commission de réassurance de 15% ;
- le produit CQS a une couverture en quote-part dont le taux de cession dépend de la génération de l'assuré, le taux de cession moyen est de 88% avec un taux de commission de réassurance à 30%.

Les primes et prestations sont cédées selon un unique taux de cession, ainsi que les provisions de sinistres. Les provisions pour primes ne sont cédées que pour le produit CQS.

L'assiette de cession de primes en réassurance est paramétrée par segment.

Segment	Famille produit	LoB	Assiette de prime
1	Assurance de prêt française	Pertes pécuniaires diverses	Primes émises pures
2	Vivendo	Pertes pécuniaires diverses	Primes acquises pures
3	Vivendo	Protection de revenu	Primes acquises pures
4	Protego (prévoyance italien)	Pertes pécuniaires diverses	Primes émises pures
5	Protego (prévoyance italien)	Protection de revenu	Primes émises pures
6	Assurances de prêt italiennes	Pertes pécuniaires diverses	Primes émises pures
7	Assurances de prêt italiennes	Protection de revenu	Primes émises pures
8	Futuro (prévoyance italien)	Protection de revenu	Primes acquises pures
9	CQS	Crédit et cautionnement	Primes émises

TABLEAU 4.3 – Assiette de prime de réassurance par segment

## Chapitre 5

# Projection du portefeuille et exploitation des résultats

La projection du portefeuille est l'étape suivant l'import des données et le remplissage des hypothèses et paramètres de modélisation.

### 5.1 Étapes de la projection

La projection des flux du portefeuille s'effectue entièrement en VBA. Les calculs s'effectuent à l'aide de boucles imbriquées :

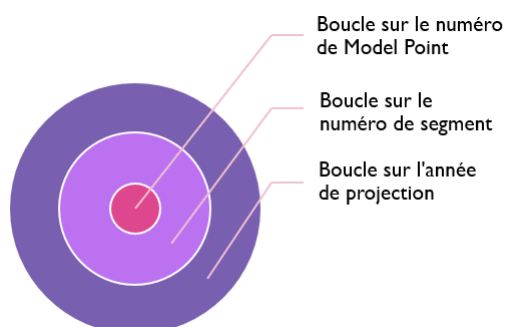


FIGURE 5.1 – Boucles imbriquées de la projection

Pour chacun des *Model Points* les calculs suivants sont réalisés :

1. application de la résiliation;
2. détermination de la sinistralité et des provisions;
3. calcul des frais;
4. calcul de la réassurance.

Ces calculs sont appliqués aux *Model Points* de chaque segment pour chaque année projetée. Les formules des sections détaillant les calculs effectués lors de la projection (sections 5.2 à 5.5) s'appliquent à un *Model Point*, et donc un segment fixe.

## 5.2 Application de la résiliation

Le taux de résiliation est paramétré par ancienneté et donc déterminé pour chaque année projetée. Il est utilisé pour obtenir le taux de résiliation cumulé, c'est le taux qui tient compte des résiliations des années précédentes.

$$\text{TauxCumulé}_n = \begin{cases} \text{Taux}_n & \text{si } n = 1 \\ 1 - (1 - \text{Taux}_n) \cdot (1 - \text{Tauxcumulé}_{n-1}) & \text{si } n \geq 2 \end{cases}$$

Avec :

- $\text{Taux}_n$  le taux de résiliation attribué l'année projetée  $n$  au *Model Point*.

Le taux de résiliation cumulé est ensuite utilisé pour déterminer l'influence des résiliations sur les différentes primes, les effectifs et la PPNA par la relation :

$$\text{Variable chutee}_n = \text{Variable}_n \cdot (1 - \text{Tauxcumulé}_n)$$

La prime remboursée est calculée à partir du taux de rachat annuel et déduite des primes. La commission remboursée est calculée à partir de la prime remboursée et ajoutée aux primes.

## 5.3 Détermination de la sinistralité

La charge ultime représente le coût final des sinistres. La charge ultime de l'année projetée  $n$  est calculée ainsi :

$$\text{Charge ultime}_n = S/P \cdot \text{PrimesPerçuesChutées}_n$$

Avec :

- $S/P$  le taux de sinistralité du *Model Point* défini selon sa génération et son segment ;
- $\text{PrimesPerçuesChutées}_n$  la prime déterminée selon l'assiette paramétrée à partir du segment du *Model Point*.

Une fois la charge ultime déterminée, elle est répartie en règlements, provisions dossier/ dossier et IBNR. Les provisions constituées sont ensuite écoulées en règlements sur un nombre d'années et selon une cadence définis par le segment du *Model Point*.

Pour une année projetée  $n$  :

$$\text{Provision}_n = \sum_{i+j \leq n, j < M} \text{Provision}_{i,j} + \text{ProvisionAntérieure}_{i,j}$$

$$\text{Règlement}_n = \sum_{i+j \leq n, j < M} \text{Règlement}_{i,j} + \text{RèglementAntérieur}_{i,j}$$

Avec :

- $\text{Provision}_n$  la provision (IBNR et dossier/dossier) de l'année  $n$  ;
- $\text{Règlement}_n$  la somme des prestations versées l'année  $n$  ;
- $\text{Provision}_{i,j}$  et  $\text{Règlement}_{i,j}$  les provisions pour sinistres et règlements en  $j + i$  du sinistre dont l'année de survenance est  $i$
- $M$  la durée en année d'écoulement des provisions.

## 5.4 Calcul des frais

Les frais se calculent ainsi :

$$Frais_n = CU\text{Frais} \cdot Effectif\text{Chuté}_n \cdot (1 + Inflation\text{Cumulée}_n)$$

Avec :

- $CU\text{Frais}$  le montant des frais lié à un contrat d'un segment donné;
- $Effectif\text{Chuté}_n$  l'effectif du *Model Point* l'année projetée n après application des taux de résiliation;
- $Inflation\text{Cumulée}_n$  la valeur de l'inflation l'année projetée n tenant compte de l'inflation des années projetées précédentes.

La commission d'apérition se calcule comme :

$$Commissions_n = Primes\text{Chutées}_n \cdot \frac{Taux\text{Apérition}}{1 + Taux\text{Apérition}}$$

Avec :

- $Primes\text{Chutées}_n$  les primes acquises d'inventaire après application des sorties en résiliation de l'année projetée n.

## 5.5 Calcul de réassurance

Le portefeuille possède des traités de réassurance proportionnels en quote-part. Cela signifie que l'assureur cède un pourcentage déterminé de ses primes et prestations.

$$Primes\text{cédées}_n = Q/P * Primes_n$$

$$Prestations\text{cédées}_n = Q/P * Prestations_n$$

Avec :

- $Q/P$  le taux de quote part du traité appliqué à la génération du *Model Point*;
- $Primes_n$  l'assiette de prime à laquelle s'applique la cession.

Le réassureur peut contribuer aux frais de gestion des contrats ainsi que partager ses gains avec l'assureur par un mécanisme de participation aux bénéfices ou de commission de réassurance.

La commission cédée par le réassureur est égale à :

$$Commission\text{Réassurance}_n = Primes\text{cédées}_n * Taux\text{Commission}\text{Réassurance}$$

Le calcul de la participation aux bénéfices s'effectue grâce à un compte de réassurance qui détermine le solde de réassurance :

$$PB_n = Taux\text{Participation} \cdot Solde\text{Réassureur}_n$$

$$Solde\text{Réassureur}_n = Primes\text{Cédées}_n \cdot (1 - Taux\text{Frais}) - Prestations\text{Cédées}_n - \Delta\text{Provisions}\text{Cédées}_n$$

Avec :

- $Taux\text{de participation}$  et  $Taux\text{de frais}$  des paramètres déterminés dans le traité de réassurance;
- $\Delta\text{Provisions}\text{Cédées}_n$  la différence des provisions cédées entre l'année n et n-1.



## 5.6 Exploitation des résultats

Les résultats de la projection du portefeuille sont agrégés pour chaque segment et exportés dans le document Excel. Les variables en sortie de la projection sont exportées par segment et pour chaque année projetée. Ces variables sont :

- les primes calculées pour chaque assiette de primes, les primes cédées et leur décomposition en primes uniques et périodiques;
- la PPNA, sa décomposition en contrats à prime unique et périodique ainsi que sa part cédée;
- la commission d'apéritif et la commission sur prime décomposées en contrats à prime unique et périodique;
- les prestations liées aux sinistres futurs et celles liées aux sinistres antérieurs;
- les provisions de sinistre ainsi que les provisions de sinistres cédées;
- les frais;
- l'effectif avant et après les résiliations;
- la commission de réassurance et la participation aux bénéfices;
- le taux de cession de primes moyen.

Ces résultats constitueront la base des calculs Solvabilité II. La projection des flux sera utilisée pour effectuer les calculs de BE, SCR, MCR, profits futurs ainsi que le calcul de la marge pour risque.

## 5.7 Calcul du Best Estimate

Le BE inscrit au passif du bilan prudentiel est calculé brut de réassurance, cependant il est aussi nécessaire de calculer le BE cédé en réassurance, celui-ci étant inscrit à l'actif du bilan prudentiel. Le BE net de réassurance se déduit des deux précédents et est nécessaire pour une partie des calculs de SCR.

Le BE brut de réassurance se calcule ainsi :

$$BE\ Brut = \sum_{n=1}^{30} \frac{Prestations_n + Commissions_n + Frais_n - Primes_n}{[1 + r_n]^n}$$

Avec :

- $Prestations_n$  la somme des prestations liées aux sinistres futurs et antérieurs;
- $Commissions_n$  la somme des commissions d'apéritif et d'acquisition;
- $Frais_n$  la somme des frais;
- $Primes_n$  la prime versée par l'assuré;
- $r_n$  le taux spot sans risque de l'année N+t où N est l'année de début de projection.

Le BE cédé en réassurance se calcule ainsi :

$$BE\ Cédé = \sum_{n=1}^{30} \frac{PrestationsCédées_n + CommissionsRéassurance_n + PB_n - PrimesCédées_n}{[1 + r_n]^n}$$

Le BE net de réassurance se calcul ainsi :

$$BE\ Net = BE\ Brut - BE\ Cédé$$

Le BE est calculé pour chaque segment, ils sont ensuite sommés pour obtenir le BE par :

- pays;

- branche d'activité (non-vie et santé NSLT);
- LoB;
- périodicité de versement des primes (unique et périodique);
- global du portefeuille.

## 5.8 Calcul des profits futurs

L'estimation des futurs profits du portefeuille d'assurance est une étape importante pour évaluer la rentabilité du portefeuille et des produits qui le constituent.

Le premier consiste à calculer la différence entre les provisions enregistrées au bilan comptable et celles enregistrées au bilan économique. Les montants effectivement provisionnés sont comparés à l'estimation des engagements en vision économique. La différence entre ces deux provisions s'apparente ainsi à une valorisation du stock du portefeuille.

$$\text{Valeurdustock} = \text{ProvisionsComptables} - \text{BE}$$

Le deuxième consiste à actualiser le résultat estimé pour chaque année projetée, c'est la *Present Value of Future Profits* ou valeur actuelle des profits futurs (PVFP).

$$\text{PVFP} = \sum_{n=1}^{30} \frac{\text{Résultat}_n}{[1 + r_n]^n}$$

Avec :

- $\text{Résultat}_n$  le résultat de l'année projetée n;
- $r_n$  le taux spot sans risque de l'année N+t où N est l'année de début de projection.

Ces indicateurs peuvent être considérés bruts ou nets de réassurance.

## 5.9 Calcul du SCR

Cette partie présentera l'application des principaux calculs de la formule standard des risques modulaires et sous-modulaires du portefeuille de l'étude.

### 5.9.1 SCR de souscription

#### Risque de primes et réserves

La mesure de volume du risque de prime est égale à :

$$\text{Volume}_{\text{primes}} = \max(P; P_{\text{last}}) + \text{FP}_{\text{existing}} + \text{FP}_{\text{future}}$$

Avec :

- P l'estimation des primes à acquérir au cours des 12 prochains mois;
- $P_{\text{last}}$  le montant des primes acquises au cours des 12 derniers mois;
- $\text{FP}_{\text{existing}}$  la valeur actuelle attendue des primes à acquérir après les 12 prochains mois;
- $\text{FP}_{\text{future}}$  la valeur actuelle attendue des primes à acquérir pour les contrats dont la date de comptabilisation survient dans les 12 prochains mois. Elle exclut les primes à acquérir au cours des 12 mois qui suivent cette date initiale.

La mesure de volume du risque de réserve est ici égale au BE de sinistre. Il correspond aux flux actualisés des estimations de prestations liées aux sinistres survenus avant la date de projection. Ce sont les flux résultants de l'écoulement des provisions de sinistres, ils permettent donc de mesurer l'exposition au risque de réserve encouru par l'assureur.

Les mesures de volume doivent tenir compte de la part du risque cédé en réassurance. La mesure de volume brute et cédée en réassurance est calculée, puis on en déduit la mesure de volume nette de réassurance. Les spécifications techniques imposent un calcul de la mesure du volume cédée similaire à la mesure de volume brute, en remplaçant chacun des termes par leur équivalent cédé.

Cette formule possède des limites car elle demande l'utilisation d'une assiette de primes acquises cédées pour déterminer la mesure de volume cédée. Cependant, dans les faits ce sont les primes pures qui sont cédées pour la majorité des produits, les effets de la réassurance sont mal estimés ce qui engendre une surestimation du SCR.

Pour obtenir une mesure de volume plus représentative de la réalité des risques auxquels est confrontée l'entreprise, le calcul du volume cédé dans l'outil développé s'effectue en appliquant les taux de cession à la mesure de volume brute. Des tests de sensibilité seront réalisés dans le chapitre 9 pour clarifier les implications de ce choix.

Les coefficients de volatilité sont déterminés par LoB, ils sont présentés dans le tableau ci-dessous.

LOB	$\sigma_{Prime}$	$\sigma_{Reserve}$
Crédit et cautionnement	12,00%	19,00%
Pertes pécuniaires diverses	13,00%	20,00%
Protection de revenu	8,50%	14,00%

FIGURE 5.2 – Coefficients de volatilité du risque de primes et réserves

La LoB pertes pécuniaires diverses possède le poids règlementaire le plus important concernant le risque de primes et réserves.

### Risque de résiliation

Une nouvelle projection du portefeuille est nécessaire pour quantifier l'impact d'un choc de résiliation, après la modification du taux de résiliation appliqué la première année de projection pour le fixer à 40%. Un BE choqué est déterminé à partir des flux obtenus.

Les exigences de capital pour le risque de résiliation sont calculées pour chaque segment puis agrégées par branche d'activité, on obtient ainsi simultanément la valeur du SCR de résiliation pour les engagements non-vie et pour les engagements de santé. Pour chaque segment  $s$  le SCR se calcule ainsi :

$$SCR_{Résiliation_s} = \max(BE_{choqué_s} - BE_{central_s}; 0)$$

Le BE du calcul tient compte de la réassurance.

### Risque de catastrophe de la branche non-vie

L'exigence de capital liée au risque de catastrophe de la branche crédit et caution est égale à :

$$SCR_{crédit} = \sqrt{SCR_{défaut}^2 + SCR_{récession}^2}$$

$$SCR_{défaut} = Exposition_{max1} \cdot P_1 + Exposition_{max2} \cdot P_2$$

Avec :

- $Exposition_{max1}$  et  $Exposition_{max2}$  les montants, après atténuation du risque en réassurance, des deux capitaux les plus importants couverts par un contrat d'assurance crédit ou caution;
- $P_1$  et  $P_2$  les proportions de dommages en cas de scénario catastrophe pour les deux plus grandes expositions.

L'exigence de fonds propres pour le risque de récession est égale aux primes acquises au cours des 12 derniers mois diminuées de l'atténuation du risque par mécanisme de réassurance.

L'exigence de capital liée aux autres risques non-vie est calculée comme le montant des primes à acquérir durant les 12 mois suivants le début de la projection.

### Risque de catastrophe de la branche santé

L'exigence de capital du risque de catastrophe se calcule par garantie pour les risques de masse et de concentration. Les garanties couvertes par le portefeuille sont :

- décès accidentel;
- invalidité permanente;
- invalidité 12 mois.

Soit  $g$  les garanties couvertes :

$$SCR_{CATMasse} = r \cdot \sum_g x_g \cdot E(g)$$

$$SCR_{CATConcentration} = \sum_g C_g \cdot x_g \cdot E(g)$$

Avec :

- $r$  le taux de personnes affectées par l'accident;
- $x_g$  la proportion de personnes touchées indemnisées pour la garantie  $g$ ;
- $E(g)$  l'exposition globale de la garantie  $g$ ;
- $C_g$  le nombre de personnes couvertes par la garantie.

La charge du risque de pandémie se calcule ainsi :

$$SCR_{CATPandemie} = 0.075\% \cdot \sum_i E(i)$$

Avec :

- $E(i)$  l'exposition de chaque individu  $i$  en cas d'invalidité permanente totale.

## 5.9.2 SCR de marché

### Risque de taux

L'exigence de capital pour le risque de taux s'obtient en appliquant un scénario de hausse de la courbe des taux et un scénario de baisse de la courbe des taux et en retenant celui qui génère l'exigence de capital la plus élevée. Les taux obtenus des scénarios de hausse et de baisse de la courbe des taux sont fournis par l'EIOPA. Le calcul du capital du risque de taux nécessite de déterminer les conséquences de l'application des chocs sur les postes du bilan.

Au passif, le BE est calculé en actualisant les flux futurs avec les taux sans risque des scénarios choqués. À l'actif, la valeur de marché des instruments dont la valorisation repose sur la courbe des taux est calculée à partir de leur sensibilité à la courbe des taux après l'application des chocs.

$$VM_{actif_{choquée}} = VM_{actif_{central}} \cdot (1 + S \cdot \Delta r)$$

Avec :

- $VM_{actif_{central}}$  la valeur de marché de l'actif avant l'application du choc;
- $S$  la sensibilité de l'actif, elle correspond à la variation du cours d'un actif lorsque la courbe des taux varie d'1 %;
- $\Delta r$  la différence entre la courbe des taux centrale et choquée à la date égale à la durée<sup>1</sup> de l'actif.

### Risque de concentration

Le calcul du risque de concentration nécessite d'identifier dans un premier temps l'ensemble des contreparties portant le risque. L'entité considérée ici est l'émetteur des titres financiers. Lorsque cet émetteur appartient à un groupe, la société mère de ce groupe est la contrepartie.

Les sommes exposées liées à chaque entité sont ensuite déterminées, ce sont ici les valeurs de marché des titres détenus auprès de la contrepartie.

Le risque de concentration associé à chaque entité est égal à :

$$Concentration = XS \cdot g$$

Avec :

- $XS$  le niveau de surexposition à l'entité;
- $g$  le facteur de risque associé à l'entité, il est déterminé à partir de sa notation *Credit Quality Step* (CQS)<sup>2</sup> ou de son ratio de solvabilité lorsque la contrepartie est une compagnie assurance.

$$XS = \max\left(0; \frac{E}{Actif} - CT\right)$$

Avec :

- $E$  l'exposition nette au risque de défaut de l'entité;
- $Actif$  la somme des valeurs de marché des actifs concernés par le risque de concentration
- $CT$  le seuil de concentration au-delà duquel la compagnie surexposée est considérée, il dépend de la notation de la contrepartie.

### Risque de spread

Le besoin en capital du risque de spread se calcule en identifiant les actifs soumis à ce risque, puis en leur attribuant un choc déterminé selon leur notation et leur sensibilité à l'évolution des spreads de crédit.

Le risque de spread est constitué de trois composantes :

$$SCR_{spread} = SCR_{obligations} + SCR_{titrisations} + SCR_{dérivés}$$

Avec :

- $SCR_{obligations}$  l'exigence de capital du risque de spread des obligations, prêts, comptes et dépôts à termes;
- $SCR_{titrisations}$  l'exigence de capital du risque de titres issus de titrisations;

1. La durée d'un actif est la durée de vie moyenne de ses flux financiers pondérée par leur valeur actualisée

2. Norme de notation de titres

- $SCR_{dérivés}$  l'exigence de capital du risque de spread de produits dérivés de crédit.

Le risque de spread est réduit ici au risque porté par les obligations, étant donné la simplicité du portefeuille d'actifs.

$$SCR_{obligations} = \sum_i VM_i \cdot F(creditqualitystep_i, duration_i)$$

Avec :

- $VM_i$  la valeur de marché de l'obligation;
- $duration_i$  la sensibilité crédit de l'obligation;
- $F(.,.)$  la fonction qui associe à un couple de notation et duration une valeur de choc.

### Risques action et immobilier

Les exigences de capital liées aux risques action et immobilier sont calculées de façon similaire. Des scénarios où la valeur des actifs immobiliers, respectivement des actions, est instantanément diminuée sont simulés. L'exigence de capital est égale à :

$$SCR_{actif} = VM_{actif} \cdot Choc_{actif}$$

Le choc appliqué aux actifs est de 25% pour les titres immobiliers. Celui appliqué aux actions est de 39% pour les actions cotées sur des marchés règlementés dans des pays membres de l'Espace économique européen (EEE) ou de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

Les actions non cotées sur ces marchés sont choquées à 49%. La valeur de ces chocs est complétée par l'ajustement symétrique. C'est un ajustement effectué pour tenir compte des effets cycliques du marché.

### 5.9.3 SCR de contrepartie

Le besoin en capital du risque de défaut des contreparties se calcule comme l'agrégat du risque de défaut de type 1 et de type 2.

$$SCR_{(déf,1)} = 3 \cdot \sigma$$

Avec :

- $\sigma$  l'écart-type de la distribution des pertes des expositions de type 1 ; elle s'obtient à partir de la perte en cas de défaut d'une contrepartie et de la probabilité de défaut de la contrepartie (le détail de son calcul est présenté en annexe).

$$SCR_{(déf,2)} = 90\% \cdot LGD_{recouvrables>3mois} + 15\% \cdot LGD_{recouvrables<3mois}$$

Avec :

- $LGD_{recouvrables>3mois}$  les pertes totales en cas de défauts des contreparties dont l'exposition est supérieure à 3 mois ;
- $LGD_{recouvrables<3mois}$  les pertes totales en cas de défauts des contreparties dont l'exposition est inférieure à 3 mois.

### 5.9.4 Linéarisation du SCR

La linéarisation du SCR consiste en la transformation des modules du SCR sous une forme additive, à l'aide d'un changement de base. Elle facilite la compréhension de la décomposition du SCR et de l'appréhension du poids réel de chacun des risques. Dans un premier temps la linéarisation du BSCR est effectuée. Le résultat suivant est recherché :

$$BSCR = SCR_{marché\ linéarisé} + SCR_{santé\ linéarisé} + SCR_{Défaut\ linéarisé} + SCR_{Vie\ linéarisé} + SCR_{Non-vie\ linéarisé}$$

À cette fin, un calcul par module permet d'obtenir un  $SCR_{module}$  linéarisé, que l'on notera  $SCR_{ML}$  ci-dessous.  $SCR_{MNL}$  fera référence au  $SCR_{module}$  non-linéarisé. La matrice  $Corr_{Module}$  est la matrice de corrélation des modules du SCR.

$$\begin{pmatrix} SCR_{ML1} \\ \vdots \\ SCR_{ML5} \end{pmatrix} = \frac{1}{BSCR} \cdot \begin{pmatrix} SCR_{MNL1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & SCR_{MNL5} \end{pmatrix} \cdot Corr_{Module} \cdot \begin{pmatrix} SCR_{MNL1} \\ \vdots \\ SCR_{MNL5} \end{pmatrix}$$

Un calcul similaire est appliqué pour linéariser chacun des modules, qui seront donc égaux à la somme de leurs sous-modules. Soit  $n$  le nombre de sous-modules pour un module donné.

$$\begin{pmatrix} SCR_{SML1} \\ \vdots \\ SCR_{SMLn} \end{pmatrix} = \frac{1}{SCR_{MNL}} \cdot \begin{pmatrix} SCR_{SMNL1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & SCR_{SMNLn} \end{pmatrix} \cdot Corr_{Sous-module} \cdot \begin{pmatrix} SCR_{SMNL1} \\ \vdots \\ SCR_{SMNLn} \end{pmatrix} \cdot \frac{SCR_{ML}}{SCR_{MNL}}$$

## 5.10 Calcul de la marge pour risque

L'EIOPA propose différentes méthodes de calcul de la marge pour risque aux assureurs, qui doivent s'assurer que :

"la complexité des calculs ne dépasse pas celle nécessaire afin de refléter la nature, l'ampleur et la complexité des risques inhérents aux engagements d'assurance et de réassurance de l'entreprise de référence de manière proportionnée". (ACPR, 2015)

La méthode de calcul simplifiée retenue ici consiste à ne pas calculer un SCR pour chaque année de projection, mais à utiliser une pondération par la duration modifiée des passifs d'assurance.

$$Marge\ pour\ Risque = \frac{CoC \cdot SCR \cdot Duration\ Modifiée}{1 + r_1}$$

Avec :

- CoC le coût du capital;
- SCR le capital de solvabilité requis hors risques de marché.

$$Duration\ Modifiée = Duration\ Passif \cdot \frac{1}{1 + r_d}$$

Avec :

- $r_d$  le taux sans risque de l'année de projection égale à la duration du passif.

$$Duration\ Passif = \frac{\sum_{i=1}^{30} Prestation_i}{\sum_{i=1}^{30} i \cdot Prestation_i}$$

Avec :

#### 5.10. CALCUL DE LA MARGE POUR RISQUE

---

- *Prestation<sub>i</sub>* la somme des prestations versées l'année *i*, après déduction de la réassurance, actualisée à l'année initiale de la projection.

Le calcul du SCR hors risques de marché s'effectue en assignant un risque nul au SCR de marché et en calculant un nouveau risque de défaut des contreparties ne tenant pas compte des risques liés aux titres financiers.

La marge pour risque globale ainsi obtenue est ensuite répartie en provision technique non-vie et provision technique santé similaire à la non-vie. La pondération utilisée dépend d'un recalcul de la marge pour risque au niveau de chacune des branches.



## Chapitre 6

# Présentation des résultats

### 6.1 Compte de résultat projeté

Les résultats de la projection du portefeuille sont affichés sous un format de compte de résultat projeté, donnant ainsi la possibilité d'observer l'évolution du résultat pour chaque année projetée. Un extrait du compte de résultat global est présenté ci-dessous.

	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
<b>Primes HT</b>	<b>2 570</b>	<b>158</b>	<b>135</b>	<b>125</b>	<b>65</b>	<b>-41</b>
Périodiques	166	155	141	130	115	101
Uniques	2 404	4	-5	-5	-50	-142
<i>Dont remboursées</i>		26	13	12	63	170
<b>Commissions sur Primes</b>	<b>1 294</b>	<b>44</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>27</b>
<b>Commissions d'Apérition</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>79</b>	<b>72</b>	<b>61</b>	<b>44</b>
Périodiques	19	19	17	16	14	12
Uniques	64	67	62	56	47	31
<b>Prestations</b>	<b>96</b>	<b>173</b>	<b>272</b>	<b>272</b>	<b>245</b>	<b>202</b>
<b>Frais</b>	<b>156</b>	<b>51</b>	<b>47</b>	<b>43</b>	<b>37</b>	<b>32</b>
<b>Δ PM</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Δ PSAP</b>	<b>-66</b>	<b>47</b>	<b>5</b>	<b>-12</b>	<b>-18</b>	<b>-32</b>
<b>Δ IBNR</b>	<b>29</b>	<b>41</b>	<b>-4</b>	<b>-11</b>	<b>-16</b>	<b>-27</b>
<b>Δ PPNA PP</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>
<b>Δ PPNA PU</b>	<b>857</b>	<b>-400</b>	<b>-379</b>	<b>-342</b>	<b>-332</b>	<b>-331</b>
<b>Δ Autres PT</b>	<b>-13</b>	<b>-67</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Autres produits</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Produits Financiers</b>	<b>141</b>					
<b>Résultat Brut</b>	<b>275</b>	<b>186</b>	<b>77</b>	<b>68</b>	<b>57</b>	<b>46</b>

FIGURE 6.1 – Compte de résultat projeté brut de réassurance en k€

Les données de l'année N correspondent aux valeurs du compte de résultat comptable, les années N+1 à N+5 sont les résultats des 5 premières années de projection. Les résultats sont décroissants car le portefeuille s'éteint progressivement à travers les échéances et résiliations de contrats.

Les primes sont ici des primes émises desquelles ont été déduites les primes remboursées et ajoutées les commissions sur primes remboursées. Les remboursements de primes, liés à la résiliation de contrats à prime unique, peuvent surpasser les primes périodiques perçues. Il en résulte que la collecte de prime de l'année devient négative.

Les produits financiers ne sont pas projetés, ce choix a été fait car la nécessité de la mise en place de calculs complexes n'est pas justifiée par la typologie du portefeuille étudié.

Les résultats bruts de la projection sont néanmoins positifs, le portefeuille dans sa globalité est bénéficiaire.

## 6.1. COMPTE DE RÉSULTAT PROJETÉ

	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
<b>Primes cédées</b>	<b>979</b>	<b>216</b>	<b>191</b>	<b>169</b>	<b>102</b>	<b>-7</b>
Périodiques		74	68	63	55	49
Uniques		142	123	107	46	-56
<b>Commissions reçues</b>	<b>254</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>-26</b>
Participation reçue	78	39	28	26	23	20
<b>Prestations cédées</b>	<b>63</b>	<b>110</b>	<b>176</b>	<b>178</b>	<b>161</b>	<b>133</b>
Δ PM	0	0	0	0	0	0
Δ PSAP	-62	31	4	-7	-11	-23
Δ IBNR	19	26	-2	-6	-10	-19
Δ PPNA	505	4	-101	-100	-129	-167
Δ Autres PT	-12	-61	0	0	0	0
<b>Résultat Brut</b>	<b>134</b>	<b>42</b>	<b>66</b>	<b>61</b>	<b>65</b>	<b>74</b>

FIGURE 6.2 – Compte de résultat projeté cédé en réassurance en k€

Le résultat cédé en réassurance est positif. Cela signifie que les traités de réassurance sont une source de perte de revenu pour l'assureur. Ce résultat est croissant pour les années observées à cause de l'augmentation de la variation de PPNA cédée qui est déduite du résultat cédé. La cession de PPNA est effectuée uniquement pour le produit CQS, or ces contrats ont des taux de résiliation nuls pour les trois premières années de la projection, qui vont ensuite s'élever à 7% puis 28%. Cette variation importante est la cause de l'augmentation de la variation de PPNA cédée.

	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
<b>Primes HT</b>	<b>1 591</b>	<b>-58</b>	<b>-55</b>	<b>-44</b>	<b>-37</b>	<b>-34</b>
Périodiques		80	73	68	59	52
Uniques		-138	-129	-112	-96	-86
<b>Commissions sur Primes</b>	<b>1 294</b>	<b>44</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>27</b>
<b>Commissions d'Apéritif</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>79</b>	<b>72</b>	<b>61</b>	<b>44</b>
<b>Commissions et participation reçues</b>	<b>332</b>	<b>63</b>	<b>48</b>	<b>43</b>	<b>25</b>	<b>-5</b>
<b>Prestations</b>	<b>33</b>	<b>62</b>	<b>96</b>	<b>94</b>	<b>83</b>	<b>69</b>
Sinistres antérieurs		32	26	0	0	0
Sinistres futurs		31	69	94	83	69
<b>Frais</b>	<b>156</b>	<b>51</b>	<b>47</b>	<b>43</b>	<b>37</b>	<b>32</b>
Δ PM	0	0	0	0	0	0
Δ PSAP	-4	16	1	-5	-7	-9
Δ IBNR	10	15	-2	-5	-6	-8
Δ PPNA PP	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Δ PPNA PU	352	-404	-278	-242	-204	-164
Δ Autres PT	-1	-7	0	0	0	0
<b>Autres produits</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Produits Financiers</b>	<b>141</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Résultat Brut</b>	<b>141</b>	<b>144</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>-8</b>	<b>-29</b>

FIGURE 6.3 – Compte de résultat projeté net de réassurance en k€

Le résultat net de réassurance est positif pour les premières années observées malgré une collecte de primes nettes négatives due à la compensation par la variation des provisions pour primes uniques. La prime acquise, égale à la prime émise à laquelle sont soustraites les variations de PPNA, absorbe ainsi l'ensemble des charges. Les résultats négatifs sont causés par une cession en réassurance supérieure au résultat brut de réassurance.

Les prestations sont en partie liées aux charges ultimes des deux années précédentes. Ce cumul n'intervient pas pour la première année de projection et n'est que partiel pour la seconde. Cela explique l'évolution à la hausse puis à la baisse des prestations liées aux sinistres futurs.

## 6.2 Bilan économique

L'ensemble des calculs effectués servent à la construction du bilan économique dont une version simplifiée est présentée ci-dessous accompagnée du bilan comptable de l'année.

Placements 5 021 K€	Meilleure Estimation 2 053 K€
	Marge de risque 211 K€
	Autres passifs 857 K€
Réassurance : 401 K€	Fonds propres 4 865 K€
Autres actifs 2 564 K€	
<b>TOTAL : 7 986 K€</b>	<b>TOTAL : 7 986 K€</b>

FIGURE 6.4 – Bilan économique 2020

Placements 4 919 K€	Provisions techniques non-vie 2 678 K€
	Autres passifs 857 K€
	Fonds propres 4 884 K€
Réassurance : 888 K€	
Autres actifs 2 612 K€	
<b>TOTAL : 8 419 K€</b>	<b>TOTAL : 8 419 K€</b>

FIGURE 6.5 – Bilan comptable 2020

L'évolution des postes du bilan comptable à économique est cohérente avec les résultats attendus. Les fonds propres économiques représentent la richesse d'une compagnie. Il est donc important de comprendre leur décomposition et ainsi d'observer les évolutions des postes du bilan.

Les fonds propres économiques englobent les fonds propres comptables (fonds d'établissement, réserves, résultat de l'exercice) auxquels s'ajoutent les résultats des calculs Solvabilité II.

L'évolution la plus importante observée est due à la variation des provisions techniques hors marge pour risque. C'est la différence entre le BE et les provisions techniques comptables. Elle est

ici positive car les provisions comptables sont plus prudentes que les provisions calculées dans le référentiel Solvabilité II.

La conséquence de cette variation est surpassée par l'effet inverse de la marge pour risque et la diminution des provisions cédées.

D'autres mécanismes comme la variation de la valeur des actifs détenus et la prise en compte d'impôts différés contribuent aussi au niveau de fonds propres économiques.

Les fonds propres Solvabilité II sont finalement inférieurs aux fonds propres comptables de 21 k€.

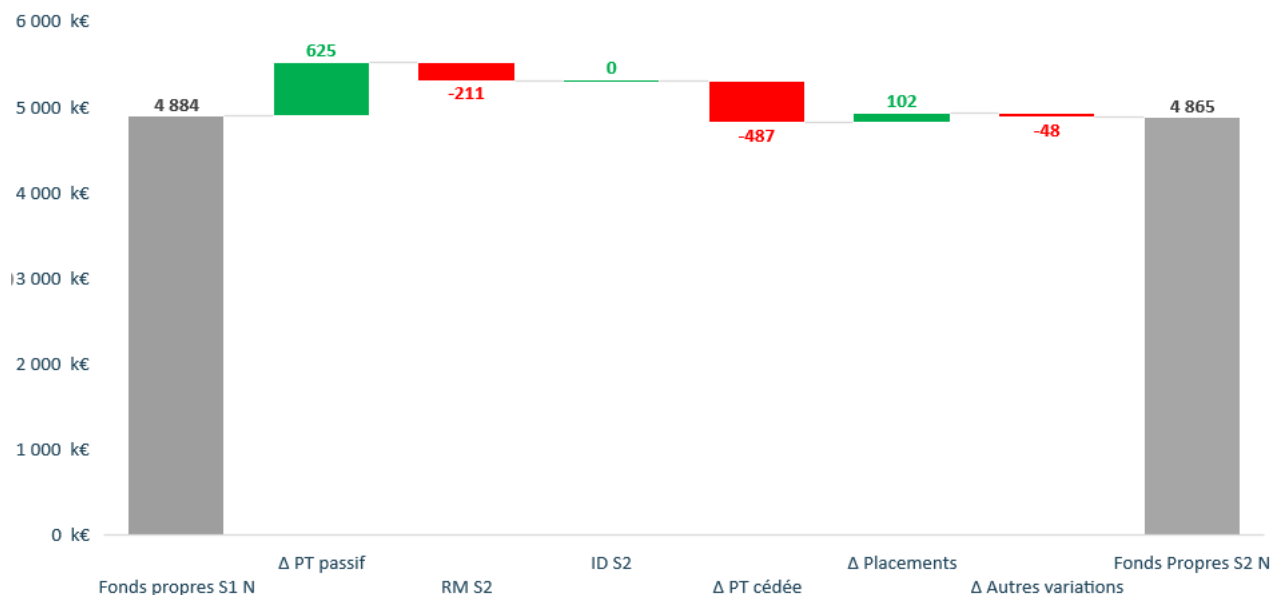


FIGURE 6.6 – Evolution des fonds propres S1 à S2

### 6.3 Indicateurs de solvabilité

La figure ci-dessous présente la décomposition du SCR sous sa forme linéaire.

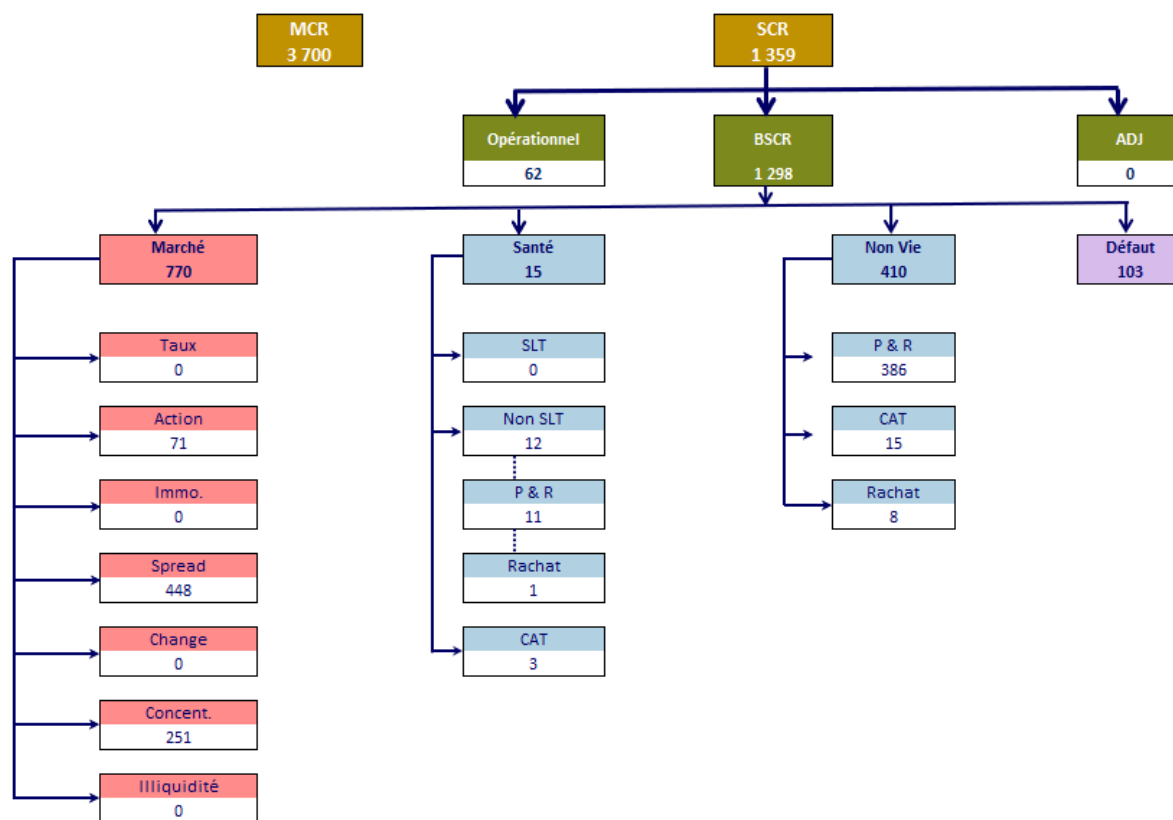


FIGURE 6.7 – Décomposition du SCR linéarisé en k€

Le SCR s'élève à 1 328 k€ et le MCR demeure stable au seuil minimal de 3 700 k€. Le ratio de solvabilité s'établit donc à partir du MCR et est égal à 134%. Le SCR est couvert à 373%, la compagnie a une bonne capacité à face à ses engagements.

Le risque le plus important auquel la compagnie fait face est le risque de marché, suivi du risque non-vie. Plus précisément les sous-risques principaux sont le risque de spread, le risque de primes et réserves en non-vie et le risque de concentration de marché. Ils représentent 85% du BSCR.

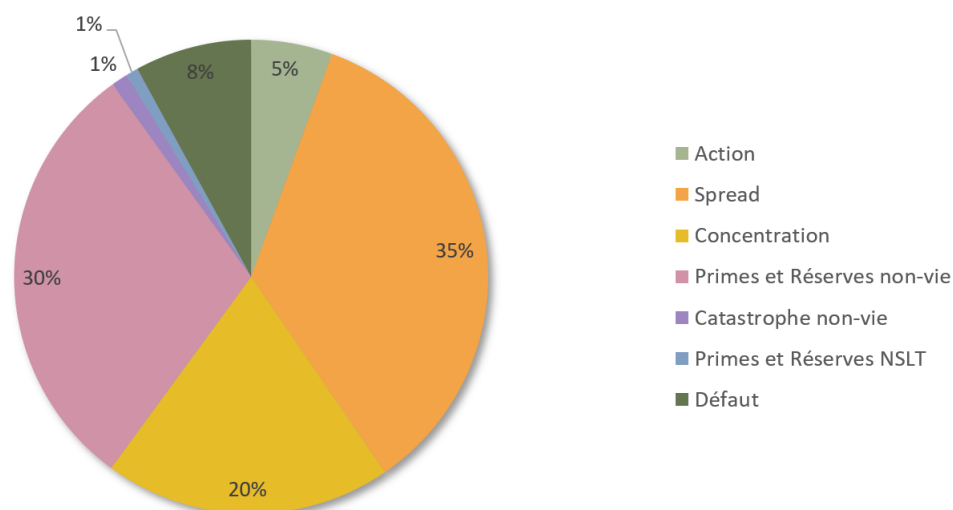


FIGURE 6.8 – Décomposition du BSCR en risques linéarisés

## 6.4 Comparaison des résultats au modèle précédent

De nombreuses évolutions différencient le nouveau modèle de son prédécesseur :

- la méthode de détermination de la sinistralité a évolué ;
- la mesure du volume de prime du risque de primes non-vie a été adaptée ;
- les garanties ITT étaient traitées comme des engagements de santé similaires à la vie, ils sont maintenant considérés comme des engagements de santé similaires à la non-vie ;
- les calculs de réassurance du nouveau modèle tiennent compte de modifications dans les traités de réassurance ;
- les remboursements de primes précédemment traités comme des prestations sont maintenant déduites des primes de l'année ;
- les produits financiers ne sont pas projetés dans le nouveau modèle...

Les tableaux ci-dessous comparent les résultats obtenus avec les deux outils.

Segment	Nom segment	BE brut de réassurance		
		Nouveau modèle	Ancien modèle	Variation
1	EMPRUNTEURS-FR-MFL	-98	-90	8
2	VIVENDO-MFL	1 030	890	-139
3	VIVENDO-IP	110	151	41
4	PROTEGO-MFL	0	0	0
5	PROTEGO-IP	0	0	0
6	EMPRUNTEURS-IT-MFL	-7	3	10
7	EMPRUNTEURS-IT-IP	9	23	14
8	FUTURO-IP	64	104	40
9	CQS-CS	946	892	-54
<b>TOTAL</b>		<b>2 053</b>	<b>1 973</b>	<b>-80</b>

FIGURE 6.9 – Comparaison des BE bruts de réassurance en k€ obtenus des deux modèles

Num segment	Nom segment	BE cédé en réassurance	
		Nouveau modèle	Ancien modèle
1	EMPRUNTEURS-FR-MFL	-119	-91
2	VIVENDO-MFL	-120	-269
3	VIVENDO-IP	-1	11
4	PROTEGO-MFL	0	
5	PROTEGO-IP	0	
6	EMPRUNTEURS-IT-MFL	5	-33
7	EMPRUNTEURS-IT-IP	4	-2
8	FUTURO-IP	-13	4
9	CQS-CS	645	713
<b>TOTAL</b>		<b>401</b>	<b>333</b>

FIGURE 6.10 – Comparaison des BE cédés en réassurance en k€ obtenus des deux modèles

Les provisions brutes globales estimées par les deux modèles sont peu éloignées. Le BE brut du nouvel outil présente une variation relative de 4% par rapport à celui de l'ancien. Cependant cette variation faible cache une compensation des variations importantes des provisions calculées par segments. Elle est la plus élevée pour le segment 6 où cette variation relative atteint 312%.

Les différences entre les deux modèles s'amplifient dans les calculs de BE cédé, dont la variation s'établit à 20%.

Le SCR calculé avec le modèle précédent s'élève à 1 716 k€, soit 347 k€ de plus que le SCR obtenu avec l'outil présenté.

	Nouveau modèle	Ancien modèle
<b>BSCR</b>	<b>1 298</b>	<b>1 662</b>
Marché	901	996
Défaut	185	256
Vie	0	0
Santé	60	61
Non-Vie	587	918

FIGURE 6.11 – Comparaison du BSCR obtenu des deux modèles en k€

La différence la plus importante est due au risque de souscription non-vie qui a fortement baissé.

	Nouveau modèle	Ancien modèle
<b>Marché</b>	<b>901</b>	<b>996</b>
Taux	15	399
Action	124	122
Immobilier	0	0
Spread	642	656
Change	0	0
Concentration	515	517

FIGURE 6.12 – Comparaison du SCR de marché obtenu des deux modèles en k€

L'évolution du besoin de capital lié au risque de taux s'explique en partie par le changement de méthode de calcul des valeurs de marché des actifs après application du choc sur la courbe des taux. La variation est cependant majoritairement due à l'application d'une sensibilité plus faible et plus cohérente avec la réalité, à un TSDI dont la contrepartie est le groupe AFI ESCA. La différence entre les flux de passifs futurs estimés a aussi une répercussion sur cette variation.

Les risques de marché auxquels uniquement l'actif est exposé ont peu évolué.

	Nouveau modèle	Ancien modèle
<b>Non-vie</b>	<b>587</b>	<b>918</b>
Primes et réserves	563	864
Résiliation	84	59
CAT	62	157

FIGURE 6.13 – Comparaison du SCR de souscription non-vie obtenu des deux modèles en k€

La variation du risque de primes et réserves est due au changement du calcul de la mesure de volume cédée, qui reflète mieux la réalité dans le nouveau modèle. Le risque de primes et réserves était précédemment surestimé.

Ce changement de la mesure de volume modifie aussi le risque de catastrophe, puisqu'il est utilisé pour déterminer l'exposition des autres risques non-vie. Des approximations sur l'exposition du risque d'origine humaine ont été corrigées.

L'exigence de capital du risque de résiliation était calculée comme un choc appliqué directement à la *Value In Force* ou valeur des contrats en vigueur (VIF) des engagements. La méthode utilisée, c'est-à-dire l'analyse de la variation du bilan après le choc, conduit à un risque de résiliation plus faible.



## **Troisième partie**

# **Utilisation du modèle comme outil d'analyse**

## Chapitre 7

# Détermination du couple rentabilité/risque des produits principaux

Au-delà de la réalisation des calculs liés au Pilier 1 du référentiel Solvabilité II, l'outil développé a pour vocation de pouvoir être utilisé à des fins d'analyse du portefeuille. Cette partie présente les résultats de l'étude des produits dont la production est la plus importante, à savoir, CQS et Vivendo. Plus précisément, cette analyse s'est concentrée sur la garantie chômage de ces produits.

### 7.1 Présentation de la rentabilité des produits

Le tableau ci-dessous présente des indicateurs de rentabilité des produits Vivendo et CQS.

	Vivendo	CQS
S/P	60%	80%
S/P combiné	79%	100%
PVFP brut de réassurance	257 k€	-10 k€
PVFP cédé en réassurance	152 k€	82 k€
PVFP net de réassurance	106 k€	-92 k€
Valeur du stock brut de réassurance	248 k€	-18 k€
Valeur du stock cédé en réassurance	151 k€	75 k€
Valeur du stock net de réassurance	96 k€	-93 k€

FIGURE 7.1 – Indicateurs de rentabilité des produits principaux

Les S/P sont des paramètres de la modélisation, ils résultent d'études de l'historique des produits en portefeuille ainsi que d'études de marché. Les S/P combinés sont calculés à l'aide des résultats de la projection. Ils représentent une vision plus globale de la rentabilité des contrats puisqu'ils tiennent compte de l'ensemble des flux sortants. Ils incorporent dans les coûts totaux la commission d'apérition ainsi que les frais généraux de l'entreprise en plus des prestations.

$$S/P \text{ combiné} = \frac{\text{Coût totaux}}{\text{Primes encaissées}}$$

Le passage du S/P au S/P combiné ajoute environ 20 % aux deux produits. Cela correspond majoritairement au taux de commission d'apérition qui représente 16% de la prime acquise d'inventaire. La contribution des frais à la rentabilité est donc négligeable devant celle de la commission d'apérition.

La PVFP ainsi que l'estimation de la valeur du stock sont des indicateurs du bénéfice créé, elles sont calculées hors produits financiers.

L'ensemble des indicateurs témoigne d'une rentabilité faible voire négative pour le produit CQS, il est générateur de pertes selon les projections. Ses résultats bruts de réassurance sont faibles et se détériorent après l'application du traité de réassurance.

Le produit Vivendo semble avoir une rentabilité positive, son ratio combiné est inférieur à 100% et l'estimation du gain produit par les contrats Vivendo en stock est d'à peu près 100 k€. Près de 60% des bénéfices du produit sont cédés en réassurance.

## 7.2 Détermination de la consommation en capital réglementaire des produits

Le chargement en capital au titre des produits principaux a été déterminé en calculant le BSCR à la maille des segments définis dans la modélisation.

### 7.2.1 Risque de souscription non-vie

Le SCR de résiliation s'obtient par l'application d'un choc sur le taux de résiliation et le calcul de l'influence de ce choc sur le BE. Les BE des scénarios choqués et du scénario central ont été calculés pour chaque segment. Le besoin en capital pour chaque segment s'obtient par la différence de ces BE. La charge du capital liée au risque de résiliation du produit Vivendo est de 40 k€ et celui du produit CQS est de 22 k€.

Le volume du SCR de primes et réserves est déterminé par un calcul à la maille des segments, cependant le SCR de primes et réserves ne peut être calculé par produits car il ne tiendrait pas compte de la diversification géographique appliquée au sein de chaque LoB. L'exigence de capital est obtenue par pondération du SCR de primes et réserves total par les mesures de volume des segments. Autrement dit :

$$SCR_{primes\text{et}\text{réserves}_s} = SCR_{primes\text{et}\text{réserves}} \cdot \frac{VolumePrime_s + VolumeRéserve_s}{VolumePrime + VolumeRéserve}$$

La charge du capital lié au risque de primes et réserves pour le produit Vivendo s'élève à 405 k€ et celui du produit CQS à 35 k€.

Le risque de catastrophe en non-vie d'origine humaine se décompose en LoB, le risque en face de chaque ligne d'activité est assigné aux produits dont les garanties en dépendent. Au sein d'une LoB, le risque est réparti par pondération par l'assiette d'exposition. La charge du capital liée au risque de catastrophe pour le produit Vivendo s'établit à 34 k€ et celui du produit CQS à 21 k€.

### 7.2.2 Risque de défaut

Le risque de défaut représente en partie le risque lié à un manquement à ses engagements de la part du réassureur. Le risque de défaut dérivant de la réassurance a été calculé, puis réparti entre les segments selon leur contribution au volume de primes cédées en réassurance. L'exigence de capital du risque de défaut des produits Vivendo et CQS est respectivement de 93 k€ et 64 k€.

### 7.2.3 Risque de marché

Le risque de marché représente en partie le risque porté par les titres financiers de la compagnie. Or, une partie de ces titres est détenue à la suite d'engagements de la compagnie à travers les contrats d'assurance. Ce risque peut être réparti en utilisant une pondération des provisions

techniques par segments. Le SCR du risque de marché ainsi obtenu des produits Vivendo et CQS est respectivement de 289 k€ et 121 k€.

#### 7.2.4 BSCR

Les exigences de capital ont été obtenues pour chaque module du BSCR concernant les produits étudiés, le BSCR est ensuite calculé par l'agrégation des risques à partir de la matrice de corrélation. Les décompositions des BSCR obtenues pour les deux produits sont présentées dans la figure ci-dessous.

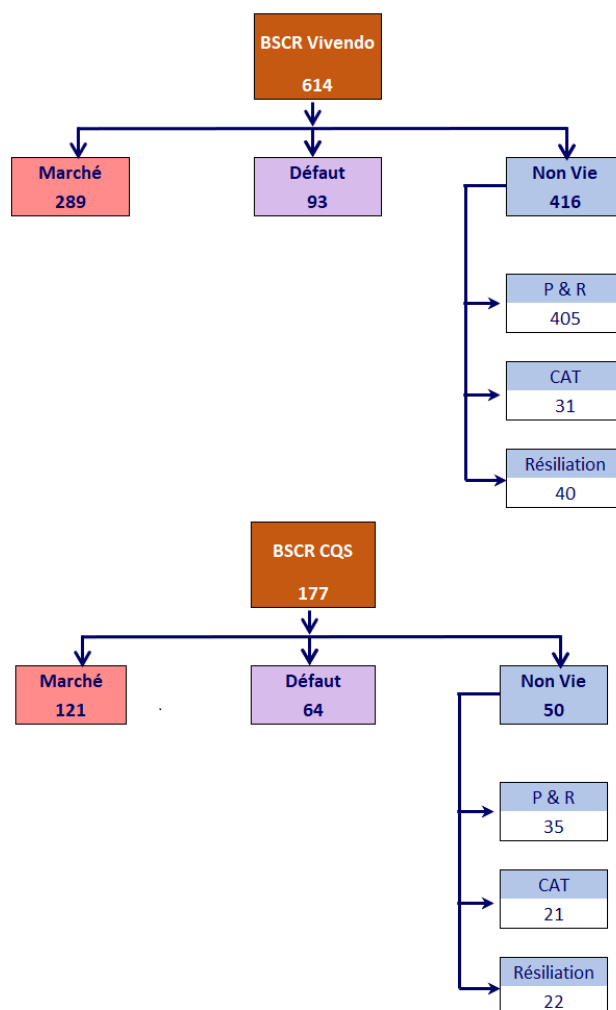


FIGURE 7.2 – Décomposition du BSCR des produits principaux en k€

Le risque de primes et réserves du produit Vivendo est 10 fois plus élevé que celui du produit CQS pour trois raisons :

- le volume de prime et PPNA des contrats CQS est beaucoup moins élevé : en 2020 les primes émises par les contrats CQS sont 69% inférieures à celles du Vivendo ;
- les volumes considérés dans le calcul sont nets de réassurance et le produit CQS possède un taux de cession en réassurance plus élevé : 88 % contre 50% ;
- les coefficients de volatilité associés à la LoB des garanties non-vie du produit Vivendo sont légèrement plus élevés : 13% pour le risque de prime et 20% pour le risque de réserve de la LoB pertes pécuniaires diverses (Vivendo) contre 12% et 19% pour les risques de primes et réserves de la LoB crédit et cautionnement (CQS).

Les contrats Vivendo étant plus rentables que les produits CQS, ils sont plus affectés par le risque de résiliation.

La distribution du risque de marché s'est effectuée de façon proportionnelle aux provisions techniques, par conséquent ce risque est plus important pour les contrats Vivendo dont les provisions techniques s'élèvent à 1 139 k€ que pour les contrats CQS avec 320 k€ de provisions techniques.

### 7.3 Analyses du couple rentabilité-risque

Les schémas ci-dessous représentent la contribution de chaque segment du portefeuille au BSCR et à la valeur du stock.

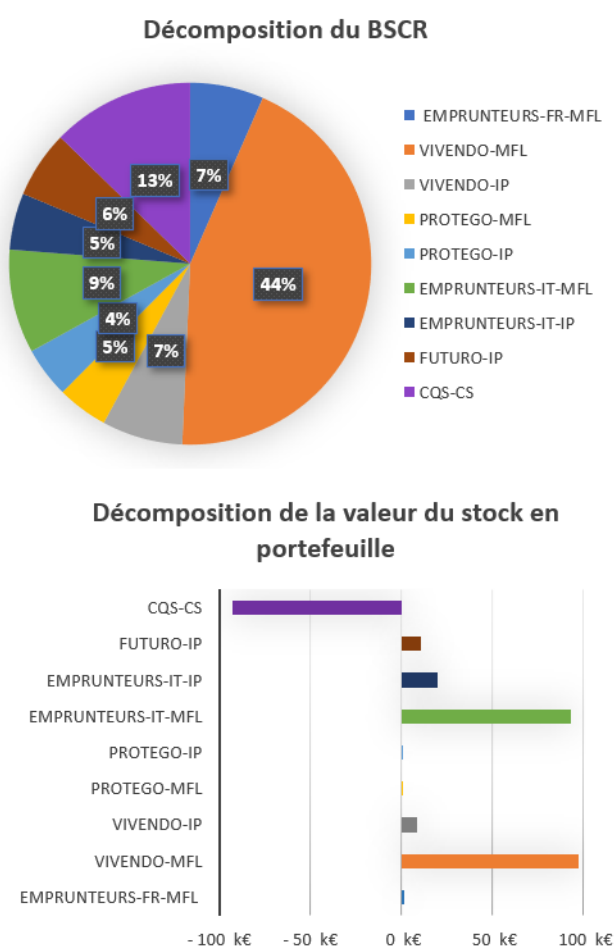


FIGURE 7.3 – Présentation de la contribution au BSCR et à la valeur totale du stock par segment

Les garanties non-vie du produit Vivendo (Vivendo-MFL) apportent la plus grande contribution au BSCR et au bénéfice dégagé par le portefeuille. Cependant, les garanties non-vie des assurances de prêt italiennes ont une contribution similaire à la rentabilité globale avec un besoin en capital beaucoup moins important : elles ne contribuent qu'à 9% du BSCR, soit près de 5 fois moins que le produit Vivendo.

Les contrats CQS sont les deuxièmes contributeurs au risque et sont en plus générateurs de perte pour la société.

Le *Return on equity* ou rentabilité des capitaux propres (ROE) est un indicateur de la rentabilité d'un investissement égal au rapport entre le bénéfice net et les capitaux propres investis. Il sera utilisé ici pour comparer le bénéfice créé et la mobilisation de fonds propres nécessaire. Le ROE est estimé ici ainsi :

$$\text{ROE} = \frac{\text{Valeur du stock}}{\text{BSCR}}$$

Cet indicateur compare simultanément la richesse créée par un produit et le risque de base auquel il expose l'entreprise, plus il est élevé et plus l'investissement en capitaux mobilisés est ré-compensé.

Le produit CQS a un ROE de -53%, cela peut s'interpréter ainsi : pour 100€ de capitaux propres mobilisés pour le produit CQS, la compagnie perd 34€. Le ROE des garanties non-vie du produit Vivendo est de 15%, c'est le troisième plus élevé après les garanties non-vie des contrats emprunteurs italiens (75%) et leurs garanties NSLT (16%).

## 7.4 Sensibilité de la rentabilité des produits aux paramètres de la projection

### 7.4.1 Sensibilité aux taux de sinistralité

Les figures ci-dessous présentent les résultats des tests de sensibilité du couple rentabilité-risque des produits CQS et Vivendo aux taux de sinistralité. L'analyse porte sur les conséquences d'une sinistralité plus importante que les hypothèses paramétrées sur ces indicateurs.

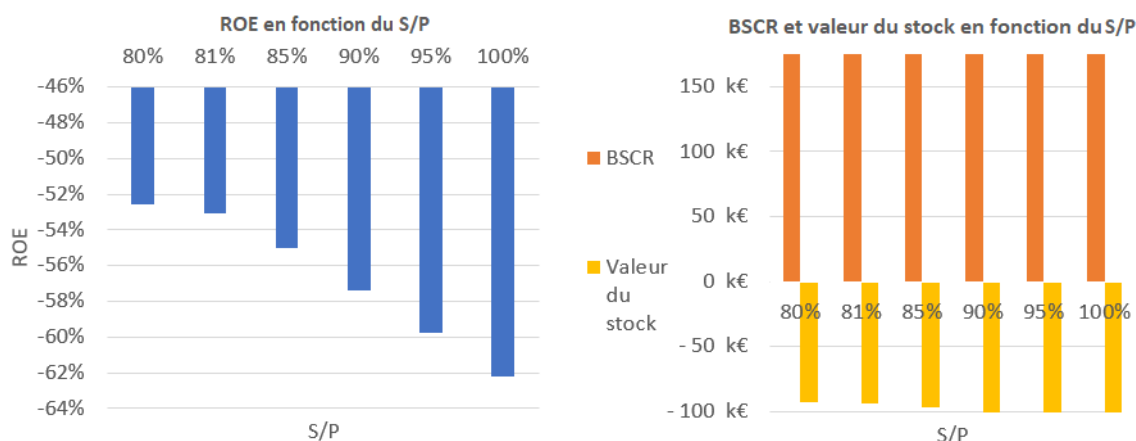


FIGURE 7.4 – Sensibilité du produit CQS au S/P

La rentabilité technique des contrats CQS se dégrade avec l'augmentation des S/P, la richesse créée est plus fortement modifiée que le BSCR. Une augmentation des taux de sinistralité du produit a une répercussion limitée sur l'exigence de capital totale.

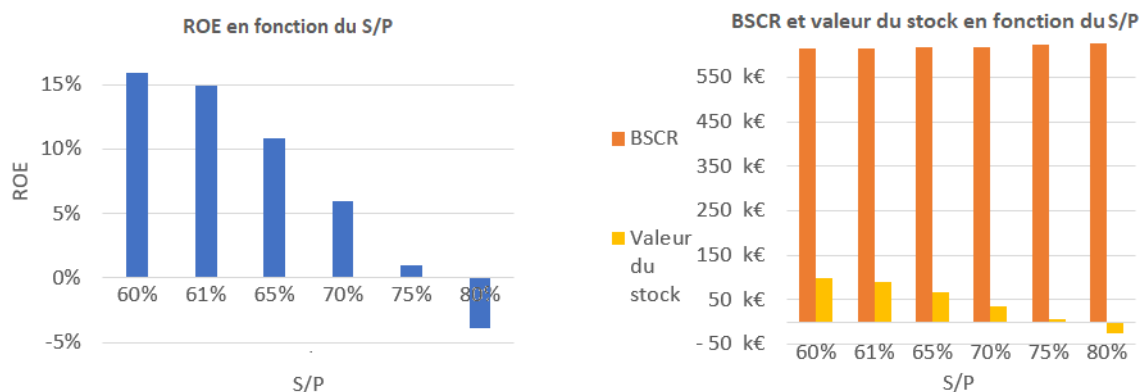


FIGURE 7.5 – Sensibilité du produit Vivendo au S/P

Le produit Vivendo reste rentable jusqu'à un taux de sinistralité de 75%. La décroissance du ROE en fonction du S/P n'est pas linéaire. Un passage du taux de sinistralité de 60 à 65% entraîne une baisse de ROE de 31% tandis qu'un passage de 70% à 75% cause une baisse de 83% de ROE.

### 7.4.2 Sensibilité aux taux de réassurance

Les résultats de la baisse des taux de quote-part des traités de réassurance des produits CQS et Vivendo sont présentés dans les figures ci-dessous.

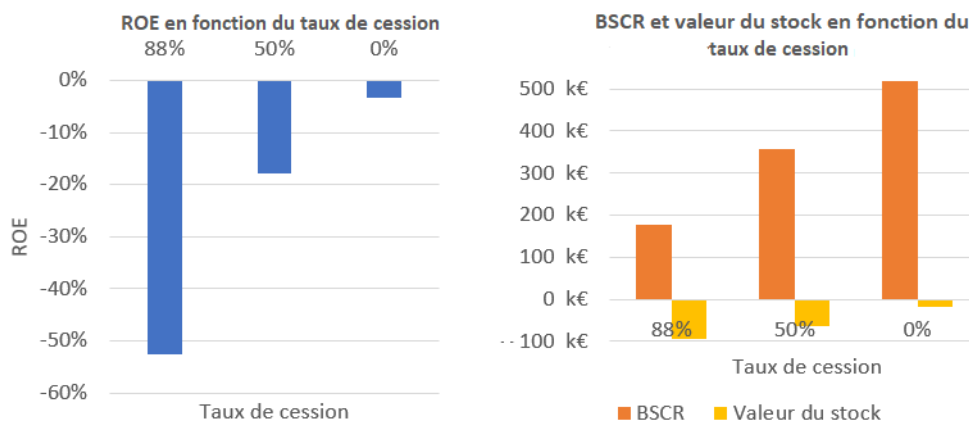


FIGURE 7.6 – Sensibilité du produit CQS au taux de cession en réassurance

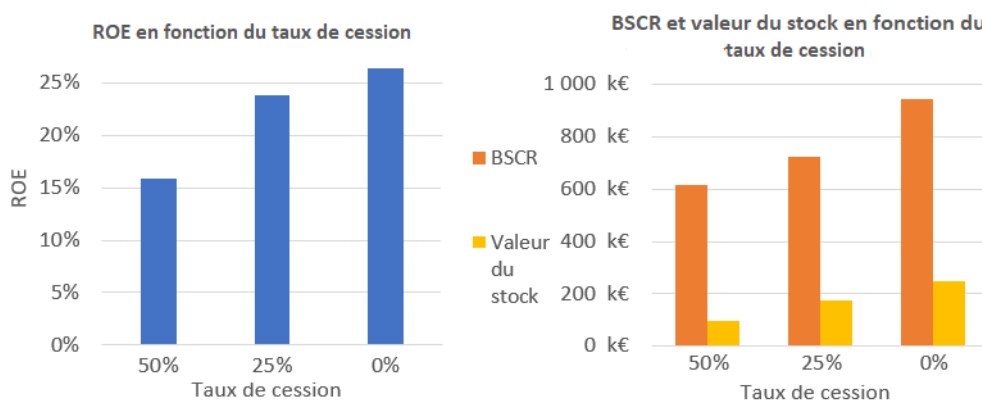


FIGURE 7.7 – Sensibilité du produit Vivendo au taux de cession en réassurance

Sans réassurance, les pertes engendrées par le produit CQS sont fortement réduites et les gains liés aux contrats non-vie Vivendo sont augmentés de 66%. La valeur des contrats en portefeuille des deux produits est améliorée par la simulation d'un retrait du taux de réassurance.

La charge de capital nécessaire pour couvrir le risque de base est augmentée puisque sans traité de réassurance, l'ensemble du risque du portefeuille est porté par l'assureur.

Le ROE est augmenté après le retrait des traités de réassurance, cela signifie que les bénéfices cédés en réassurance sont plus importants que la contribution apportée aux exigences de capital par le réassureur. La baisse des taux de cession entraîne une amélioration de la rentabilité des produits, tout en conservant une part d'atténuation des risques auxquels l'entreprise s'expose.

### 7.4.3 Impact de la réassurance sur la sensibilité aux taux de sinistralité

Il est intéressant d'observer la contribution des taux de réassurance à la sensibilité des résultats aux modifications de S/P. Les graphiques ci-dessous représentent l'impact de l'augmentation des taux de sinistralité des produits principaux, en l'absence de traité de réassurance.



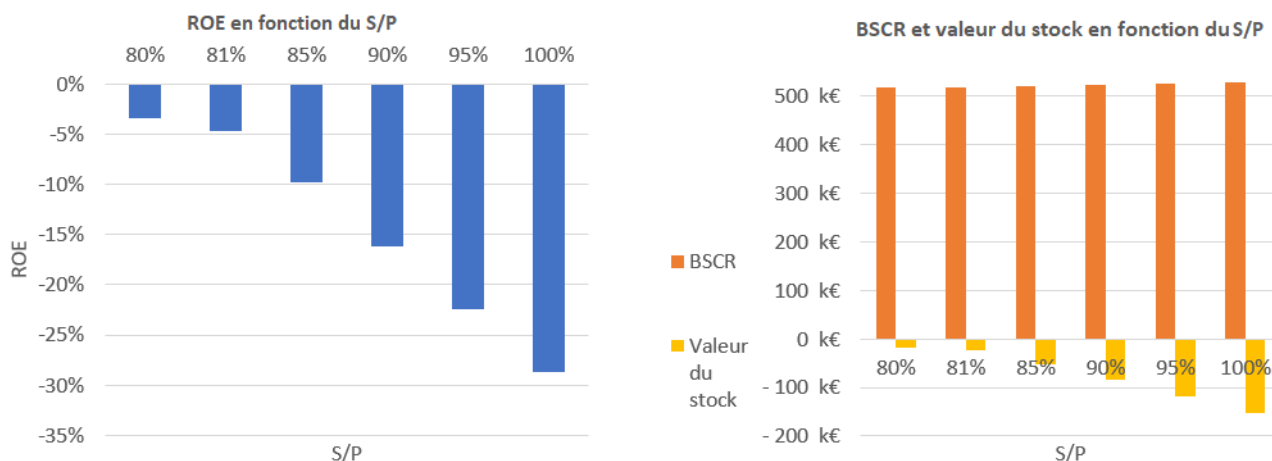


FIGURE 7.8 – Sensibilité du produit CQS au taux de sinistralité sans cession en réassurance

L'absence de réassurance amplifie la modification des S/P pour le produit CQS. Avec les traités de réassurance actuels, une augmentation de 25% du S/P entraîne une augmentation de 18% du ROE, tandis qu'en l'absence de réassurance, cette même variation aboutit à un ROE augmenté de 747%. Cette variation est surtout portée par la variation de la valeur des contrats en portefeuille.

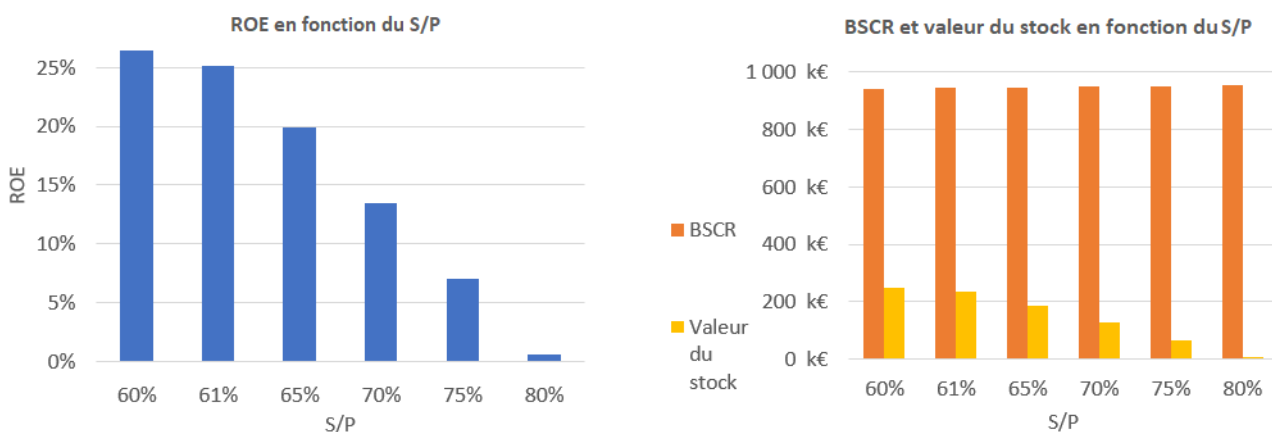


FIGURE 7.9 – Sensibilité du produit Vivendo au taux de sinistralité sans cession en réassurance

L'effet de la réassurance est inversé pour le produit Vivendo, sans réassurance, une augmentation de 25% du S/P entraîne une baisse de 74% du ROE, avec la réassurance cette baisse était de 94%.

## 7.5 Conclusion de l'étude

L'analyse des produits principaux nous a permis de constater que les contrats Vivendo sont une source de bénéfices. Les revenus générés par ce produit restent positifs même avec une augmentation de 25% des taux de sinistralité. Il apparaît que le traité de réassurance couvrant les polices n'est pas en faveur de l'assureur car il absorbe plus de revenus que de risques. Cependant la consommation en capital réglementaire du produit Vivendo semble élevée lorsque le ROE du produit est comparé à celui des autres segments du portefeuille.

Le produit CQS n'est pour l'instant pas rentable pour la compagnie, néanmoins le manque de recul sur ces contrats ne permet pas encore de disposer d'une vision précise. Une amélioration du résultat serait possible en réduisant les taux de cession en réassurance, mais cela augmenterait la volatilité des résultats à la sinistralité.

## Chapitre 8

# Étude de la sensibilité des résultats de la projection

### 8.1 Sensibilité des résultats aux paramètres de passif

Dans le chapitre précédent, la rentabilité et la charge en capital réglementaire des produits principaux ont été évaluées et soumises à des tests de sensibilité. Cette partie analyse plus globalement le portefeuille. Elle est consacrée à des études de sensibilité des résultats principaux de la projection de l'ensemble du portefeuille à différents paramètres de modélisation.

#### 8.1.1 Sensibilité au taux de commissions rétrocedées à l'apériteur

La commission versée à l'assureur apériteur des contrats dont AFI ESCA IARD couvre les garanties non-vie a été fixée à 20% et représente ainsi 16% de la prime acquise d'inventaire. Ce montant de commission important entraîne une baisse des résultats nets futurs et de la rentabilité du portefeuille. L'impact de la modification du montant de commission d'apérition versé sur les résultats de la projection est analysé dans cette partie.

#### Incidence sur le bilan

La commission d'apérition n'a d'influence ni sur la réassurance, ni sur les titres détenus, le total du bilan reste inchangé devant sa variation. Les différentes évolutions de postes de passif s'équilibrent et leur somme reste constante, indépendamment du taux de commission d'apérition.

Le tableau suivant présente l'incidence sur les postes au passif du bilan Solvabilité II de la modification du taux de commission de 0% à 20% par pas de 5%.

Taux d'apérition	BE	Marge de risque	Impôts différés	Fonds propres	Total Passif
0%	1 522 k€	224 k€	125 k€	5 258 k€	7 986 k€
5%	1 673 k€	218 k€	88 k€	5 149 k€	7 986 k€
10%	1 811 k€	214 k€	55 k€	5 049 k€	7 986 k€
15%	1 937 k€	212 k€	24 k€	4 956 k€	7 986 k€
20%	2 053 k€	211 k€	0 k€	4 865 k€	7 986 k€

FIGURE 8.1 – Résultats des tests de sensibilité du taux de commission d'apérition sur les postes du passif du bilan économique

Les remarques suivantes découlent de l'altération du taux de commission :

- le BE varie dans le même sens que le taux de commission étant donné que la commission d'apérition est un flux sortant pour l'assureur ;

- la marge pour risque est décroissante devant le taux de commission en conséquence de la baisse du SCR hors marché et hors ajustement pour impôts;
- les impôts différés chutent quand le taux de commission s'élève, cet effet est majoritairement expliqué par la différence entre les provisions techniques comptables et celles du bilan économique; les provisions comptables s'élèvent à 2 677 k€, les BE plus éloignés de cette valeur, donc ceux associés à un taux de commission plus faible, génèrent des impôts différés plus importants.

Les variations observées peuvent être interprétées ainsi : une hausse du taux de commission amplifie les engagements de l'assureur et diminue le capital à sa disposition. Par rapport à un scénario sans rémunération de l'apéritif, le versement d'une commission avec un taux de 20% appauvrit AFI ESCA IARD de 393 k€. Un taux de commission à 10% amènerait cette perte à 209 k€.

### Incidence sur le SCR

Le tableau suivant présente les exigences de capital Solvabilité II en fonction de la modification du taux de commission d'apéritif de 0% à 20% par pas de 5%. Seuls les modules de risques concernés par cette variation sont présentés.

Taux d'apéritif	SCR résiliation NSLT	SCR résiliation non-vie	SCR Taux
0%	267 k€	27 k€	41 k€
5%	212 k€	23 k€	34 k€
10%	162 k€	19 k€	27 k€
15%	117 k€	15 k€	21 k€
20%	84 k€	11 k€	15 k€

Taux d'apéritif	BSCR	SCR opérationnel	Ajustement	SCR
0%	1 337 k€	51 k€	-125 k€	1 264 k€
5%	1 321 k€	51 k€	-88 k€	1 284 k€
10%	1 310 k€	54 k€	-55 k€	1 309 k€
15%	1 302 k€	58 k€	-24 k€	1 336 k€
20%	1 298 k€	62 k€	0 k€	1 359 k€

FIGURE 8.2 – Résultats des tests de sensibilité du taux de commission d'apéritif sur le SCR

Les exigences de capital pour les risques de résiliation et de taux varient dans le sens inverse du taux de commission. En effet, plus un contrat est générateur de bénéfices futurs, plus il expose l'entreprise à un risque de résiliation car sa cessation retire à l'assureur des flux futurs dont le résultat aurait été en sa faveur. Une augmentation du taux de commission conduit à une réduction du risque de résiliation.

Le capital requis pour le risque de taux est modifié car l'augmentation des montants de commissions fait croître les flux projetés en particulier en début de projection.

Le capital couvrant le risque opérationnel dépend des provisions techniques brutes hors marge pour risque, il varie donc dans le même sens que le taux de commission d'apéritif, tout comme le BE.

Enfin, le SCR s'accroît avec le taux de commission d'apéritif car l'élévation des ajustements pour impôts différés domine sur les autres changements.

Taux d'apération	Ratio de couverture du SCR
0%	416%
5%	401%
10%	386%
15%	371%
20%	358%

FIGURE 8.3 – Résultats des tests de sensibilité du taux de commission d'apération sur le ratio de SCR

Le ratio de couverture du SCR décroît avec le taux de commission, en conséquence de la baisse des fonds propres mais aussi de l'augmentation du SCR. De cette double contribution résulte la perte de 58 % de ratio de SCR par la cession de 20% des primes acquises à l'apérateur.

### Plafonnement des commissions d'apération

Le plafonnement des commissions d'apération versées chaque année est considéré pour atténuer l'impact du versement de ces commissions.

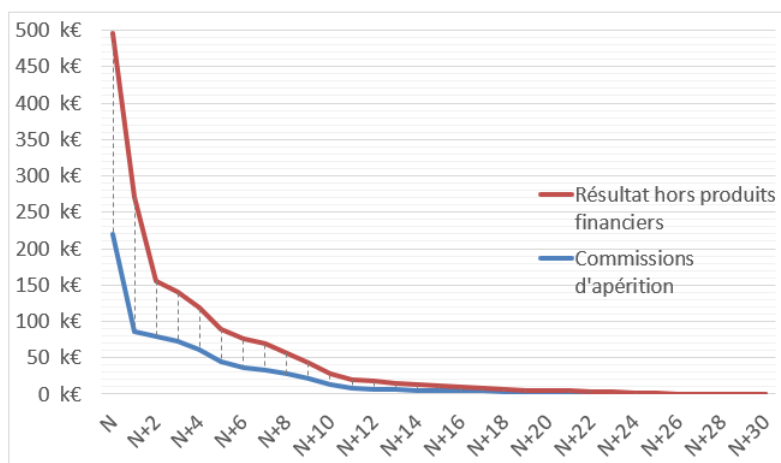


FIGURE 8.4 – Projection des résultats et commissions d'apération

La courbe ci-dessus présente les estimations des commissions versées pour les années N+1 à N+30 avec un taux de commission d'apération de 20 %, ainsi que le résultat hors produits financiers et brut d'impôts. L'année N correspond aux commissions versées en 2020. Les commissions d'apération constituent un montant non négligeable comparé aux résultats bruts.

Le plafonnement des montants de commissions d'apération est obtenu en appliquant un taux de 20% et en utilisant une règle de trois lorsque la somme des commissions de chaque segment dépasse le plafond imposé. Autrement dit :

$$CommApération_{s,n} = \frac{Tauxapération_s}{1 + Tauxapération_s} \cdot Primes_{s,n}$$

Avec :

- $CommApération_{s,n}$  la commission calculée avant application du plafond pour le segment s, l'année projetée n;
- $Tauxapération_s$  le taux de commission d'apération paramétré pour le segment s;
- $Primes_{s,n}$  le montant des primes acquises hors commissions de l'année projetée n pour le segment s.

Soit  $\sum_s Ap\acute{e}rition_{s,n}$  la commission d'ap\acute{e}rition de l'ann\ee projet\ee n, si  $CommAp\acute{e}ritionAnnuelle > Plafond$ , alors le montant d'ap\acute{e}rition apr\es application du plafond est \eeal \aa :

$$Ap\acute{e}rition_{s,n}^* = Ap\acute{e}rition_{s,n} \cdot \frac{Plafond}{CommAp\acute{e}ritionAnnuelle}$$

Les r\eeultats du plafonnement \aa 50 k\ee et \aa 25 k\ee des montants annuels sont pr\eeent\ees ci-dessous.

Plafond annuel d'ap\acute{e}rition	BE	Marge pour risque	Fonds propres	SCR	Ratio de couverture du SCR
Sans plafond	2 053 k\ee	125 k\ee	4 865 k\ee	1 359 k\ee	358%
25 k\ee	1 811 k\ee	220 k\ee	5 044 k\ee	1 324 k\ee	381%
50 k\ee	1 954 k\ee	215 k\ee	4 941 k\ee	1 350 k\ee	366%

FIGURE 8.5 – R\eeultats du plafonnement des commissions d'ap\acute{e}rition

Le plafonnement des commissions d'ap\acute{e}rition \aa 50 k\ee annuel att\eenu\ee les pertes li\ees aux commissions les 5 premi\eres ann\ees de projection. Il fait cro\eetre les fonds propres de 2% soit 76 k\ee, tandis que le plafonnement \aa 25 k\ee augmente les fonds propres de 4% soit 179 k\ee.

### 8.1.2 Sensibilit\ee aux hypoth\eses de r\eeiliation

La r\eeiliation diminue les primes, provisions et sinistres futurs du portefeuille et g\een\ere des flux de remboursement lorsque le contrat r\eeili\ee a vers\ee une prime unique. L'\eetude de la sensibilit\ee du portefeuille aux taux de r\eeiliation peut renseigner sur l'impact de la mauvaise estimation de ces taux ou de leur d\eeviation des hypoth\eses.

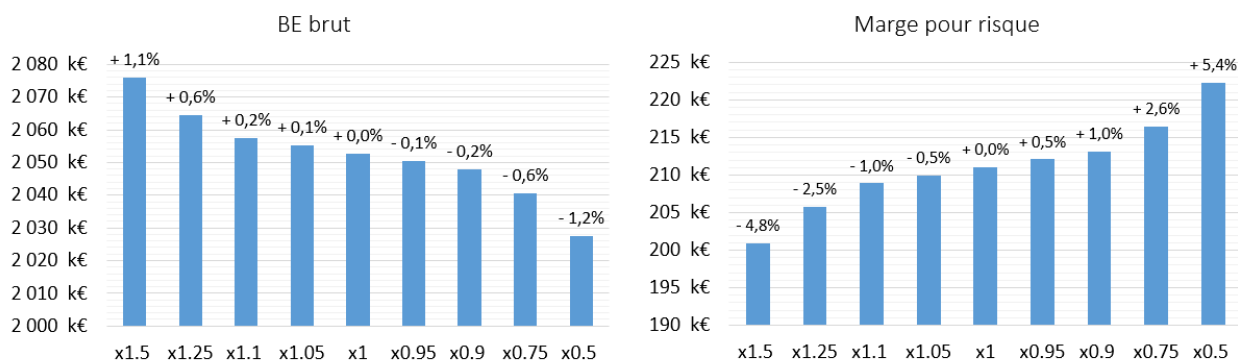


FIGURE 8.6 – Impact des taux de r\eeiliation sur les provisions techniques

Les r\eeultats suivants sont observ\ees :

- le BE augmente avec les taux de r\eeiliations, il semble que les flux de versement de primes rembours\ees ont un poids plus important que les futurs sinistres li\ees aux contrats r\eeili\ees; cependant, les r\eeiliations ont une influence faible sur le BE puisqu'une augmentation de 50 % des taux de r\eeiliation n'augmente le BE que de 1,1% ;
- la marge pour risque est inversement proportionnelle aux taux de r\eeiliation, elle \eevolue avec les taux de r\eeiliation par deux m\eecanismes : l'effet inversement proportionnel sur le SCR hors march\ee ainsi que les prestations futures.

Les provisions techniques, \eegales \aa la somme du BE et de la marge pour risque, sont peu affect\ees par les taux de r\eeiliation; elles varient pour les cas \eetudi\ees de -0,6% \aa 0,6%.

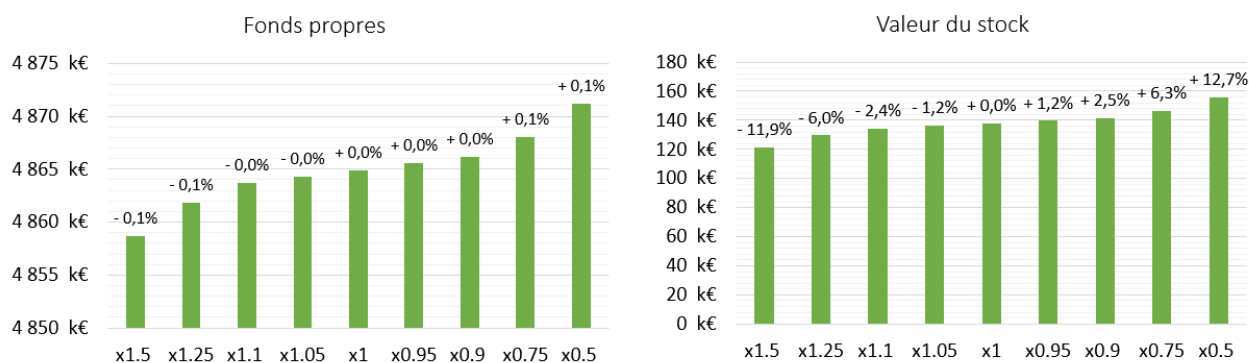


FIGURE 8.7 – Impact des taux de résiliation sur les indicateurs de richesse

La valeur du stock et les fonds propres économiques augmentent lorsque les taux de résiliations diminuent. L'influence des hypothèses sur la valeur du stock, représentant la marge future probable générée par les contrats, est plus importante que sur les fonds propres économiques qui représentent le capital disponible après déduction de tous les engagements.

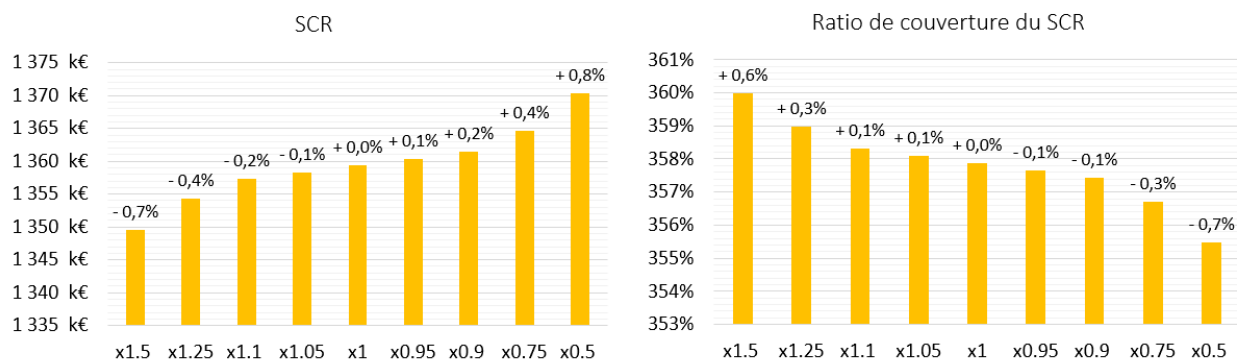


FIGURE 8.8 – Impact des taux de résiliation sur les indicateurs de solvabilité

Le capital de solvabilité requis est inversement proportionnel aux taux de résiliation. En effet, des taux de résiliation plus importants baissent l'exposition du portefeuille aux risques de souscription. Cette baisse est moins prononcée que celle des fonds propres, le ratio de couverture du SCR est par conséquent augmenté avec les taux de résiliation.

### 8.1.3 Sensibilité aux paramètres de réassurance

La réassurance proportionnelle est un moyen pour minimiser les risques encourus par l'assureur, mais implique aussi un partage de ses bénéfices. Les conséquences de la réassurance sur le portefeuille sont analysées dans cette partie. Les tests effectués sont :

- les taux de cession du portefeuille sont fixés à 0%, 25%, 50% 75% et 90%, tous les autres paramètres restant fixes ;
- les taux de commission de réassurance et de participation aux bénéfices sont variés de  $\pm 5\%$  et  $\pm 10\%$  et fixés à 0%, tous les autres paramètres restant fixes.

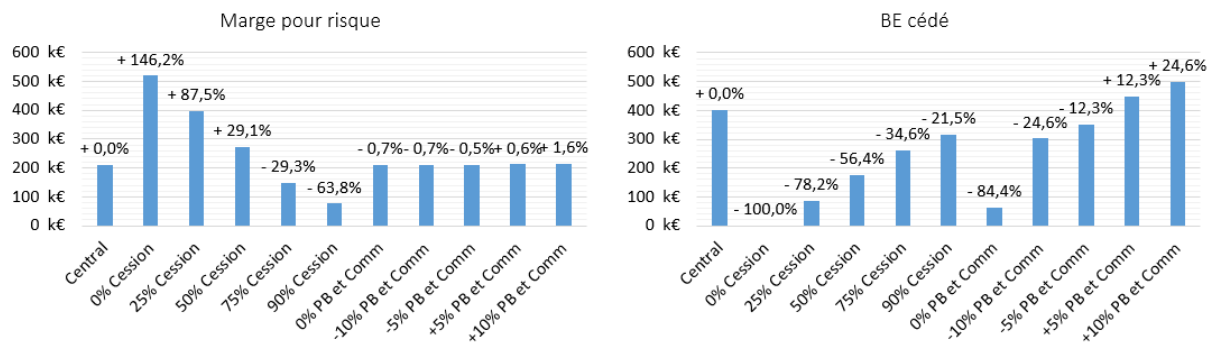


FIGURE 8.9 – Impact des paramètres de réassurance sur les provisions techniques

Les résultats de l'analyse de la sensibilité des provisions techniques aux paramètres de réassurance montrent que :

- les taux de cession ont un effet inversement proportionnel sur la marge pour risque car des taux de cession faibles rehaussent les flux de prestations entrant dans le calcul de la marge pour risque ;
- les taux de commissions et de participation aux bénéfices ont une influence peu notable sur la marge pour risque.
- les taux de cessions ont de façon prévisible sur le BE cédé ;
- les taux de commission et participation aux bénéfices ont aussi un impact fort sur le BE cédé.

Le taux de cession moyen du portefeuille s'élève à 65%, il est intéressant de noter qu'aucun des taux de quote-part uniques appliqués durant les tests ne résulte en des provisions techniques cédées aussi élevées que celles du scénario central.

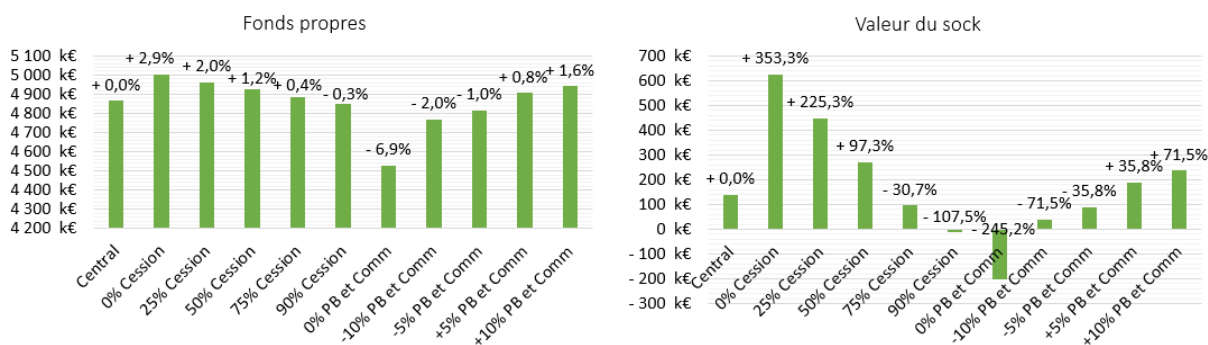


FIGURE 8.10 – Impact des paramètres de réassurance sur les indicateurs de richesse

Les fonds propres économiques ne varient pas fortement avec les taux de cession. Cette variation faible est causée par la compensation entre :

- la variation de la marge pour risque ;
- la variation des provisions cédées ainsi que l'augmentation des actifs liés aux primes qui n'ont pas été cédées.

D'après les deux indicateurs de richesse, la baisse des taux de cession du portefeuille augmenterait les bénéfices de l'assureur.

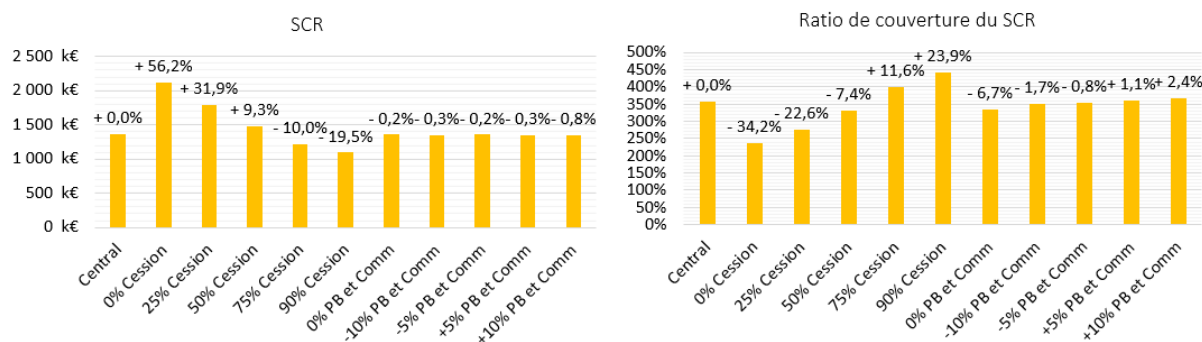


FIGURE 8.11 – Impact des paramètres de réassurance sur les indicateurs de solvabilité

Le SCR évolue dans le sens inverse des taux de cession. La réduction du taux de quote-part affecte les volumes de primes, les capitaux sous risques ainsi que les prestations. L'ensemble des risques de souscription sont ainsi amplifiés.

Mis à part le risque de taux, seuls les risques de résiliation dépendent du taux de participation aux bénéficiaires ou de commission. C'est en particulier le module en non-vie qui présente la variation la plus importante. Elle n'est cependant pas monotone : la charge en capital du risque diminue lorsque les taux de commissions évoluent à la hausse et à la baisse.

La réassurance apporte une amélioration de la solvabilité de l'entreprise, elle diminue l'exigence de capital pour les risques encourus. Le ratio de couverture du SCR reste supérieur à 100% dans tous les scénarios étudiés. Les paramètres de réassurance pourraient être modifiés afin d'améliorer les résultats tout en préservant une bonne couverture des risques.

#### 8.1.4 Conclusion de l'étude de la sensibilité des résultats aux paramètres de passif

Les différents tests de sensibilité effectués contribuent à :

- une meilleure compréhension des interactions entre les paramètres de la modélisation et ses résultats ;
- l'évaluation de l'impact d'hypothèses peu adaptées à la réalité sur les résultats ;
- l'appréciation de l'effet de la variation de paramètres négociés par l'assureur sur ses résultats.

La commission d'apérition est une source de perte de revenus pour la compagnie et constitue un poids en capital réglementaire. Des taux plus bas, ou la mise en place d'un plafonnement permettrait de minimiser son influence.

Si la réalité déviait des hypothèses de résiliation, les résultats n'en seraient pas fortement affectés, à l'exception des estimations de marges futures des produits.

Les paramètres de réassurance actuels apportent une bonne maîtrise des risques du portefeuille. Cependant, une baisse du taux de quote-part augmenterait légèrement les fonds propres de la compagnie tout en conservant une bonne couverture des risques.



## 8.2 Sensibilité des résultats aux paramètres Solvabilité II

### 8.2.1 Détermination du volume de prime du risque de primes et réserves

L'évaluation du risque de primes en non-vie à partir des mesures de volume retenues par les spécifications techniques entraîne la surestimation de ce risque pour les raisons suivantes :

- l'assiette de prime utilisée pour la mesure du volume cédé n'est pas en adéquation avec celle utilisée pour déterminer les cessions au réassureur, cela entraîne une mauvaise prise en compte de l'atténuation par les traités de réassurance;
- l'assiette de prime utilisée inclut les commissions, or celles-ci sont très élevées pour les produits italiens du portefeuille.

La méthode retenue dans le modèle pour obtenir la mesure de volume de prime nette est d'appliquer le taux de cession directement au volume de prime brute. Le volume de prime brute est déterminé selon les préconisations des spécifications techniques.

La figure ci-dessous présente les valeurs du SCR non-vie du risque de primes et réserves en fonction de l'assiette de prime utilisée lors de la détermination de la mesure de volume. Les volumes nets de réassurance ont été obtenus en déduisant les primes cédées au réassureur des volumes bruts pour l'ensemble des assiettes, à l'exception du choix de modélisation.

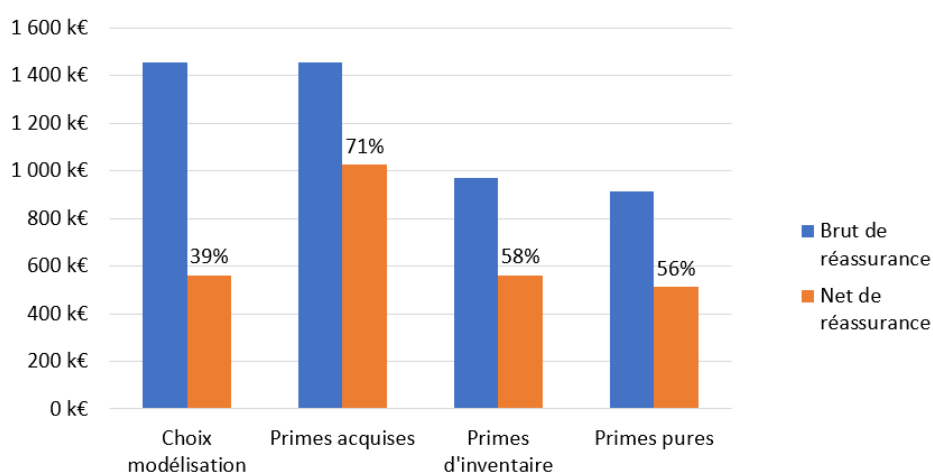


FIGURE 8.12 – SCR non-vie du risque de primes et réserves

La méthode de calcul retenue dans le modèle obtient un SCR net égal à 39% du SCR brut. Le taux de cession moyen du portefeuille s'élève à 61%, l'absorption du risque par la réassurance est bien estimée. Ce n'est pas le cas pour la méthode du référentiel qui sous-estime l'atténuation du risque indépendamment de l'assiette de prime utilisée.

Le choix de la modélisation est justifiable au niveau global du portefeuille. Ce dernier est couvert par différents traités de réassurance. L'impact de ce choix sur des produits et traités différents sera illustré avec les produits CQS et Vivendo.

La figure ci-dessous présente les valeurs obtenues pour le SCR non-vie du risque de primes et réserves du produit CQS.

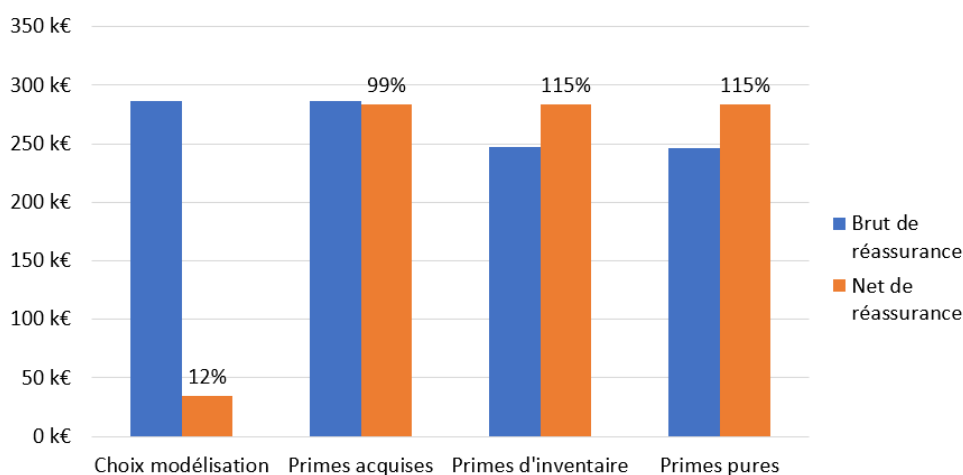


FIGURE 8.13 – SCR non-vie du risque de primes et réserves du produit CQS

Il apparaît que la prise en compte de la réassurance par déduction des primes cédées n'est pas adapté à la nature du produit. En effet, les primes de réassurance des contrats CQS sont obtenues en appliquant un taux de cession en moyenne égal à 88% aux primes émises desquelles sont déduites les remboursements de primes. Or, le produit CQS est caractérisé par un versement en prime unique, la prime émise est donc nulle durant la projection, et devient négative après la déduction des remboursements de primes. Par conséquent, la prime de réassurance est négative et peut entraîner un volume net supérieur au brut.

La figure ci-dessous présente les valeurs obtenues pour le SCR non-vie du risque de primes et réserves du produit Vivendo.

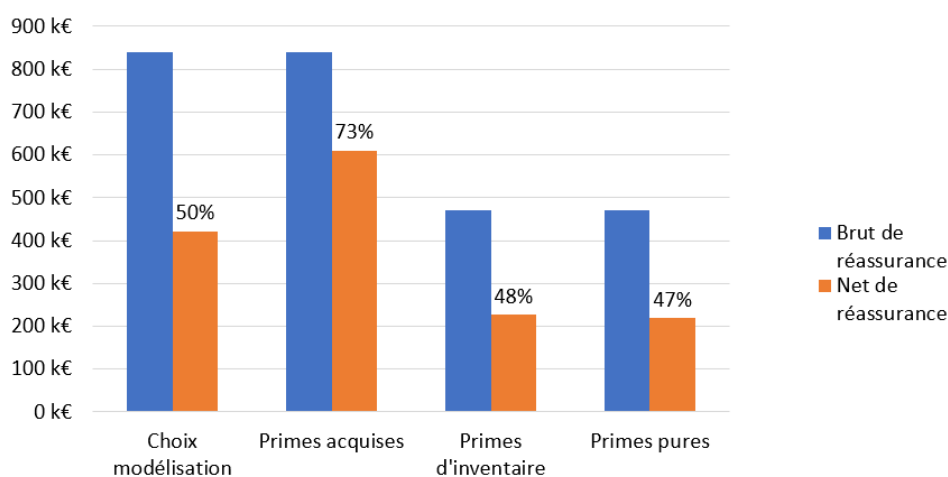


FIGURE 8.14 – SCR non-vie du risque de primes et réserves du produit Vivendo

Le choix d'incorporer les commissions dans le calcul de la mesure de volume multiplie l'exposition au risque par un facteur à peu près égal à 2. La détermination des primes de réassurance pour le produit s'effectue en appliquant un taux de cession de 50% aux primes acquises pures. Or, les taux de chargement du produit sont bas, la cession du risque est donc bien estimée par cette assiette ainsi que celle des primes acquises d'inventaires.

### 8.2.2 Impact de la clause de revoyure Solvabilité II

La clause de revoyure Solvabilité II incluait initialement une révision du calcul du SCR de souscription pour le risque de primes et réserves en non-vie et en santé qui ne sera finalement pas appliquée (EIOPA, 2020). Cette révision aurait entraîné le recalibrage des écarts-types des risques de primes et réserves de certaines lignes d'activité. La branche crédit et caution qui correspond au risque de perte d'emploi de l'activité CQS serait concernée :

- la volatilité du risque de prime augmenterait sensiblement, celle-ci s'établirait à 19% contre 12% actuellement ;
- le risque de réserve évoluerait lui aussi avec une baisse de l'écart-type de la branche de 19% à 17,20%.

En paramétrant les volatilités du risque de primes et réserves à 19% et 17,20%, les évolutions du SCR ci-dessous sont obtenues.

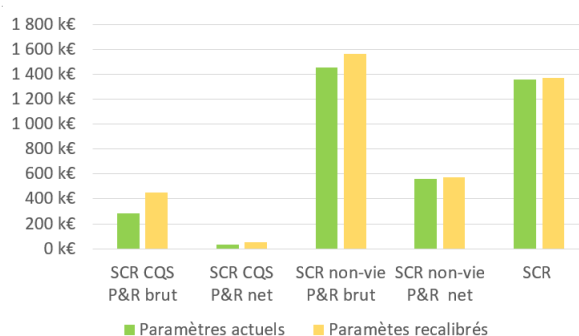


FIGURE 8.15 – Impact de la revoyure sur le SCR

La réassurance importante du produit CQS réduit l'influence de l'évolution des paramètres de volatilité sur l'exigence de capital. En effet, l'application des paramètres recalibrés affecte en variation relative les SCR brut et net de réassurance. Cependant, les variations absolues sont fortement minimisées après l'atténuation. L'augmentation d'une centaine de milliers d'euros du SCR non-vie de primes et réserves brut ne représente plus qu'une hausse d'une dizaine de milliers d'euros. Le SCR total est augmenté de 4 k€.

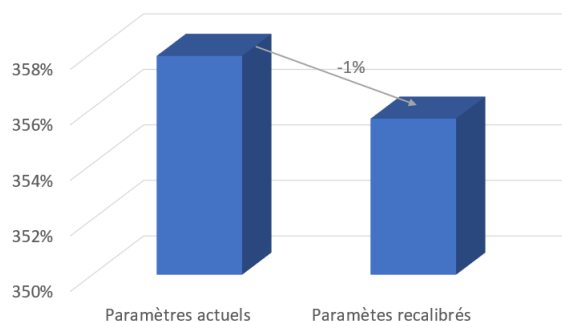


FIGURE 8.16 – Impact de la modification des coefficients de volatilité du risque de primes et réserves sur le ratio de couverture du SCR

La légère hausse du capital requis conduit à une baisse sensible du ratio de couverture du SCR.

Il semble qu'un recalibrage des coefficients de volatilité n'aurait pas un effet marqué sur les indicateurs de solvabilité.

## Chapitre 9

# Enjeux sur le plan stratégique et la commercialisation de nouveaux produits

### 9.1 Impact de la commercialisation d'un nouveau produit

La simulation de l'ajout d'un nouveau produit a deux objectifs :

- tester la flexibilité du modèle et sa capacité à s'adapter à de nouveaux produits;
- analyser les conséquences du développement d'une nouvelle activité sur les résultats du portefeuille et sur sa solvabilité.

La commercialisation d'un contrat d'assurance responsabilité civile automobile a été simulée à l'aide de l'outil développé. Le choix de ce produit a été fait car il présente l'avantage de posséder des coefficients de volatilité faibles en assurance non-vie. Pour le risque de primes et réserves, les coefficients de volatilité s'élèvent respectivement à 10% et 9%. Les paramètres de modélisation de ce produit ont été déterminés à partir de données sur le marché de l'assurance 2019 (ACPR, 2020), ainsi que sur les caractéristiques usuelles des contrats d'assurance automobile :

- le produit fictif est un contrat en primes périodiques;
- son S/P est fixé à 79%;
- son taux de cession en réassurance est fixé à 13 %;
- le taux de commission d'apérition est nul;
- le contrat est souscrit au 31/12 de l'année de début de projection pour une durée d'un an.

L'actif lié à la souscription des primes est investi dans les titres déjà en portefeuille de façon uniforme, de sorte à conserver la même répartition d'actifs.

L'ajout de ce nouveau produit a permis de confirmer le dynamisme de l'outil développé qui s'est bien adapté à son ajout. Mais aussi de relever ses limites lorsqu'il s'agit de l'ajout d'un produit dont les garanties appartiennent à une LoB nouvellement couverte en ce qui concerne le risque de catastrophe non-vie. En effet, les calculs de ce module dépendent de la branche du produit.

Les contrats de responsabilité civile automobile sont concernés par le risque de catastrophe d'origine humaine et s'obtient ainsi avant l'atténuation par la réassurance :

$$SCR_{RC_{automobile}} = \max\left(6\,000\,000; 50\,000 \cdot \sqrt{N_a + 0,05 \cdot N_b + 0,95 \cdot \min(N_b; 20\,000)}\right)$$

Avec :

- $N_a$  le nombre de véhicules assurés pour lesquels la limite présumée du contrat est supérieure à 24 M€;

- $N_b$  le nombre de véhicules assurés pour lesquels la limite présumée du contrat est inférieure ou égale à 24 M€.

Après l'application de la réassurance, le SCR de ce risque atteint 5 220 k€.

La charge en capital du risque de primes et réserves est augmentée, mais le coefficient de volatilité combiné (la volatilité du risque de primes et réserves tenant compte de la diversification géographique) de la branche responsabilité civile automobile s'élève à 10%. Il est inférieur au coefficient de volatilité combiné de 11,9% pour la branche de crédit et cautionnement et 12,9% pour la branche pertes pécuniaires diverses.

Ce gain de volatilité n'est pas suffisant pour absorber le gain important de risque de catastrophe lié à la nouvelle branche. Le SCR s'élève à 5 848 k€, il est plus de 4 fois supérieur à l'exigence de capital initiale.

Un des objectifs de cette partie était de simuler la diversification des produits du portefeuille et d'étudier l'effet de la production de contrats générant un risque de primes et réserves plus faible. L'ajout du produit a entraîné une augmentation importante du risque total du portefeuille, étant donné sa consommation en exigence de capital pour le risque de catastrophe. La diversification du portefeuille n'est donc pas forcément à l'origine d'une meilleure maîtrise des risques.

## 9.2 Amélioration de la rentabilité du produit CQS

L'analyse du produit CQS a permis de conclure que d'après les données disponibles, le produit n'est pas rentable. Cela est dû d'une part à ses résultats négatifs avant l'application de la réassurance, causés par des taux de sinistralité et de commission d'apérition élevés. D'autre part les paramètres de réassurance lui sont fortement défavorables et détériorent un résultat déjà négatif.

Dans cette partie, l'amélioration des résultats bruts sera tentée ainsi que la réduction de l'impact de la réassurance à partir de différents paramètres qui pourraient être renégociés par l'assureur :

- le taux de commission d'apérition : la commission d'apérition versée pour le produit CQS est en moyenne 17 fois supérieure au résultat brut de réassurance;
- le taux de cession au réassureur : l'analyse du chapitre 9 a établi qu'une baisse des taux de cession améliorerait les bénéfices, cependant les traités sont générationnels donc une modification de taux de cession ne s'appliquerait pas aux polices en portefeuille;
- le taux de commission de réassurance : le taux de commission de réassurance peut être un moyen de minimiser les pertes liées à la réassurance;

L'assureur peut par ailleurs apporter des modifications à sa politique de souscription en sélectionnant plus rigoureusement les assurés. Il peut aussi augmenter les taux de chargements pour mieux couvrir ses frais, ces cas ne seront pas l'objet de tests dans cette partie car ils demanderaient la simulation de la souscription de nouveaux contrats qui n'est pas prévu dans l'outil.

### 9.2.1 Réduction du taux de commission d'apérition

Le taux de commission d'apérition, actuellement égale à 20% , a été modifié pour augmenter les bénéfices générés par le produit. L'indicateur retenu pour mesurer les bénéfices futurs est la PVFP.

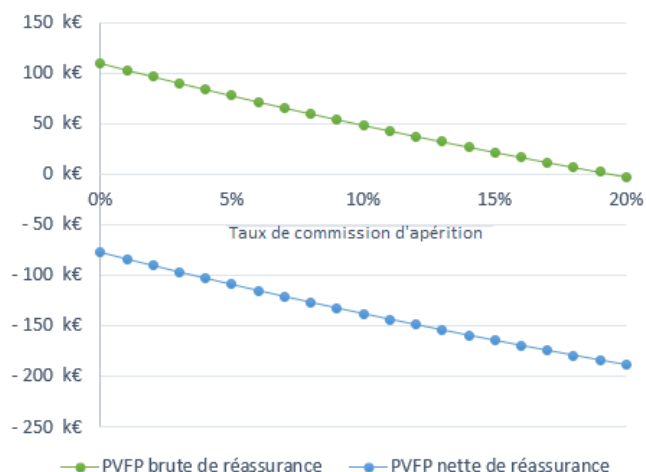


FIGURE 9.1 – Variation de la PVFP du produit CQS en fonction du taux de commission d'apériton

La baisse du taux de commission d'apériton augmente de façon significative la marge générée par les contrats CQS. Même une légère modification du taux de commission de 20 à 17% améliore les résultats futurs de 10 k€.

Néanmoins, cette amélioration est insuffisante pour compenser la perte liée à l'application de la réassurance. Même dans le scénario d'un retrait total de la commission d'apériton, les contrats sont toujours générateurs de perte après application de la réassurance.

### 9.2.2 Modification de la commission de réassurance

Le taux de commission de réassurance du produit CQS est actuellement de 30%.

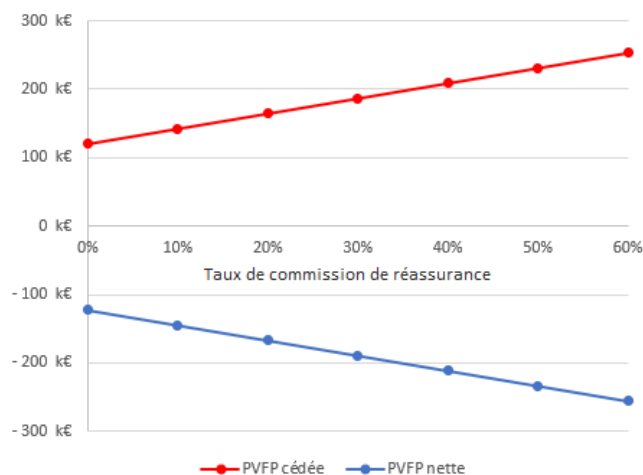


FIGURE 9.2 – Variation de la PVFP du produit CQS en fonction du taux de commission de réassurance

Les résultats observés sont contre-intuitifs : l'augmentation des taux de commissions de réassurance dégrade la PVFP. Ce phénomène provient de la somme des commissions de réassurance projetées négative. En effet, ces commissions sont calculées à partir de la prime cédée en réassurance. Or, cette dernière s'obtient par l'application du taux de cession à la prime émise, après déduction des remboursements de primes, elle est donc négative pour le produit CQS.

La commission de réassurance est censée représenter la contribution du réassureur aux frais déployés par l'assureur pour l'acquisition des polices. La projection est effectuée en faisant l'hy-

pothèse d'un seuil de commission de réassurance à 0€ avec un taux de commission de 30%. La PVFP nette obtenue ainsi est de -119 k€.

### 9.2.3 Modification simultanée des commissions de réassurance et d'apérition

Les résultats de la modification des taux de commission d'apérition avec un seuil de commission de réassurance à 0 € sont présentés ci-après.

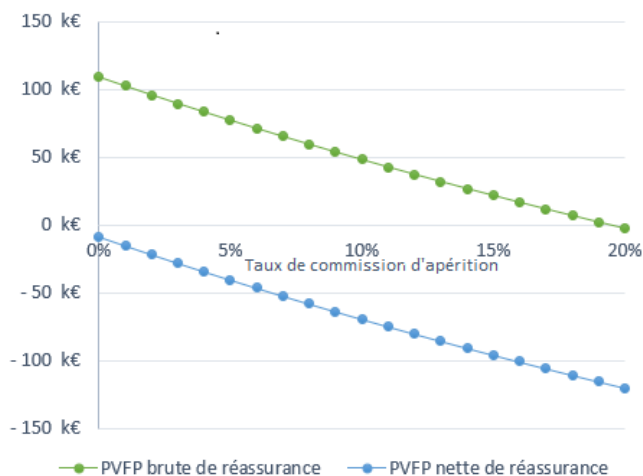


FIGURE 9.3 – Variation de la PVFP du produit CQS en fonction du taux de commission d'apérition avec une commission de réassurance minimale de 0€

La PVFP nette de réassurance reste négative indépendamment du taux de commission d'apérition, cependant une nette amélioration des résultats bruts et nets de réassurance est observée.

## 9.3 Incidence de l'augmentation de la production d'un produit

L'analyse de la rentabilité des produits a révélé précédemment que les garanties chômage des assurances de prêt italiens sont les plus avantageux en matière de compromis sur les bénéfices générés et les risques encourus. Toutefois, ce résultat reposait sur un effectif de contrats en portefeuille beaucoup plus faible que celui des produits principaux. En effet, le volume de prime des contrats d'assurance de prêt italiens ne représente que 21% et 58% du volume des produits Vivendo et CQS respectivement.

L'augmentation du volume suit les étapes suivantes :

- la création de *Model Points* aux caractéristiques similaires à ceux de la base de données;
- la modification du compte de résultat par l'ajout des primes et provisions des nouvelles polices;
- l'augmentation des actifs du portefeuille résultant des primes perçues.

Le volume de polices a été multiplié par 2, 5 et 10. Les résultats de ces opérations sont présentés ci-dessous.

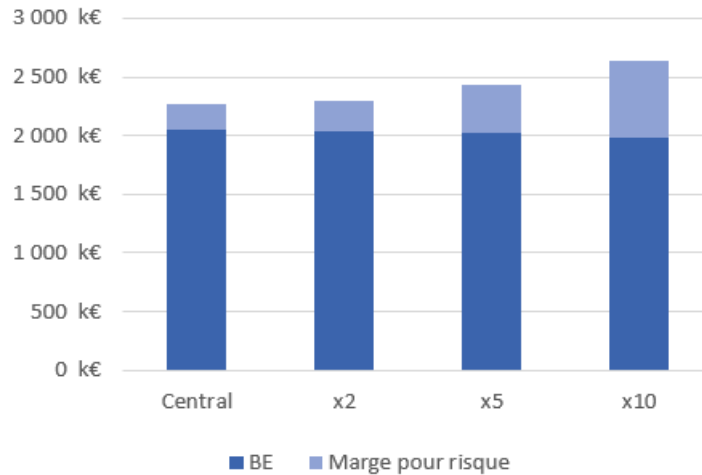


FIGURE 9.4 – Évolution des provisions techniques en fonction du volume des contrats emprunteurs italiens

Les provisions techniques totales augmentent avec le volume de police. Le BE est inversement proportionnel au volume de contrat car le BE du segment est négatif, il réduit donc les engagements totaux du portefeuille. La marge pour risque croît étant donné que les projections de prestations et le le SCR sont plus importants.

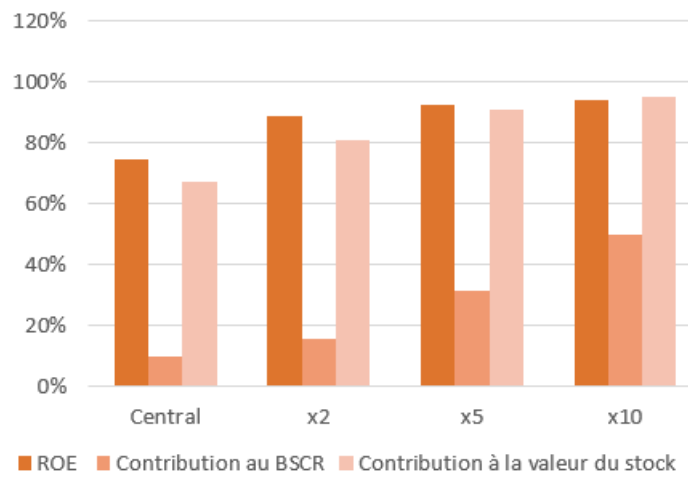


FIGURE 9.5 – Indicateur de la rentabilité et du risque en fonction du volume des contrats emprunteurs italiens

L'augmentation du volume de contrat s'accompagne d'une augmentation de la contribution au BSCR et à la valeur du stock total de ce segment. La hausse des volumes a un effet positif sur leur rentabilité technique.



# Conclusion

L'objet de ce mémoire fut l'application de l'ensemble des calculs relevant du pilier 1 de Solvabilité II au portefeuille de la compagnie AFI ESCA IARD. Celui-ci couvre les garanties non-vie de contrats d'assurance de prêt, crédit et prévoyance.

Le modèle mis en place exécute les calculs imposés par les exigences quantitatives de la réforme Solvabilité II au sein d'un unique outil où les risques du portefeuille sont modélisés par une projection déterministe. L'outil permet de construire un bilan économique, d'établir l'exigence en capitaux propres selon la formule standard et ainsi d'en déduire le ratio de solvabilité de la compagnie.

Le portefeuille sujet de cette étude présente un profil de risque atypique. Cette singularité peut conduire à une mauvaise estimation de son besoin en capital par la formule standard. Il a été démontré par exemple, que la méthode de calcul du risque de primes et réserves précédemment utilisée conduisait à une surestimation de ce risque. Or, un capital de solvabilité plus élevé que la réalité affecte la compagnie en lui imposant une mobilisation de fonds propres trop élevée mais porte aussi atteinte à sa réputation lorsque les indicateurs de solvabilité deviennent trop faibles.

Le modèle présente la flexibilité et le dynamisme attendus, il s'adapte agilement à des altérations. Ces modifications pourraient être l'ajout d'un nouveau produit ou la modification d'hypothèses de passif. Cette flexibilité permet non seulement d'adapter le modèle à des changements du portefeuille, mais aussi de l'utiliser à des fins d'analyse de la rentabilité des produits ou de la sensibilité des résultats à la sinistralité, aux taux de résiliations ou encore aux paramètres de réassurance.

De nombreux tests de sensibilité ont été effectués à l'aide du modèle. Ils ont permis d'approfondir notre connaissance du portefeuille et de faire émerger des axes d'améliorations. En effet, le produit Vivendo génère des bénéfices mais apporte aussi un poids important en matière d'exigence en capital mobilisé. Le produit CQS est une source de perte de revenus pour l'entreprise du fait de ses taux de sinistralités élevés et de ses résultats de réassurance défavorables. Des études ont aussi été menées pour mesurer l'impact de modifications de paramètres pour améliorer son rendement. Toutefois, même dans les scénarios les plus favorables, les résultats du produit demeurent négatifs.

Les études effectuées concernant l'impact de la réassurance ont conclu que la compagnie bénéficierait d'une baisse des taux de réassurance. Elle disposerait ainsi de fonds propres plus élevés tout en assurant une bonne couverture de ses risques.

La sensibilité forte des résultats de solvabilité à certains paramètres a été avérée, tels que la méthodologie de la mesure du volume de prime ou le taux de quote-part. Les fonds propres ont toujours suffi à couvrir l'exigence de capital dans les scénarios étudiés. Il serait tout de même judicieux de suivre cette sensibilité régulièrement, en particulier avec le développement de la compagnie.

Un contrôle des résultats rigoureux demande de comparer les résultats obtenus à ceux générés par l'ancien modèle. Néanmoins, de nombreux changements ont été mis en place lors du développement de l'outil, y compris concernant les méthodes centrales aux projections des résultats. Cela rend cette comparaison complexe. Il est donc difficile d'effectuer un contrôle des résultats obtenus.

nus en les confrontant aux précédents. Les contrôles de la qualité des résultats se sont concentrés sur des vérifications de cohérence entre les données et hypothèses paramétrées et les résultats.

La flexibilité du modèle connaît des limites comme l'évaluation de risques spécifiques à des branches qui ne sont pas encore couvertes. Le modèle constitue tout de même une amélioration puisque les calculs de SCR s'effectuent avec le logiciel Excel et ne nécessitent pas une modification du code VBA, ils sont donc plus faciles à mettre en place.

Les résultats des tests de sensibilité doivent être nuancés, car l'historique peu développé du portefeuille, en particulier sur certains produits, fait peser une incertitude sur les résultats. De plus, le référentiel Solvabilité II emploie un niveau de prudence élevé, ce qui n'est pas le cadre le plus adapté pour une étude de rentabilité.

Les travaux à venir permettront d'avoir une meilleure appréhension des risques encourus par la compagnie lors de la mise en place des calculs du dispositif ORSA.

# Liste des abréviations

**ACPR** Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution.

**BE** *Best Estimate* ou meilleure estimation.

**BSCR** *Basic Solvency Capital Requirement* ou capital de solvabilité requis de base.

**CQS** *Cessione del Quinto di Stipendio* ou cession du cinquième de salaire.

**EIOPA** *European Insurance and Occupational Pensions Authority* ou autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles.

**IBNR** *Incurred But Not Reported* ou sinistre tardif.

**ITT** Incapacité Temporaire de Travail.

**LoB** *Line of Business* ou branche d'activité.

**MCR** *Minimum Capital Requirement* ou minimum de capital requis.

**NAV** *Net Asset Value* ou valeur liquidative.

**ORSA** *Own Risk and Solvency Assessment* ou auto-évaluation de la solvabilité et des risques.

**PPNA** Provision pour Primes Non Acquises.

**PSAP** Provision pour Sinistre à Payer.

**PVFP** *Present Value of Future Profits* ou valeur actuelle des profits futurs.

**QRT** *Quantitative Reporting Template* ou états quantitatifs.

**ROE** *Return on equity* ou rentabilité des capitaux propres.

**RSR** *Regular Supervisor Report* ou rapport régulier au contrôleur.

**SCR** *Solvency Capital Requirement* ou capital de solvabilité requis.

**SFCR** *Solvency and Financial Condition Report* ou rapport sur la solvabilité et la situation financière.

**VaR** *Value at risk*.

**VBA** *Visual Basic for Applications*.

**VIF** *Value In Force* ou valeur des contrats en vigueur.

# Bibliographie

## Cours

- [12] Kevin MA. *Cours de Solvabilité II*. 2020.
- [14] Victoire PIAT. *Cours de provisionnement non-vie*. 2020.

## Mémoires

- [4] Clément AFOUMADO. “Rentabilité et solvabilité d’un portefeuille d’assurance - emprunteur dans le cadre d’un modèle déterministe”. Mémoire de Master. ISFA, 2019.
- [5] Marie AQUINO. “Projection de contrats en unités de comptes dans le cadre de Solvabilité 2”. Mémoire de Master. DUAS, 2015.
- [7] Claire DORNER. “Mise en œuvre du dispositif ORSA pour un portefeuille de garanties complémentaires sur contrats emprunteur”. Mémoire de Master. DUAS, 2016.
- [13] Pierre OTTENWAELTER. “Etude des lois d’incidence des sinistres décès et perte d’emploi des contrats Cessione del Quinto”. Mémoire de Master. Centre d’Études Actuarielles, 2014.

## Ouvrages

- [8] Marie-Laure DREYFUSS. *Les grands principes de Solvabilité 2, 3e édition*. 2015.

## Ressources en ligne

- [1] ACPR. *Les chiffres du marché français de l’assurance 2019*. 2020. URL : <https://acpr.banque-france.fr/les-chiffres-du-marche-francais-de-la-banque-et-de-l-assurance-2019>.
- [3] AFI ESCA IARD. *Rapport sur la solvabilité et la situation financière d’AFI ESCA IARD*. 2020. URL : [https://www.afi-esca.com/wp-content/uploads/2021/05/SFCR\\_AE-IARD-ANNEXE-QRT\\_2020.pdf](https://www.afi-esca.com/wp-content/uploads/2021/05/SFCR_AE-IARD-ANNEXE-QRT_2020.pdf).
- [6] Brice BALAGOUROU et Marie-Catherine SARRAUDY. *SOLVABILITÉ 2 : CLAUSE DE REVOCATION*. 2018. URL : <https://www.optimind.com/medias/documents/3701/solvabilite-2-clause-de-revoiture.pdf>.
- [9] EIOPA. *Opinion on the 2020 review of Solvency II*. Avis sur la révision 2020 de Solvabilité II. 2020. URL : [https://www.eiopa.europa.eu/document-library/opinion/opinion-2020-review-of-solvency-ii\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/document-library/opinion/opinion-2020-review-of-solvency-ii_en).

## Textes règlementaires

- [2] ACPR. *Notice Solvabilité 2, Provisions techniques (y compris mesures « branches longues »)*. Rapp. tech. 2015.

- [10] EIOPA. *Règlement délégué (UE) 2015/35*. Rapp. tech. 2014.
- [11] LÉGISLATION NATIONALE ITALIENNE. *DPR 5 gennaio 1950, n.180*. Article de loi. Décret présidentiel 5 janvier 1950, n.180. 1950.

## Annexe A

# Calculs de la formule standard

### SCR de défaut des contreparties

Pour rappel, l'exigence de capital du risque de contrepartie de type 1 est égale à :

$$\text{SCR}_{(\text{déf},1)} = 3 \cdot \sigma$$

Avec :

- $\sigma$  l'écart-type de la distribution des pertes des expositions de type 1.

$$\sigma = \sqrt{V}$$

$$V = V_{\text{inter}} + V_{\text{intra}}$$
$$V_{\text{inter}} = \sum_{(j,k)} \frac{\text{PD}_k \cdot (1 - \text{PD}_k) \cdot \text{PD}_j \cdot (1 - \text{PD}_j)}{1,25 \cdot (\text{PD}_k + \text{PD}_j) - \text{PD}_k \cdot \text{PD}_j} \cdot \text{TLGD}_j \cdot \text{TLGD}_k$$
$$V_{\text{intra}} = \sum_j \frac{1,5 \cdot \text{PD}_j \cdot (1 - \text{PD}_j)}{2,5 - \text{PD}_j} \cdot \sum_{\text{PD}_j} \text{LGD}_i^2$$

Avec :

- $V$  la variance de la distribution des pertes des expositions de type 1 ;
- $j, k$  l'ensemble des expositions sur signature unique ;
- $\text{TLGD}_j, \text{TLGD}_k$  la somme des pertes en cas de défaut sur les expositions de type 1  $j$  et  $k$  ;
- $\text{PD}_j, \text{PD}_k$  la probabilité de défaut des expositions de type 1  $j$  et  $k$ .

### MCR

$$\text{MCR} = \max(\text{MCR}_{\text{combiné}}; \text{AMCR})$$

Avec :

- $\text{AMCR}$  le seuil plancher absolu, il dépend des activités couvert et est égal dans cette étude à 3 700 k€.

$$\text{MCR}_{\text{combiné}} = \min(\max(\text{MCR}_{\text{linéaire}}; 0,25 \cdot \text{SCR}); 0,45 \cdot \text{SCR})$$

Avec :

- $\text{MCR}_{\text{linéaire}}$  le minimum de capital requis linéaire, il se réduit ici à sa composante non-vie.

$$\text{MCR}_{\text{linéaire, non-vie}} = \sum_s \alpha_s \cdot \text{TP}_{(\text{non-vie}, s)} + \beta_s \cdot P_s$$

Avec :

- s l'ensemble des segments définis par les spécifications techniques Solvabilité II;
- $\text{TP}_{(\text{non-vie}, s)}$  les primes émises nettes de réassurance pour le segment s au cours des 12 derniers mois;
- $P_s$  le BE du segment s;
- $\alpha_s$  un facteur afférent aux provisions techniques pour le segment s;
- $\beta_s$  un facteur afférent aux primes émises pour le segment s.

Branche	Alpha	Bêta
Frais médicaux	4,7%	4,7%
Protection du revenu	13,1%	8,5%
Accident du Travail	10,7%	7,5%
Responsabilité Civile Auto	8,5%	9,4%
Véhicules Motorisés (Auto)	7,5%	7,5%
Marine, Aviation, Transport	10,3%	14,0%
Incendie	9,4%	7,5%
Responsabilité des tiers	10,3%	13,1%
Crédit-Cautions	17,7%	11,3%
Protection Juridique	11,3%	6,6%
Assistance	18,6%	8,5%
Autres pertes pécuniaires	18,6%	12,2%
Réass NP "Casualty"	18,6%	15,9%
Réass NP "MAT"	18,6%	15,9%
Réass NP "Property"	18,6%	15,9%
Réass NP Santé	18,6%	15,9%

FIGURE A.1 – Facteurs du calcul du MCR par segment Solvabilité II

## Annexe B

# Matrices de corrélation de la formule standard

### Matrice de corrélation du BSCR

	Marché	Défaut	Vie	Santé	Non-vie
Marché	100%	25%	25%	25%	25%
Défaut	25%	100%	25%	25%	50%
Vie	25%	25%	100%	25%	0%
Santé	25%	25%	25%	100%	0%
Non-vie	25%	50%	0%	0%	100%

FIGURE B.1 – Matrice de corrélation du BSCR

### Matrice de corrélation du SCR de marché

	Taux	Action	Immobilier	Spread	Change	Concentration
Taux	100%	0%	0%	0%	25%	0%
Action	0%	100%	75%	75%	25%	0%
Immobilier	0%	75%	100%	50%	25%	0%
Spread	0%	75%	50%	100%	25%	0%
Change	25%	25%	25%	25%	100%	0%
Concentration	0%	0%	0%	0%	0%	100%

FIGURE B.2 – Matrice de corrélation du SCR de marché dans un scénario de hausse des taux

	Taux	Action	Immobilier	Spread	Change	Concentration
Taux	100%	50%	50%	50%	25%	0%
Action	50%	100%	75%	75%	25%	0%
Immobilier	50%	75%	100%	50%	25%	0%
Spread	50%	75%	50%	100%	25%	0%
Change	25%	25%	25%	25%	100%	0%
Concentration	0%	0%	0%	0%	0%	100%

FIGURE B.3 – Matrice de corrélation du SCR de marché dans un scénario de baisse des taux



## Matrice de corrélation du SCR de défaut des contreparties

	Type 1	Type 2
Type 1	100%	75%
Type 2	75%	100%

FIGURE B.4 – Matrice de corrélation du SCR de défaut

## Matrice de corrélation du SCR de souscription non-vie

	Primes & Réserves	Résiliation	CAT
Primes & Réserves	100%	0%	25%
Résiliation	0%	100%	0%
CAT	25%	0%	100%

FIGURE B.5 – Matrice de corrélation du SCR de souscription non-vie

## Matrice de corrélation du SCR de souscription en santé

	Santé NSLT	Santé SLT	CAT
Santé NSLT	100%	50%	25%
Santé SLT	50%	100%	25%
CAT	25%	25%	100%

FIGURE B.6 – Matrice de corrélation du SCR de souscription santé