

**Mémoire présenté devant l'ENSAE ParisTech  
pour l'obtention du diplôme de la filière Actuariat  
et l'admission à l'Institut des Actuaires**

le \_\_\_\_\_

Par : Emma GONDRAN et Romain LAGRESLE

Titre: Appétence au risque et allocation de capital à partir de critères de  
performance sous Solvabilité 2

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

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

Membre présents du jury de l'Institut  
des Actuaires signature

Entreprise :

Nom : MAZARS

Signature :

Membres présents du jury *de la filière*

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Grégory BOUTIER

Signature :

Invité :

Nom : Louis-Anselme de Lamaze

Signature :

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

Signature du responsable entreprise

Secrétariat

Signature du candidat

*Bibliothèque :*

Ecole Nationale de la Statistique et de l'Administration Economique (ENSAE)  
3, Avenue Pierre Larousse – 92245, MALAKOFF CEDEX, FRANCE

# Appétence au risque et allocation de capital à partir de critères de performance sous Solvabilité 2

---

EMMA GONDRAN et ROMAIN LAGRESLE

**Mots clés :** *Solvabilité 2, Formule Standard, ORSA, appétence au risque, allocation de capital, méthode de Shapley, mesures de performance*

---

La Directive Solvabilité 2, attendue pour 2016, exige des entreprises du secteur assurantiel de détenir un montant de capital cible dans leurs fonds propres : le *Solvency Capital Requirement* (SCR). Ce capital doit permettre à ces organismes d'éviter une ruine dans l'année avec une 99,5%. Le SCR peut être calculé de différentes manières :

- soit à l'aide de la « formule standard », proposée par le régulateur,
- soit à l'aide d'un « modèle interne », pensé et développé par la compagnie, et validé par le régulateur.

La Directive s'articule autour de trois piliers : un premier pilier quantitatif de mesure de l'exposition au risque et de calcul de capital à mobiliser face à ces risques ; un second pilier plus qualitatif, insistant sur la gouvernance des entreprises et le rôle des régulateurs nationaux, et enfin un troisième pilier, axé sur la diffusion simple et rapide de l'information entre les différentes parties prenantes à l'évaluation des risques (équipes au sein de l'entreprise, comité de direction, superviseurs, etc). Dans le cadre du pilier 2 (article 45 de la Directive) il est proposé une méthode de mise en place d'un processus d'évaluation de son exposition et de sa solvabilité propre, en tant qu'organisme d'assurance. C'est le processus ORSA (*Own Risk and Solvency Assessment*).

Le but de l'ORSA est, pour une entreprise, d'identifier son profil de risque, c'est-à-dire son exposition constatée (empirique) aux risques. Cela engendre une cartographie des risques par l'entreprise, qu'elle doit suivre de façon rigoureuse dans le temps. L'idée est que ce suivi, nourri d'études de sensibilité à d'éventuelles évolutions du profil de risque, soit fait de façon prospective à court et moyen terme (de 3 à 5 ans). Ainsi, l'ORSA s'avère être un véritable outil stratégique, dans la mesure où il permet de mesurer l'impact à moyen terme des décisions prises, à toutes les échelles du management. Il repose en partie sur la notion d'appétence au risque.

## **Appétence au risque et gestion stratégique d'une entreprise**

L'appétence au risque est « *le niveau de risque agrégé qu'une entreprise accepte de prendre en vue de poursuivre son activité* »<sup>1</sup>. Définie par la direction d'une entreprise à partir du profil de

---

<sup>1</sup> *Appétence au risque : intégration au pilotage d'une société d'assurance*, P. Théron et P. Valade, 2011

risque de cette-dernière, l'appétence devient un objectif et un cadre à respecter par la stratégie commerciale de l'entreprise. Elle doit donc s'appuyer sur des critères de performance pour assurer la pérennité de l'activité, et être déclinée aux unités opérationnelles de l'entreprise.

Pour déterminer l'appétence au risque de l'entreprise fictive d'assurance non-vie (n'ayant pas développé de modèle interne) sur laquelle nous avons travaillé, et pour répondre aux exigences de l'ORSA, nous avons construit un outil de projection des bilans comptable (Solvabilité 1) et économique (Solvabilité 2) sur un horizon de 5 ans. Ceci nous a permis dans un premier temps d'identifier le profil de risque de l'entreprise. Dans un deuxième temps, à partir de différents indicateurs de performance, nous avons défini l'appétence au risque de l'entreprise comme étant le respect d'un niveau minimal de ratio de couverture de 125%, avec un tolérance de -5% en cas de choc inattendu – un seuil d'alerte est fixé à 120%, en dessous duquel l'entreprise enclenche une procédure de redressement de sa solvabilité.

Une fois l'appétence au risque définie sur la base du ratio de couverture, il est nécessaire de comprendre comment chaque sous-module de risque y contribue, et sur lesquels il faut investir par rapport à d'autres (notamment dans une optique de performance). Cela s'apparente donc à une problématique d'allocation de capital.

### **Allocation de capital**

Il existe différentes méthodes d'allocation du capital, et l'organisme d'assurance doit choisir celle qui lui est la plus adaptée. L'organisme d'assurance dispose en effet d'une enveloppe de risque totale qui a été calculée lors de l'étape de définition de l'appétence au risque. La compagnie peut ainsi souhaiter allouer ce capital afin de déterminer la consommation optimale en capital de chaque module de risque ; le capital sera donc ventilé sur l'ensemble des modules de risque. Une telle démarche peut être motivée par le calcul des différents indicateurs (rentabilité du risque par module, minimisation du risque total, etc.)

A la différence des formules de calcul des exigences réglementaires qui suivent une approche « bottom up », l'allocation de capital est une approche « top down » ; qui se déroule en deux étapes :

- Déclinaison de l'appétence au risque sur les modules de risque (marché, souscription, défaut)
- Choix des critères et optimisation de ces derniers par module

Parmi les différentes méthodes d'allocation présentées dans la littérature, méthode proportionnelle, méthode marginale, méthode de Shapley, nous avons étudié plus particulièrement la méthode la méthode de Shapley.

Le principe est le suivant. Nous calculons une contribution au risque global de chaque module, qui servira alors de clé d'allocation du capital lors de la descente de l'enveloppe d'appétence au risque. De fait, après la présentation théorique des méthodes envisagées dans le cadre de notre étude, nous avons identifié une méthode cohérente afin de répondre à cette problématique : la méthode de Shapley. Cette méthode discrète, développée dans le cadre de la théorie des jeux, peut s'appliquer à une problématique d'allocation de capital. En effet, chaque module de risque correspond à un joueur du jeu considéré pour la méthode de Shapley, à qui l'on affecte une

fonction de coût qui sera, dans notre cas, le montant de risque associé (ici, la mesure est le SCR, calculé à l'aide de la formule standard)

Cette méthode permet de calculer la moyenne des contributions marginales de chaque module à la totalité des ensembles possibles constitués par les-dits modules. Ainsi, sur la base de cette moyenne des contributions, il est possible de définir une clé d'allocation qui nous permet d'allouer le capital (ici SCR, par extension, BSCR) disponible dans l'enveloppe d'appétence au risque.

Une fois l'allocation optimale au sens de Shapley obtenue, nous avons étudié la sensibilité de cette allocation aux hypothèses de projection afin de tester la robustesse du résultat fourni. Les hypothèses de sinistralité ont été choquées et nous avons observé une sensibilité marquée de l'allocation obtenue à l'aide de la méthode de Shapley.

La bonne définition des hypothèses de projection par la direction au moment de la mise en place de l'appétence au risque semble donc être une étape primordiale qui influence de manière conséquente les allocations de capital sur les modules.

Une fois les enveloppes de risques par modules allouées, il convient de se concentrer sur les problématiques d'optimisation de chaque module.

- Le module marché

Les hypothèses qui influencent le résultat ainsi que le SCR marché que la direction peut décider de modifier sont l'allocation stratégique d'actifs (i.e. la répartition de la valeur de marché du portefeuille d'actifs entre les différentes classes d'actif – actions, obligations, immobilier, monétaire). En effet, les hypothèses de rendement ainsi que les caractéristiques du portefeuille d'actifs sont définies lors de la mise en place du business plan de l'entreprise.

Afin d'optimiser l'utilisation du capital affectée au module marché, la détermination d'un critère de sélection est primordiale. Parmi les critères envisageables, nous avons retenu le critère de maximisation du résultat sous contrainte de SCR, en faisant l'hypothèse que la totalité du SCR serait consommé. Au travers la résolution d'un programme de maximisation du résultat sous contrainte de SCR (en ajoutant des contraintes de minimum de poids d'un actif dans le portefeuille global), nous avons obtenu une allocation stratégique d'actif.

Toutefois, suite à la mise en œuvre de sensibilités sur les hypothèses de rendement et sur les contraintes de SCR, nous avons constaté que l'allocation était très variable, ce qui tend à mettre en avant l'importance de la pertinence des hypothèses utilisées lors de ces calculs.

- Le module souscription

La direction peut décider de modifier l'allocation du volume de primes global entre les différentes LOB lors de l'optimisation du module de souscription. Afin d'étudier les différentes possibilités d'allocation de primes, nous avons mis en place une méthode par pas qui est la suivante :

Dans la limite du volume de primes global, le montant de primes associé à chaque LOB variera entre sa limite minimale et sa limite maximale, à l'aide d'un pas de 100. Les informations

relatives à chaque scénarii sont alors extraites du modèle et seront utilisées pour la sélection du scénario optimal (résultat net, BSCR, SCR, SCR souscription, etc...).

A l'instar du module de marché, à l'aide de sensibilités sur les hypothèses de sinistralité ainsi que sur les critères utilisés (ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$ , maximisation de résultat, minimisation de SCR, etc.), nous avons pu observé que ces éléments jouent un rôle prépondérant dans la détermination de l'allocation optimale.

- Le module défaut

Le module de défaut concerne la politique de réassurance. La direction de l'entreprise peut faire varier sa stratégie de réassurance afin de modifier son exposition au risque ainsi que son résultat.

Le programme d'optimisation appliqué pour ce module est un programme de maximisation de résultat sous contrainte de SCR (déterminée lors de la première étape de l'appétence au risque). A l'aide des sensibilités, nous avons pu identifier le fait que le choix de la modification à appliquer à la réassurance influence très fortement les allocations et donc les résultats.

En effet, la direction peut choisir de modifier un seul programme de réassurance (pour une seule branche d'activité), les trois programmes indépendamment les uns des autres ou les trois programmes d'une seule manière. Ces trois possibilités offrent des allocations et des résultats différents.

Finalement, nous proposons une allocation optimale au sens de Shapley et des critères que nous avons sélectionnés et nous présentons la situation projetée de l'entreprise suite à cette réallocation de capital.

Ainsi, nous proposons une méthode opérationnelle afin d'allouer le capital et d'optimiser la performance d'une entreprise tout en mettant en avant les limites et les enjeux que notre étude soulève, tant sur la problématique du choix des méthodes à appliquer (et ainsi du besoin de complexité du modèle utilisé) que la problématique de l'importance de la pertinence de la définition de l'appétence au risque et des critères de sélection qui seront utilisés au cours du processus d'allocation.

# Risk Appetite and Capital Allocation based on performance criterions under Solvency 2

---

EMMA GONDRAN and ROMAIN LAGRESLE

**Key words :** *Solvency 2, Standard Formula, ORSA, Risk Profile, Risk Appetite, Capital Allocation, Shapley method, performance measures*

---

The Solvency 2 European Directive, which should be enforced in January 2016, aims at reinforcing the insurance sector industries' solvency. A Solvency Capital Requirement (SCR) computation framework is therefore either furnished by the EIOPA (Standard Formula), or developed by companies and approved by national control authorities (Partial or Complete Internal Model). The aim of the SCR is to prevent a company to default during the year with a probability of 99,5%.

The Directive's structure relies on three pillars:

- Pillar 1 defines the quantitative requirements in terms of risk and solvency capital,
- Pillar 2 defines the qualitative requirements and the scope of intervention of national control authorities,
- Pillar 3 defines the rules of transparency and document publication.

The Directive insists in Pillar 2 on the importance for companies to implement an efficient risk management process, proper to its specificities (article 45). This process is called the ORSA (Own Risk and Solvency Assessment) process.

ORSA's aim is first to identify the risk profile of the company, that is the empirical exposure to risks. Risks need to be mapped and rigorously monitored through time, so that the profile risk is always adjusted to the real situation of the company. As a consequence of the time dimension of this process, long and short term (from 3 to 5 years) accounting and regulatory projections need to be lead. The ORSA process is therefore a risk-based strategic tool that helps the company to measure the impacts of its strategic orientations and relies on its risk appetite.

## **Risk Appetite and corporate strategy**

Risk appetite is defined as "*the aggregated level of risk that a company is ready to bear in order to continue its activity*"<sup>2</sup>. Based on the company's risk profile, and decide by the top management, the risk appetite becomes both a strategic goal and frame to respect in order to grow. It must therefore rely on performance criterions and be declined to operational units of the company.

---

<sup>2</sup> *Appétence au risque : intégration au pilotage d'une société d'assurance*, P. Théron et P. Valade, 2011

We have worked on a fictive non-life insurance company that has no internal model to study the risk appetite definition problem. In order to meet the ORSA requirements and to analyze the risk appetite of the company, we have built a five year projection tool of accounting and regulatory requirements. It we have studied different performance criterions, and decided to define the risk appetite as always having a cover ratio (economic capital on SCR) of 125%. A limit has been fixed at 120%, beyond which the company necessarily launches a process to correct its solvency situation.

Once the risk appetite defined, the key process is to understand how the different risk modules contribute to the company's global risk, so that investments can be made proportional to these contributions (on a performance point of view). This is similar to a capital allocation process, which we have implemented in our thesis.

### **Capital Allocation**

There are various methods available in order to perform capital allocation, and the insurance company must choose the one that better fits its goals and means. During the definition of the risk appetite, the organism is given a amount which is supposed to fit the risk that the company is willing to take within the boundaries of its activity. The aim of the company can be to optimized to consummation of capital for each segment of risk: the capital will thus be redistributed among the risk segments. An approach as such can be motivated by the calculation of various indicators (profitability of the risk per segment, minimization of the total risk, etc.)

While the formulas for the calculation of the regulatory capital requirements is a "bottom up" approach, capital allocation is a "top down" approach; which is divided into two steps:

- Distribution of the risk appetite between the risk segments (Market, Non-life, Default)
- Selection of the criteria and optimization of the latter for each segment

Among the various methods described in the literature, the proportional method, the marginal method, the Shapley method, we chose to focus on the Shapley method.

The different steps of capital allocation are described as follows. We computed a contribution toward the global risk for each segment of risk, which will be used to determine an allocation key for the distribution of the amount of risk appetite among the various segments. After a brief description of the methods, we identified a coherent method for capital allocation: the Shapley method. This is a discrete method, developed within the boundaries of game theory, which can be applied to a capital allocation problem. Each segment will be considered as a player for the game and the cost function will be the risk mesure.

This method allows the computation of the mean of the marginal contribution of each player among the possibilities of coalitions between all players. Based on those contributions, we can therefore calculate an allocation key with which we will distribute the capital (SCR, and by extension, BSCR).

After the optimal Shapley allocation has been determined, we studied the sensitivity of this allocation regarding the regarding the projection hypothesis to analyze the toughness of this result. The loss ratio hypothesis has been changed and we noticed that the allocation is quite sensitive toward those.



It thus seems that the definition of projection hypothesis (performed by the operational teams and validated by the board) is a key step in the capital allocation process due to the great influence it has on the results.

After the distribution of the risk appetite among the risk segments, we can focus on the optimization within each segment.

- Market

The hypothesis which the board can choose to modify is the strategic asset allocation (i.e. the distribution of the portfolio market value among the different asset types – Equity, Property, Bonds, Cash) because the return hypotheses have been defined within the business plan.

In order to optimize the use of the capital affected to the market segment, the choice of a selection criterion is key. Among the available criteria, we chose to maximize the net result within a constraint regarding the SCR market, with a complete consumption of the risk capital available. We also forced each asset type to a minimum of 5%. Thus, we were able to derive a strategic asset allocation.

The study of sensitivities regarding the hypotheses of return and the SCR constraint showed the high volatility of the allocation, which shed light onto the need of the relevance of the hypotheses.

- Non-Life

While the global amount of premium is fixed within the business plan, the board can choose to modify the repartition of the premium among the different lines of business (LOB) in order to optimize the result and the capital consumption of the Non-Life segment.

To study the multitude of possibilities of premium allocation, we used a “Monte-Carlo” based method: within the limit of the global amount of premium, each LOB will be affected an amount of premium which will vary between its lower bound and its upper bound, with an 100 k€ step between each possibility. The information relevant to the analysis are then extracted from the model we developed and will be used to select the optimal scenario (SCR, BSCR, net result, Non-Life SCR, etc.)

Much like the market segment, based on the sensitivities we performed regarding the loss ratio and the selection criteria we used (ratio  $\frac{Net\ result}{SCR}$ , result maximization, SCR minimization, etc.), we were able to notice the significant role those hypotheses play within the definition of the optimal premium allocation.

- Default

The default segment tackles the reinsurance issue. The board can choose to change its reinsurance strategy in order to influence its risk or its result.

The optimization program used for this segment is a maximization of result within the a SCR constraint (which is determined in the first step of the capital allocation process). Using the outputs of the sensitivities, we were able to point out that the orientation given to the change regarding the reinsurance strategy influence the result and the optimal allocation.

The board can decide to modify the reinsurance treaty for a single LOB, for each LOB independently or for the all the LOB in the same way. Each of these three possibilities provided us with a different result and a different allocation.

Lastly, we offer an optimal capital allocation regarding the Shapley method and the selection of criteria we decided to use within each segment and we display the projected financial situation of the company using this new allocation.

Therefore, we proposed an operational process for capital allocation and performance optimization (via the optimization within each segment). We also provided the reader with the stakes and the limits our study points out: the choice of the methods (and the degree of complexity of the model), the relevance of the hypotheses formulated (loss ratio, return, etc.) and the criteria which are used have an impact on the outcome of the process.

# Remerciements

---

Nous souhaitons remercier Louis-Anselme de Lamaze et Grégory Boutier, de Mazars Actuariat, qui nous ont suivis, guidés et aidés à progresser dans notre travail.

Nous les remercions vivement pour leurs investissements ainsi que leurs conseils exprimés tout au long de ce projet.

Nous tenons aussi à remercier toutes les personnes qui nous ont soutenus et aidés à mener ce mémoire à son terme.

# Table des matières

## Introduction

<b>1. Cadre réglementaire – Solvabilité 2</b> .....	<b>16</b>
1.1. Les trios piliers de solvabilité 2.....	17
1.1.1. Pilier 1 : les exigences quantitatives	
1.1.2. Pilier 2 : les exigences qualitatives	
1.1.3. Pilier 3 : communication et transparence	
1.2. La Formule Standard dans la Directive Solvabilité 2 – Focus sur le pilier 1.....	20
1.2.1. Construction du bilan économique solvabilité 2	
1.2.2. Identification et agrégation des risques – calcul du SCR	
<b>2. Processus Own Risk and Solvency Assessment (ORSA)</b> .....	<b>32</b>
2.1. Définitions et lignes directrices de Solvabilité 2 .....	32
2.2. Mise en œuvre du processus ORSA .....	35
<b>3. Appétence au risque</b> .....	<b>38</b>
3.1. Quelques définitions et concepts préliminaires .....	38
3.2. Intégration de l'appétence au risque dans le pilotage de l'entreprise .....	39
3.2.1. Les parties prenantes au pilotage et leurs attentes	
3.2.2. Le processus d'intégration de l'appétence au risque	
3.3. Détermination de l'appétence au risque selon des critères de performance .....	42
3.3.1. Les mesures de performance et d'appétence au risque d'une compagnie d'assurance non vie	
3.3.2. Détermination de l'appétence au risque	
3.4. Déclinaison de l'appétence au risque aux différentes branches de la compagnie : méthodes d'allocation de capital .....	46
3.4.1. Minimisation du risque	
3.4.2. Méthodes proportionnelle et marginale	
3.4.3. Méthode de Shapley	
<b>4. Mise en œuvre</b> .....	<b>50</b>
4.1. Introduction – présentation de l'entreprise étudiée .....	50
4.2. Construction d'un outil/bilan prospectif .....	50

4.2.1.	Hypothèses du scénario central de l'outil	
4.2.2.	Construction du bilan comptable 2011	
4.2.3.	Construction du bilan économique 2011	
4.2.4.	Projection des bilans comptable et économique	
4.2.5.	Bilan économique prospectif	
4.2.6.	Etats financiers de l'entreprise et bilan économique	
4.3.	Exigences réglementaires .....	65
4.3.1.	Simplifications apportées au modèle	
4.3.2.	Le capital ORSA	
4.3.3.	Résultats	
4.4.	Détermination de l'appétence au risque dans le cadre de l'entreprise non-vie .....	68
4.4.1.	Identification du profil de risque de l'entreprise	
4.4.2.	Détermination de l'appétence au risque	
4.5.	Descente de l'appétence au risque par méthode d'allocation de capital .....	75
4.5.1.	Contexte et situation initiale	
4.5.2.	Répartition du BSCR sur les différents modules	
4.5.3.	Optimisation des modules de risque	
4.5.4.	Présentation des résultats de l'allocation retenue	

## **Conclusion**

Annexe 1 : Méthode Chain Ladder

Annexe 2 : Index des Figures

Annexe 3 : Index des Tableaux

Bibliographie

# Introduction

---

La directive Solvabilité 2, attendue pour janvier 2016, exige des entreprises du secteur assurantiel qu'elles déterminent et évaluent un capital économique mobilisé pour garantir leur solvabilité. Ce capital réglementaire est défini de sorte à leur permettre de ne pas faire faillite dans un an avec une probabilité de 99,5%. Il peut être calculé de deux façons :

- A l'aide de la formule standard, proposée par l'EIOPA dans les mesures d'applications de la Directive (Spécifications Techniques QIS 5),
- A l'aide d'un modèle interne, partiel ou complet, développé par l'entreprise et approuvé par le superviseur (l'ACP en France).

L'article 45 de la Directive évoque la possibilité que les formules réglementaires de quantification du capital économique ne soient pas adaptées aux spécificités des entreprises, et insiste sur la mise en place d'un processus intégré de quantification et gestion des risques, l'ORSA<sup>3</sup>. Ce dernier doit permettre d'« *identifier, évaluer, contrôler, gérer et rendre compte des risques à court terme et à long terme de l'entreprise et déterminer les fonds propres nécessaires pour satisfaire le besoin global de solvabilité à tout moment* ». Au-delà du calcul de capital réglementaire, le régulateur incite les entreprises du secteur à démontrer leur capacité à évaluer et maîtriser leur profil de risque à tout moment, et de veiller à maintenir un niveau de capitalisation adéquat. Cela induit notamment la définition d'objectifs de prise de risque précis, sur lesquels s'appuiera la stratégie globale de l'entreprise.

Ces objectifs fixés par les directions d'entreprises en fonction de leurs profils de risques et définissent un cadre de mise en application de leurs stratégies commerciales. C'est le principe de la détermination de l'appétence au risque des entreprises, *ie.* d'une enveloppe globale de risque qu'une entreprise accepte d'assumer en vue de poursuivre son activité, et qu'elle doit décliner aux niveaux opérationnels de son organisation dans le cadre du suivi de ses stratégies commerciale et stratégique.

La détermination de l'appétence au risque, ainsi que sa déclinaison à des niveaux opérationnels, est devenue une problématique centrale de la gestion stratégique et commerciale d'une entreprise du secteur assurantiel.

Le présent mémoire tente d'y apporter une solution simple, adaptée notamment aux compagnies d'assurance non-vie quantifiant leurs exigences réglementaires exclusivement avec la formule standard. Il est structuré en quatre parties.

Les parties 1 à 3 posent le cadre réglementaires et (chapitre 1), rappellent les grands principes du processus ORSA et (chapitre 2) listent les principales étapes de la définition d'une appétence au risque et les méthodes simples d'allocation de capital, adaptées à une entreprise travaillant en formule standard (chapitre 3).

La quatrième partie est la mise en application du chapitre 3 à une entreprise fictive d'assurance non-vie. Nous avons dans un premier temps construit un outil de projection à cinq ans (durée moyenne d'un mandat de direction et horizon stratégie commerciale) des bilans comptable (référentiel Solvabilité 1) et économique (référentiel Solvabilité 2), à partir duquel nous avons

---

<sup>3</sup> *Own Risk and Solvency Assessment*

rigoureusement défini l'appétence au risque de l'entreprise fictive. Pour cela, il a été nécessaire d'identifier le profil de risque de l'entreprise, d'analyser les projections de critères de performance aidant à dessiner une stratégie, et de définir un niveau de risque acceptable. Ce niveau est l'appétence au risque, que nous avons défini sur le critère de ratio de couverture, et qu'il faut décliner aux niveaux opérationnels de l'entreprise.

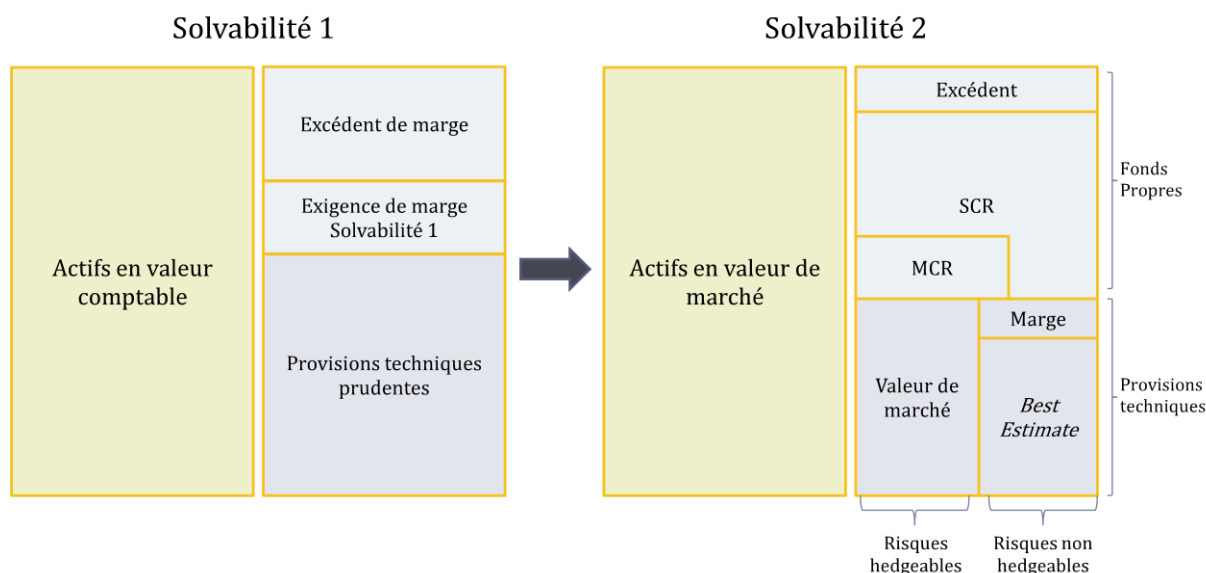
Nous présentons enfin les résultats des différentes méthodes d'allocation de capital que nous avons modulées et testées.

# 1. Cadre réglementaire – Solvabilité 2

La Directive Solvabilité 2 est un ensemble de règles édité par la Commission Européenne et adopté en 2009 par le Conseil de l'Europe et le Parlement Européen. Le projet pourrait être adopté en janvier 2016 par la Commission, et dès lors être appliqué par les entreprises du secteur assurantiel (compagnies d'assurance, de réassurance, mutuelles, bancassureurs, et institutions de prévoyance). Son but est de définir de nouvelles exigences de solvabilité des entreprises de façon harmonisée en Europe, et de les encourager à mieux connaître et évaluer les risques auxquels elles sont exposées. Cela passe notamment par la nécessité pour ces entreprises de mobiliser suffisamment de capital dans leurs fonds propres afin d'être solvable à horizon d'un an avec une probabilité 99,5%.

La solvabilité est la capacité d'une entreprise à faire face à ses engagements, c'est-à-dire générer suffisamment d'activité pour pouvoir rembourser ses dettes envers ses créanciers (dettes financières) et ses assurés (provisions techniques). Une partie du remboursement de ces engagements est assurée par les fonds propres, capital détenu par les propriétaires de l'entreprise. Ils constituent donc une sécurité dans les comptes, que la Commission Européenne voudrait renforcer en leur imposant des seuils minimum, le MCR et le SCR (voir paragraphe suivant).

La figure 1 schématise l'évolution des règles existantes (Solvabilité 1) aux futures règles (Solvabilité 2).



*Figure 1 : Passage du bilan Solvabilité 1 au bilan Solvabilité 2*

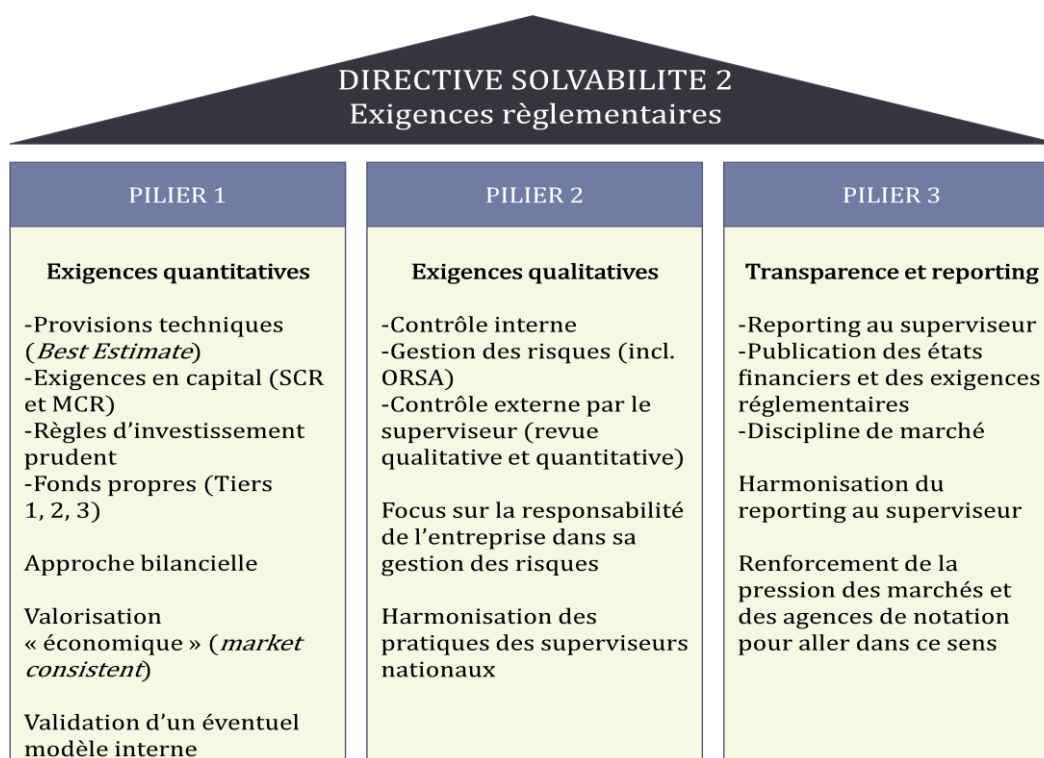
Les seuils de fonds propres ainsi que la marge pour risque apparaissent clairement dans le bilan Solvabilité 2.



La directive européenne Solvabilité 2 soulève des questions techniques aux organismes d'assurance, que l'EIOPA (*European Insurance and Occupational Pensions Authority*) tente d'identifier via les études quantitatives d'impact, ou **QIS** (*Quantitative Impact Studies*). Ces études sont menées sur les compagnies du secteur assurantiel, qui doivent implémenter les règles édictées dans les mesures d'application, supports de la Directive Solvabilité 2, et rapporter leurs résultats ainsi que leurs remarques au superviseur. En fonction des questions soulevées par les acteurs européens, la Commission ajuste ces mesures d'application, notamment les formules de calcul des risques ainsi que les chocs à tester sur les états financiers des entreprises du secteur. Jusqu'à aujourd'hui, six QIS ont été menés : les études QIS 1 à 5 ainsi que l'étude LTGA (*Long Term Guarantee Assessment*, de janvier 2013).

## 1.1. Les trois piliers de Solvabilité 2

La directive Solvabilité 2 s'articule autour de trois piliers : un pilier quantitatif, un pilier qualitatif, et un pilier de transparence et reporting.



*Figure 2 : Les Trois piliers de la directive Solvabilité 2<sup>4</sup>*

### 1.1.1. Pilier 1 : Les exigences quantitatives

L'objectif du pilier 1 est de définir les normes de calcul des composantes du bilan économique : valorisation de l'actif, du passif, et calcul des fonds propres, afin de les harmoniser à l'échelle

<sup>4</sup> Source : EIOPA, *Summer School*, mai 2011

européenne. Par simplification, et parce qu'ils ne sont pas primordiaux pour ce mémoire, les « bas de bilan », créances clients (hors réassurance) à l'actif et dettes au passif, ne sont pas traités dans les formulations « actif » et « passif » qui suivent.

L'actif est valorisé en *fair value*, c'est-à-dire en juste valeur. La notion de juste valeur renvoie aux principes comptables anglo-saxons de donner une image en cohérence avec celle qu'ont les marchés financiers de l'actif de l'entreprise concernée. Ainsi, dans le cas d'entreprises françaises, soumises au principe comptable de prudence, le bilan comptable et le bilan Solvabilité 2 (bilan économique) diffèrent grandement. En effet, la prudence comptable demande à ce que les plus-values ne soient comptabilisées qu'une fois réalisées et les moins-values dès que constatées. Les résultats peuvent paraître tirés à la baisse, et non représentatifs de la vraie valeur de l'entreprise. La *fair value* comptabilise toutes les plus et moins-values, et fait apparaître non seulement les risques de chute du résultat mais aussi de hausse. En cas de hausse des actifs, les fonds propres « économiques » en seraient augmentés d'autant et donc le ratio de couverture du SCR (Fonds Propres / SCR) aussi. L'entreprise apparaît ainsi moins pénalisée par son SCR en « valeur économique ».

Le passif (au sens restreint) est composé des fonds propres, de la marge pour risque et des provisions techniques. Comme évoqué, les provisions techniques sont évaluées soit en vision *fair value* pour les risques « couvrables » sur les marchés (risques *hedgeables* dans le schéma de la figure 1), soit en vision *Best Estimate* pour les autres risques. Cette dernière méthode repose sur des méthodes de projection définies à partir d'hypothèses crédibles (business plan de l'entreprise ou du secteur). Le but est de mesurer le risque d'occurrence de sinistres et de définir le montant juste de réserves nécessaires pour le couvrir. Les principaux critères auxquels doit répondre le *Best Estimate* sont l'objectivité, la prudence et la validité des réserves estimées. Cela repose au préalable sur une méthode rigoureuse d'identification et quantification des risques impactant ces provisions, imposée via la formule standard ou la validation d'un modèle interne (se référer au paragraphe 2.2. du présent rapport).

A ces provisions s'ajoute la marge pour risque, sorte de coussin de sécurité en cas de survenance de sinistres inattendus.

Solvabilité 2 impose des montants minimum de fonds propres :

- le **MCR** – *Minimum Capital Requirement*: il correspond au niveau minimum de fonds propres en dessous duquel l'autorité de contrôle intervient systématiquement pour rétablir la santé de l'établissement concerné (ou pour le liquider)
- le **SCR** – *Solvency Capital Requirement*: il représente le capital cible nécessaire pour absorber des pertes inattendues (entraînées par exemple par des événements extrêmes et imprévisibles – catastrophes naturelles, chute brutale des marchés, attentats terroristes, etc.).

Ces deux montants sont calculés à partir du bilan économique de la compagnie en question, soit par une formule standard proposée par la Commission Européenne, soit par un modèle interne (complet ou partiel) développé par l'entreprise. Alors que sous le régime de Solvabilité 1, le bilan des compagnies est édité selon les normes comptables prudentes, ce dernier est édité en valeur économique (valeur de marché) sous Solvabilité 2. L'actif est en valeur de marché et les

provisions techniques sont calculées selon une vision *Best Estimate*, ie. elles correspondent à l'estimation la plus juste des prestations futures. Ces estimations se font selon différentes méthodes de projection, qui seront décrites par la suite. Une marge de risque est ajoutée à ces provisions afin de les rendre davantage prudentes au regard de la survenance de risques techniques non échangeables sur un marché liquide et complet.

### 1.1.2. Pilier 2 : Les exigences qualitatives

Un autre objectif du régulateur, au-delà de l'harmonisation des exigences, est d'identifier les organismes les plus risqués. Ceux-ci se verraient forcés de mobiliser plus de capital afin de ne pas faire faillite. Cette identification repose sur des processus de contrôle interne et de contrôle externe, ainsi que sur la communication entre les différentes parties de l'entreprise.

#### i. Contrôle interne et gouvernance d'entreprise

Le régulateur et l'autorité de contrôle souhaitent que l'activité d'assureur soit gérée de façon « saine et prudente ». Pour ce faire, la directive Solvabilité 2 requière les exigences suivantes :

- La direction doit pouvoir montrer qu'elle a correctement **délégué son autorité** au sein de l'entreprise via des systèmes d'information clairs et performants.
- Les fonctions actuarielles, de **risk management et d'audit interne** sont indépendantes et rapportent directement à la direction. **Des livrables clairs et précis** doivent donc circuler des fonctions actuarielles vers le conseil d'administration et le comité exécutif de l'entreprise. L'entreprise doit montrer la pertinence de l'existence et l'intérêt du rôle de ces fonctions.
- Les **procédures de contrôle interne doivent être parfaitement documentées** et bien adaptées au niveau de risque auquel l'entreprise est exposée.

Au travers de ces trois lignes directrices, le régulateur impose la séparation des services qui prennent les risques (développeurs produits, souscription etc.), de ceux qui en assument la responsabilité et la gestion (risk management) et de ceux qui assurent un contrôle indépendant de ces prises de décisions (audit interne).

Ce contrôle interne se concentre essentiellement sur la gouvernance et la gestion de l'entreprise, la gestion et la modélisation des risques, la gestion financière de l'entreprise et l'utilisation, parfois accompagnée de la revue, du modèle interne s'il en existe un. Ce dernier aspect s'exerce notamment par la mise en place de « use tests ».

Afin de s'assurer de la justesse des résultats, un contrôle interne doit aussi s'appliquer aux données : la qualité des données utilisées dans les modèles doit être la meilleure possible pour que les résultats des modélisations, base de la gestion des risques de l'entreprise, soient justes, et l'entreprise saine.

Parallèlement à cette procédure de contrôle, le pilier 2 de la Directive recommande vivement aux entreprises du secteur de mettre en place le processus appelé *Own Risk and Solvency Assessment* (ORSA), décrit dans le chapitre 3 de ce mémoire. Ce processus consiste à adapter les formules proposées par le régulateur aux risques auxquels est exposée l'entreprise concernée

soit en ajoutant de nouveaux risques, soit en modifiant la calibration des risques dans les matrices de corrélation selon son exposition.

## ii. **Contrôle externe – rôle des autorités de contrôle nationales**

Le superviseur européen, relayé par les autorités de contrôle nationales, veille à ce que les compagnies d'assurance, de réassurance, les mutuelles et les institutions de prévoyance honorent leurs engagements envers leurs assurés, et appliquent les règles de la directive Solvabilité 2. Le contrôle s'applique à tout type de modèle employé par l'entreprise (formule standard, modèle interne, modèle interne partiel). En cas d'insuffisance de SCR le régulateur impose une marge additionnelle de solvabilité, appelée « *capital add-on* ». Il existe deux types de *capital add-on*<sup>5</sup> :

- Le **Risk Profile capital add-on** : montant de capital à mobiliser en vue de palier à une insuffisance de SCR provenant d'une inadaptation de la formule standard ou du modèle interne au profil de risque de l'entreprise. Le calcul de SCR doit par la suite être modifié en conséquence, afin de faire disparaître cette nécessité d'intervention du superviseur.
- Le **Governance Capital add-on** : ce montant de capital est imposé par le superviseur s'il détecte une défaillance dans la gouvernance de l'entreprise, ou dans le système de gestion des risques.

### 1.1.3. **Pilier 3 : Communication et Transparence**

La directive Solvabilité 2, dans un souci de mise en place d'une certaine discipline sur les marchés, exige la publication d'une information claire et transparente par les entreprises du secteur de l'assurance. L'objectif est d'harmoniser la publication d'informations à l'échelle de l'Union Européenne (UE). Cette publication est destinée au marché ainsi qu'au superviseur, et s'organise autour de trois principes :

- Les publications comptable, réglementaire et pour le superviseur doivent être cohérentes
- La publication d'information pour le régulateur européen doit être harmonisée à l'échelle de l'UE (le but ultime étant la création d'un fichier européen à remplir par les entreprises)
- Les mêmes règles doivent s'appliquer à tous les assureurs.

## 1.2. **La Formule Standard de la Directive Solvabilité 2 – Focus sur le pilier 1**

### 1.2.1. **Construction du bilan économique Solvabilité 2**

L'actif du bilan économique Solvabilité 2 est évalué en valeur de marché par actualisation des valeurs des placements selon les cours des taux en vigueur.

---

<sup>5</sup> Source : EIOPA, CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency 2: Capital Add-On, 2009

Le passif du bilan économique se décompose en deux grandes parties : les provisions techniques et les fonds propres. Les provisions techniques sont la somme de la marge de risque et de la valeur *Best Estimate* des risques non *hedgeables* (qui ne peuvent être couverts sur les marchés) et de la juste valeur des risques *hedgeables*. Les fonds propres, calculés par différence entre l'actif et les autres éléments de passif (provisions et dettes), peuvent être vus comme la somme d'un excédent (surplus) et du SCR (supérieur au MCR).

### 1.2.1.1. Valorisation de l'actif

A la différence du dispositif précédent, l'actif du bilan économique est évalué à sa valeur de marché. Cette dernière a pour objectif de mieux refléter la situation économique actuelle de l'entreprise.

L'actif est constitué des placements (par exemple les produits actions, les produits de taux, etc.) dont la valeur fluctuera selon divers paramètres tels que la performance des marchés actions, les taux et courbes de taux en vigueur, etc.

Les provisions cédées à la réassurance sont un autre poste de l'actif. Ces provisions s'appuient sur les valorisations réalisées dans une optique économique et donc en valeur *Best Estimate*. Ces provisions viennent en compensation des provisions présentes au passif dont une part est transférée à un ou plusieurs réassureurs.

### 1.2.1.2. Valorisation du passif

Comme vu sur la Figure 1, le passif Solvabilité 2 est composé des provisions techniques en valeur *Best Estimate*, de la marge pour risque et des fonds propres, ces-derniers résultant de la différence entre actif et provisions augmentées de la marge pour risque.

#### i. Provisions Best Estimate

Le passif est aussi valorisé en valeur de marché, en particulier les provisions techniques, qui doivent être valorisée en *Best Estimate*.

Le *Best Estimate* correspond à la valeur actuelle nette probable des flux futurs (prestations et primes dans le cas de l'entreprise modèle de ce mémoire). Ces flux doivent être associés uniquement aux contrats existants à la date d'évaluation, et leurs projections doivent reposer sur des hypothèses crédibles d'évolution du marché.

#### ii. Marge pour risque (Risk Margin)

Deuxième composante des provisions techniques, la marge pour risque correspond à la valeur actualisée du coût d'immobilisation du capital SCR. Cette marge permet entre autre à l'Entreprise d'honorer ses engagements en cas d'insolvabilité de l'entreprise. Le taux de marge pour risque s'applique sur la durée de vie résiduelle des engagements utilisée pour le calcul du *Best Estimate*.

La formule formelle de la marge pour risque, telle que décrite dans les spécifications techniques du QIS 5 est la suivante :

$$RM = CoC * \sum_{t>0} \frac{SCR_t}{(1 + r_{t+1})^t}$$

Où  $SCR_t$  est le SCR calculé en date  $t$  (la méthode de calcul du SCR est explicitée par la suite) et  $r_{t+1}$  est le taux sans risque de maturité  $t+1$ . La marge pour risque est donc déterminée sur la base d'une projection du SCR après que celui-ci est déterminé en  $t=0$ . Le calcul se fait ici en appliquant un coefficient unique (CoC, coût du capital) à toute l'activité, mais les spécifications techniques du QIS 5 préconisent aussi l'utilisation d'un coefficient par branche d'activité (LOB), qui s'appliquera donc à la valeur actuelle du SCR pour la branche en question.

### iii. *Fonds Propres*

Comme écrit précédemment, les fonds propres sont calculés comme la différence entre l'actif et les provisions techniques du passif augmentées de la marge pour risque.

Le rôle principal des fonds propres est de permettre à l'entreprise de maintenir une activité saine en absorbant les aléas économiques auxquels elle est sujette. De fait, les fonds propres seront régulièrement comparés aux différents indicateurs d'exigences de capital tels que le MCR et le SCR. Dans le cas où les montants de fonds propres sont supérieurs au SCR, donc aux exigences de capital réglementaires, nous appelons Surplus l'excédent de fonds propres.

## 1.2.2. Identification et agrégation des risques – Calcul du SCR

### 1.2.2.1. *Présentation des risques et de leur « hiérarchie »*

La directive Solvabilité 2 propose une méthode de calcul du SCR qui s'appuie sur l'agrégation de certains risques auxquels les entreprises du secteur assurantiel sont exposées. Cette « Formule Standard » repose sur une méthode d'agrégation des risques par matrices de corrélation

Dans le secteur de l'assurance, une entreprise est exposée aux principaux risques suivants :

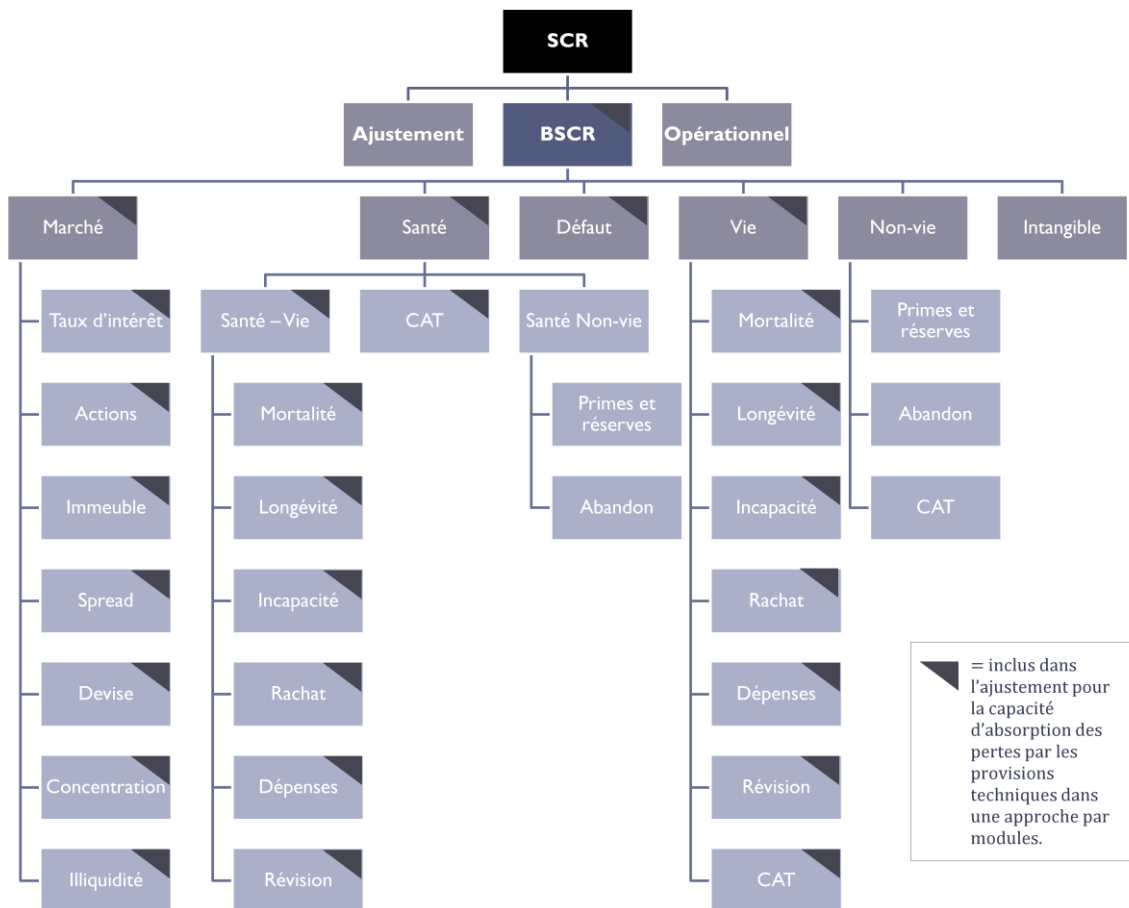
- **Marché** : risque provenant de la volatilité ou du niveau des prix de marché des instruments financiers à l'actif de l'entreprise. L'exposition au risque de marché se mesure par l'impact des mouvements de prix ou de taux sur les marchés (prix des biens, prix de l'immobilier, taux d'intérêts, taux de change, etc.)
- **Souscription Santé** : risque lié à l'activité de l'assurance santé (pour tout type d'entreprise du secteur), provenant directement des sinistres couverts ou d'une mauvaise gestion de l'activité
- **Contrepartie / Défaut** : risque de pertes causées par le défaut inattendu d'une contrepartie, ou de la détérioration de sa cote de crédit (*credit standing*), dans les 12 prochains mois à venir. Les organismes d'assurance sont concernés par ce risque dès lors qu'ils signent des contrats visant à minimiser/transférer leurs risques (réassurance, titrisation et produits dérivés, etc)
- **Catastrophe (CAT)** : risque de survenance d'une catastrophe d'origine naturelle (ex : tsunami, cyclone, tempête,...) ou d'origine humaine (attaque terroriste par exemple).
- **Souscription Vie** : risque lié à l'activité de l'assurance vie (pour tout type d'entreprise du secteur), provenant directement des sinistres couverts ou d'une mauvaise gestion de l'activité
- **Souscription Non-Vie** : risque lié à l'activité de l'assurance non-vie (pour tout type d'entreprise du secteur), provenant directement des sinistres couverts ou d'une

mauvaise gestion de l'activité. Ce risque comprend aussi le risque lié à l'incertitude sur le comportement de l'assuré (reconduction de contrat par exemple)

- **Intangible** : risque de baisse de la valeur des actifs incorporels présents dans le bilan économique, comme par exemple la marque de l'entreprise.
- **Opérationnel** : risque d'encourir une perte due un process interne défaillant ou inapproprié, ou provenant d'une erreur commise par un agent ou par un système informatique, ou provenant d'évènements extérieurs. Cela ne tient pas compte du risque de réputation (compris dans le risque intangible) mais comprend les risques légaux (non respect du code des assurances par exemple).

Pour chacun de ces risques, un SCR est calculé suivant une formule spécifiée par les mesures d'application, puis agrégé selon l'arborescence représentée dans la Figure 3.

Les principaux risques auxquels est exposée une entreprise d'assurance non-vie « classique » sont le risque marché, le risque de souscription non-vie, le risque de défaut et le risque opérationnel. Le risque porté par les actifs intangibles n'est pas pris en compte car ces derniers ne sont souvent pas reconnus dans les bilans économiques Solvabilité 2. Dans un souci de simplification, le risque CAT n'est pas non plus pris en compte dans ce mémoire.



**Figure 3: Organigramme de calcul du SCR<sup>6</sup>**

<sup>6</sup> Source : EIOPA, *Technical Specifications*, Oct 2012



### 1.2.2.2. *Modélisation des risques de marché, souscription non-vie, défaut et opérationnel*

#### **i. Risque de marché**

La directive Solvabilité 2 définit le risque de marché comme le risque de perte, ou de changement défavorable de la situation financière, résultant, de manière directe ou indirecte, de fluctuations affectant la valeur de marché (ou le prix) des instruments financiers qui composent un portefeuille.

Le principe posé par la directive est que l'exigence de capital associée à ce risque ( $SCR_{\text{marché}}$ ) doit permettre d'absorber une perte probable à un niveau de confiance prédéterminé (*Value-at-Risk*<sup>7</sup> à 99,5%) et à horizon un an de la variation des fonds propres économiques. Cela correspond à une probabilité de ruine de 0,5% à horizon un an.

Les fonds propres économiques sont définis comme étant la valeur de marché de l'actif diminué de la provision *Best Estimate* et de la *Risk Margin*.

Le capital requis pour le risque de marché se calcule en combinant les différents sous-risques par l'intermédiaire d'une matrice de corrélation.

#### **Modélisation du risque action**

Le risque sur les actions résulte de la volatilité des prix de marché des actions. L'exposition à ce risque se rapporte à tous les actifs et passifs dont la valeur est sensible aux changements de prix des actions.

Le modèle utilisé par l'approche standard est basé sur deux indices et suppose que toutes les actions ont la même exposition au risque que l'un de ces indices, en termes de volatilité et de corrélations. La volatilité des actions est analysée au travers de scénarios de marchés choqués. Les deux indices sont « Autres » et « Global », le premier désignant les actions des pays émergents, les actions non cotées, les investissements alternatifs, etc.

Les chocs exposés dans les spécifications techniques sont les suivants :

- Baisse de 39% de la valeur de marché des actions « Global »
- Baisse de 49% de la valeur de marché des actions « Autres »

Ils sont ensuite modifiés par un effet d'ajustement symétrique, fonction du niveau actuel d'un indice et de la moyenne mobile de ce même indice sur un historique de 3 ans. Ce mécanisme est limité à 10%, tant à la hausse qu'à la baisse. Une fois les deux chocs calculés, il suffit de les agréger à l'aide de la matrice de corrélation, qui spécifie une corrélation de 75% entre les deux types d'actions.

#### **Modélisation du risque immobilier**

Le risque sur l'immobilier résulte de la volatilité des valeurs de marché de l'immobilier.

---

<sup>7</sup> Value-at-Risk : « représente la perte potentielle maximale d'un investisseur sur la valeur d'un actif ou d'un portefeuille d'actifs financiers compte tenu d'un horizon de détention et d'un intervalle de confiance. Elle se calcule à partir d'un échantillon de données historiques ou se déduit des lois statistiques habituelles » (Vernimmen).



Le choc à simuler est une baisse immédiate de 25% de la valeur de marché des actifs immobiliers en tenant compte des détentions réelles et des éventuelles couvertures.

### Modélisation du risque de taux d'intérêt

Le risque de taux d'intérêt existe pour l'ensemble des actifs et des passifs sensibles à une variation de la courbe des taux, et plus généralement des taux du marché.

Les actifs sensibles aux taux sont les obligations à taux fixe, les obligations à taux variable, ainsi que les produits structurés de taux (ex : swaps de taux).

Les passifs sensibles aux fluctuations de taux sont les provisions techniques, celles-ci étant actualisées aux taux de marché. Il est donc nécessaire de prendre en compte la variation des provisions techniques lors du calcul de la variation de surplus associée au choc de taux d'intérêt.

Les chocs de taux à la hausse et à la baisse sont les suivants :

Maturité (années)	Choc à la hausse	Choc à la baisse
0.25	70%	-75%
0.5	70%	-75%
1	70%	-75%
2	70%	-65%
3	64%	-56%
4	59%	-50%
5	55%	-46%
6	52%	-42%
7	49%	-39%
8	47%	-36%
9	44%	-33%
10	42%	-31%
11	39%	-30%
12	37%	-29%
13	35%	-28%
14	34%	-28%

*Tableau 1 : Chocs à la hausse et à la baisse sur le taux d'intérêt*

### Modélisation du risque de spread

Le risque de *spread* correspond à la part de risque provenant de la volatilité du *spread* par rapport au taux sans risque. L'approche retenue est une approche par choc, qui permet de prendre en compte les différents ratings.

L'effet attendu d'une dépréciation des obligations causées par une hausse des *spreads* sur la valeur nette des actifs est calculé comme suit :

$$\sum VM_i * Sensi_i * F^{hausse} (rating_i)$$

Avec  $F^{hausse}$  une fonction du rating.

Maturité	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC ou -	Non noté
≤ 5	0,9%*mat	1,1%*mat	1,4%*mat	2,5%*mat	4,5%*mat	7,5%*mat	7,5%*mat	3,0%*mat
5 < ≤ 10	4,50% + 0,53%*(mat-5)	5,50% + 0,58%*(mat-5)	7% + 0,70%*(mat-5)	12,50% + 1,50%*(mat-5)	22,50% + 2,51%*(mat-5)	37,50% + 4,20%*(mat-5)	37,50% + 4,20%*(mat-5)	15% + 1,68%*(mat-5)
10 < ≤ 15	7,15% + 0,50%*(mat-10)	8,40% + 0,50%*(mat-10)	10,50% + 0,50%*(mat-10)	20% + 1%*(mat-10)	35,05% + 1,80%*(mat-10)	58,50% + 0,50%*(mat-10)	58,50% + 0,50%*(mat-10)	23,40% + 1,16%*(mat-10)
15 < ≤ 20	9,65% + 0,50%*(mat-15)	10,90% + 0,50%*(mat-15)	13% + 0,50%*(mat-15)	25% + 1%*(mat-15)	40,05% + 0,50%*(mat-15)	61% + 0,50%*(mat-15)	61% + 0,50%*(mat-15)	29,2% + 1,16%*(mat-15)
< 20	12,15% + 0,50%*(mat-20)	13,40% + 0,50%*(mat-20)	15,50% + 0,50%*(mat-20)	30% + 0,50%*(mat-20)	46,55% + 0,50%*(mat-20)	63,50% + 0,50%*(mat-20)	63,50% + 0,50%*(mat-20)	35% + 0,50%*(mat-20)
Maturité maximale modifiée	176	173	169	140	107	73	73	130

*Tableau 2 :  $F_{hausse}$  en fonction des notations et des maturités des obligations*

### Autres risques de marché

D'autres risques de marchés sont cités par la Directive Solvabilité 2 :

- le risque de devise, lié au taux de change entre monnaies,
- le risque de concentration du portefeuille, lié à un manque de diversification entres actifs
- le risque de liquidité, en cours de discussion au sein de l'EIOPA.

### Agrégation des risques de marché

Les besoins en capitaux associés aux risques de marché correspondent au maximum entre l'agrégation des risques de marché à la hausse et à la baisse. L'agrégation se fait selon la matrice de corrélation:

Corrélations de marché	Taux d'intérêt **	Action	Immobilier	Spread	Devise	Concentration	Primes contra-cycliques
Taux d'intérêt	1						
Action	A	1					
Immobilier	A	0.75	1				
Spread	A	0.75	0.5	1			
Devise	0.25	0.25	0.25	0.25	1		
Concentration	0	0	0	0	0	1	
Primes contra-cycliques	0	0	0	0	0	0	1

*Tableau 3 : matrice de corrélation des éléments de marché*

\*\* A = 0 si les taux d'intérêts sont à la hausse, et 0,5 sinon<sup>8</sup>.

### ii. Risque de souscription non-vie

<sup>8</sup> Source : EIOPA, *Technical Specifications*, Oct 2012

Le risque de souscription en non-vie est le risque d'assurance spécifique qui résulte des contrats d'assurance. Il a trait aux incertitudes relatives aux résultats de souscription de l'assureur.

Il se décompose en trois risques :

- Le risque de primes (*premium risk*) : risque que le coût des futurs sinistres soit supérieur aux primes perçues
- Le risque de réserve (*reserve risk*) : risque lié à la nature aléatoire de l'évaluation des sinistres et à leur mauvaise estimation
- Le risque catastrophe (*CAT risk*) : risque résultant d'évènements extrêmes ou irréguliers non capturés par les risques de tarification et de provisionnement

La formule standard de calcul de SCR se décompose en plusieurs étapes.

### Calcul des volumes de primes et de réserves

Le montant de **primes** sujet au risque pour une unique branche d'activité (LOB) résulte de la somme suivante :

$$\text{Max}(\text{Primes émises}_n; \text{Primes émises}_{n-1})$$

Pour une branche unique, le montant de **provisions** (réserves) sujet au risque correspond aux provisions de sinistres en valeur *Best Estimate*.

### Calcul de l'écart-type

Dès lors que nous disposons des volumes de primes et de réserve par branche d'activité, il est possible de calculer le volume total ainsi que l'écart-type total de la LOB considérée.

Le superviseur fournit les écarts-types par branches d'activité respectivement pour les risques de primes et de réserves. Les écarts-types sont les suivants :

Branche d'activité	Ecart-type pour le risque de primes (brut de réassurance)	Ecart-type pour le risque de réserves (brut de réassurance)
Auto – responsabilité civile et réassurance proportionnelle	10%	9%
Auto- autres	8%	8%
Marine, aviation, transport (MAT)	15%	11%
Incendie et dommages aux biens	8%	10%
Responsabilité civile générale	14%	11%
Crédit	12%	19%
Frais juridiques	7%	12%
Assistance	9%	20%
Divers	13%	20%
Réassurance non proportionnelle – dommages aux biens	17%	20%
Réassurance non proportionnelle – dommages corporels	17%	20%
Réassurance non proportionnelle – MAT	17%	20%

*Tableau 4 : Ecarts-types par branche d'activité pour les risques de primes et de réserves*

L'écart-type global pour le volume de primes et réserve résulte de la formule suivante :

$$\sigma_s = \frac{\sqrt{(\sigma_{prem} V_{prem})^2 + \sigma_{prem} \sigma_{res} V_{prem} V_{res} + (\sigma_{res} V_{res})^2}}{V_{prem} + V_{res}}$$

Tandis que le volume global par LOB est :

$$NL_{LOB} = \sigma_{s,LOB} * V_{LOB}$$

Où  $V_{LOB} = V_{prem} + V_{res}$  pour la LOB considérée.

Les branches d'activité ne sont pas considérées comme indépendantes par le superviseur. Ce dernier les corrèle suivant la matrice de corrélation :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Auto – responsabilité civile et réassurance proportionnelle	100%											
2. Auto- autres	50%	100%										
3. Marine, aviation, transport (MAT)	50%	25%	100%									
4. Incendie et dommages aux biens	25%	25%	25%	100%								
5. Responsabilité civile générale	50%	25%	25%	25%	100%							
6. Crédit	25%	25%	25%	25%	50%	100%						
7. Frais juridiques	50%	50%	25%	25%	50%	50%	100%					
8. Assistance	25%	50%	50%	50%	25%	25%	25%	100%				
9. Divers	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	100%			
10. Réassurance non proportionnelle – dommages aux biens	25%	25%	25%	50%	25%	25%	25%	50%	25%	100%		
11. Réassurance non proportionnelle – dommages corporels	25%	25%	25%	25%	50%	50%	50%	25%	25%	25%	100%	
12. Réassurance non proportionnelle – MAT	25%	25%	50%	50%	25%	25%	25%	25%	50%	25%	25%	100%

*Tableau 5 : Matrice de corrélation des branches d'activité*

L'écart type global de l'entreprise est obtenu à l'aide de la formule suivante :

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

Avec  $s, t$  les indices associés aux différents segments,  $CorrS_{s,t}$  les coefficients de corrélation lus dans le tableau ci-dessus,  $V$  et  $\sigma$  respectivement les volumes et écarts types.

### Calcul du SCR associé aux risques de primes et de réserves

La formule pour calculer le besoin en capital pour les risques de primes et de réserves est donc :

$$SCR_{PR} = \rho(\sigma) * V$$

Où  $\rho$  est fixé par :

$$\rho(\sigma) = \frac{\exp(-N_{0,995} * \sqrt{\log(\sigma^2 + 1)})}{\sqrt{\sigma^2 + 1}} - 1$$

Le chargement de capital obtenu est conforme au standard de VaR à 99,5% sous l'hypothèse de log-normalité du risque sous-jacent. L'approximation  $\rho(\sigma) = 3 * \sigma$  est parfois utilisée par certaines entités.

### Agrégation des risques de souscription et calcul du SCR non-vie

Aux risques primes et réserves s'ajoutent les risques d'abandon (ou de résiliation) de contrats (*lapse risk*) et le risque CAT. Ces deux risques ne sont pas modélisés par branche d'activité. Le risque CAT, par exemple, est calculé par type de catastrophes naturelles (tremblement de terre, inondation, tempête, etc.) et par zone géographique (zones CRESTA répertoriées dans les spécifications techniques).

Le SCR souscription résulte de l'agrégation de ces différents risques, selon la matrice suivante :

	Primes et réserves	Abandon /résiliation	CAT
Primes et réserves	100%		
Abandon / résiliation	0	100%	
CAT	25%	0	100%

*Tableau 6 : Matrice de corrélation des risques non-vie*

La formule finale du SCR souscription non-vie est :

$$SCR_{NV} = \sqrt{\sum Corr_{CAT,primes -réserves} * SCR_{CAT} * SCR_{PR}}$$

### iii. Risque de défaut

Le risque de défaut reflète les pertes possibles engendrées par la défaillance inattendue, ou la baisse du rating, des contreparties et des établissements endettés auprès de l'entreprise dans les douze prochains mois. Le champs d'application du risque de défaut englobe:

- les contrats visant à atténuer les risques (contrats de réassurance)
- les produits titrisés et les produits dérivés
- les titres de créances accordés aux intermédiaires (et autres produits de crédit non inclus dans le sous-module de risque « spread »).

Les « bas de bilan » (créances et dettes) et les produits structurés n'étant pas considérés dans ce mémoire, seul le défaut des réassureurs sera décrit dans ce paragraphe.

Le SCR associé au défaut d'un réassureur résulte de la formule suivante :

$$SCR_{def} = \begin{cases} 3 * \sqrt{V} \text{ si } \sqrt{V} \leq 7,05\% * \sum LGD \\ 5 * \sqrt{V} \text{ si } \sqrt{V} \geq 7,05\% * \sum LGD \\ \sum LGD \text{ sinon} \end{cases}$$

Où :  $\sqrt{V}$  représente l'écart-type de la distribution de pertes du réassureur et LGD le *Loss-given-default* du réassureur, *ie.* la perte potentielle liée au défaut du réassureur et assumée par l'entreprise. Il se calcule comme suit :

$$LGD = \max(50\% * (\text{recouvrables} + RM - \text{Collateral}), 0)$$

Où les « recouvrables » sont le *Best Estimate* des montants dus par le réassureur au titre des contrats, « RM » est l'effet *Risk-mitigating* (atténuation du risque) sur le risque souscription du contrat de réassurance pour l'entreprise, et « Collateral » l'éventuel collatéral négocié lors de la signature du contrat de réassurance.

Dans le cas où le réassureur réassure des contrats exposés au risque de souscription non-vie, la formule standard propose une version simplifiée du calcul du risque de défaut d'un réassureur :

$$SCR_{def} = SCR_{nl}^B - SCR_{nl}^N$$

Où :  $SCR_{nl}^B$  représente le SCR souscription non-vie brut de réassurance et  $SCR_{nl}^N$  le SCR souscription non-vie net de réassurance.

#### iv. *Risque opérationnel*

Le risque opérationnel correspond au risque d'encourir une perte due un process interne défaillant ou inapproprié, ou provenant d'une erreur commise par un agent ou par un système informatique, ou provenant d'évènements extérieurs. Cela ne tient pas compte du risque de réputation (compris dans le risque intangible) mais comprend les risques juridiques (non respect du code des assurances par exemple). Pour une compagnie d'assurance non-vie, qui n'exerce aucune activité d'assurance vie, la formule du SCR opérationnel est :

$$SCR_{op} = \min(0,3 * BSCR; Op)$$

Où : BSCR est le « SCR » résultant de l'agrégation de tous les autres sous-modules de risques sauf le risque opérationnel (se référer à la Figure 3). « Op » est la charge de risque opérationnel basique pour les activités dont le risque d'investissement est porté par les assurés. Il résulte de la formule suivante :

$$Op = \max(Op_{primes} ; Op_{provisions} )$$

$$\text{Avec } Op_{primes} = 0,03 * PE + \max(0; 0,03 * PE - 1,2 * pPE)$$

Où : « PE » représente l'ensemble des primes émises brutes de réassurance lors des 12 derniers mois, et « pPE » les primes émises brutes de réassurance lors des 12 mois précédents les 12 derniers mois.

$$\text{et } Op_{provisions} = 0,03 * \max(0, provisions techniques non vie brutes de réassurance)$$

#### 1.2.2.3. *Agrégation des risques et calcul du SCR global*

Le SCR global est la somme de trois variables : le BSCR (*Basic SCR*), le SCR opérationnel et un ajustement d'impôt.

Comme évoqué précédemment, le BSCR est l'agrégation des sous-modules de risques (hors opérationnel) à l'aide d'une matrice de corrélation. A lui s'ajoute le SCR opérationnel. Le capital ainsi obtenu doit être ajusté par l'entreprise en fonction de sa capacité d'absorption de pertes soit par ses provisions techniques, soit par un système d'impôts différés.

L'absorption par les provisions techniques se mesure par comparaison du BSCR brut et du BSCR net de réassurance (afin de ne pas prendre en compte deux fois les effets d'atténuation du risque

par la réassurance). L'ajustement requis ne doit cependant pas dépasser le montant total de provisions en *Best Estimate* :

$$Aj_{PT} = -\max(\min(BSCR_{brut} - BSCR_{net}; BE); 0)$$

L'absorption par un mécanisme d'impôts différés est le crédit d'impôt accordé en cas de perte, au niveau du résultat net, du montant suivant :

$$SCR_{choc} = BSCR + Aj_{PT} + SCR_{Op}$$

L'ajustement final est la somme de ces deux « absorptions ». C'est un montant négatif, qui vient en diminution du SCR global :

$$SCR_{global} = BSCR + Aj + SCR_{Op}$$

Au-delà de l'application du modèle standard pour calculer les exigences réglementaires requises par le superviseur, ce dernier préconise la détermination d'un montant d'« exigence » de capital propre à l'entreprise. En effet, les méthodes proposées par le régulateur afin de déterminer les besoins en capitaux sont construites de telle sorte qu'elles soient applicables à la majorité des entreprises du secteur assurantiel. Il est ainsi aisé de comprendre le besoin de détermination d'un montant de capital en adéquation avec le profil de la compagnie, car elle peut ne pas être concernée par certains risques (et ainsi surévaluer son besoin en capital en les prenant en compte lors de la détermination du capital réglementaire) ou, à contrario, être sujette à des risques spécifiques qui ne sont pas considérés par le régulateur.

Ce capital, qui repose sur une vision propre que l'entreprise a d'elle-même, est le capital ORSA.

# 2. Le processus Own Risk and Solvency Assessment (ORSA)

## 2.1. Définitions et lignes directrices Solvabilité 2

Le processus ORSA est partie intégrante du pilier 2 de la directive Solvabilité 2. Son principal but est d'inciter les entreprises à développer leur propre vision des risques auxquels elles sont exposées, et ainsi d'adapter à leur profil l'identification et la modélisation de ces risques.

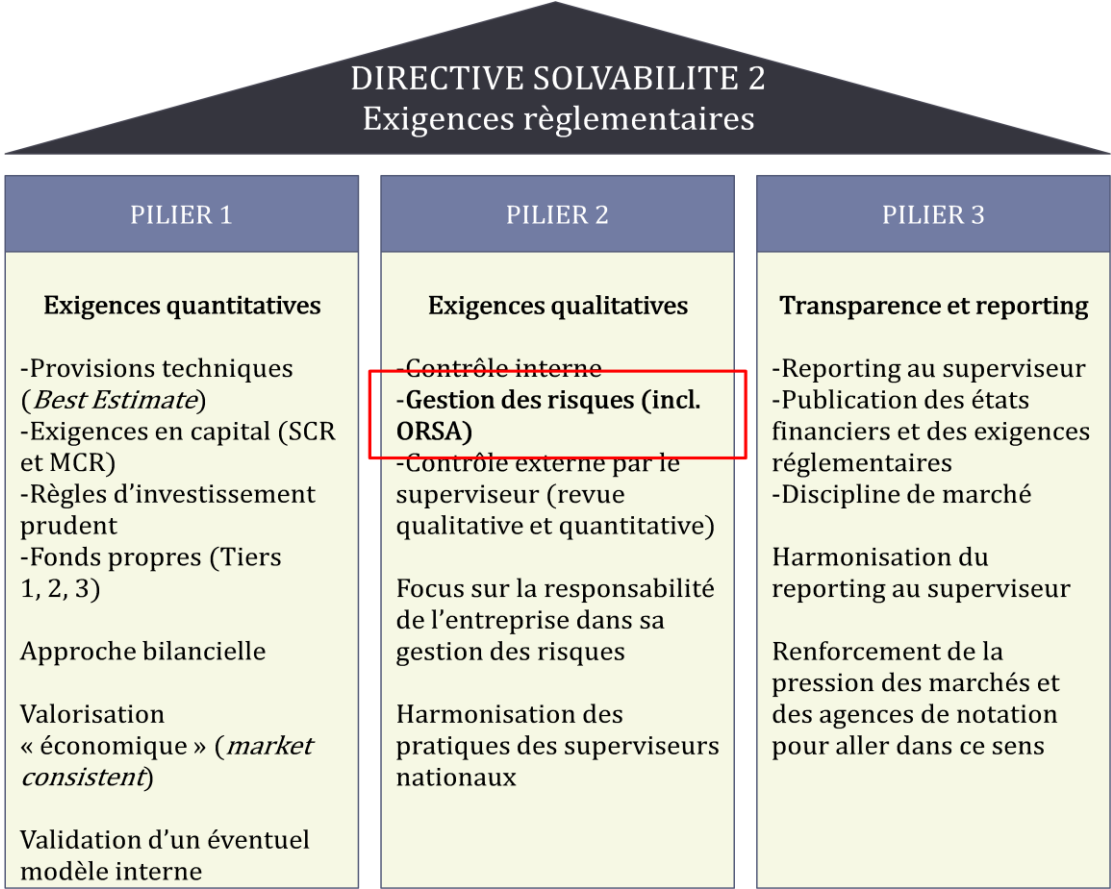


Figure 4 : Le processus ORSA dans la Directive Solvabilité 2

### i. Les limites de la formule standard Solvabilité 2

La formule standard Solvabilité 2 est très utilisée, car nombre d'acteurs n'ont pas les moyens de développer des modèles internes. Cette formule présente cependant plusieurs limites quant à la quantification des risques (pilier 1), que le régulateur voudrait que les entreprises pallient.

La principale critique de la formule standard, paradoxalement, est son caractère « standard », transposable à tout type d'acteur. Les spécificités des entreprises ne sont pas suffisamment considérées, et certaines calibrations, fondées sur une moyenne européenne de l'état du marché, peuvent se révéler inadéquates par rapport aux caractéristiques propres des entreprises. Les



exigences quantitatives peuvent par exemple être trop sévères pour un petit assureur ou une petite mutuelle.

Une deuxième critique est l'absence de prise en compte de certains risques, qui peuvent avoir un impact non négligeable sur la solvabilité des entreprises. Par exemple, le risque de réputation n'est pas modélisé dans la formule proposée par le régulateur. Un autre exemple serait le risque de crash informatique, qui apparaît dans le risque opérationnel, mais sans réelle méthode de quantification.

Une troisième critique s'attaque à l'horizon de la métrique SCR. Le régulateur requiert un SCR annuel (VaR à 99,5% à horizon un an) alors que certains risques nécessitent une gestion à plus long terme. En effet, les branches d'activités longues, dont les sinistres s'écoulent sur plus de cinq ans (par exemple la responsabilité civile, l'épargne ou la retraite), pâtissent d'une gestion des risques inadaptée, impactant directement la solvabilité de l'entreprise. Cette solvabilité devrait pouvoir être mesurée à plus long terme pour mieux tenir compte de ces branches d'activités.

Face à ces limites, le régulateur incite les entreprises à développer, en parallèle du respect de la formule standard, leur propre vision du risque à travers le processus ORSA.

## ii. ORSA : adapter son profil de risque à l'entité

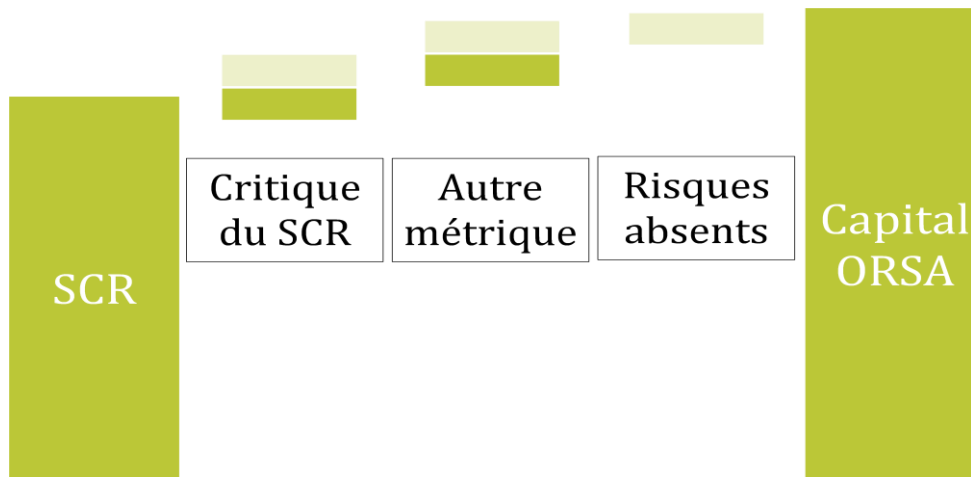
L'Article 45 de la directive Solvabilité 2 définit les principales missions que doit remplir le processus ORSA :

« [...] ensemble des processus et des procédures utilisés pour identifier, évaluer, contrôler, gérer et rendre compte des risques à court terme et à long terme de l'entreprise et déterminer les fonds propres nécessaires pour satisfaire le besoin global de solvabilité à tout moment. »

Cette définition remet en questions les règles quantitatives de la formule standard. Les termes « identifier, évaluer, contrôler, gérer » incitent les acteurs à **critiquer le SCR**. Ces derniers doivent identifier leurs expositions aux risques de la formule standard, et adapter les calibrations de celle-ci à leurs expositions. Cela implique notamment de **quantifier les risques absents** de la hiérarchie de risques proposée dans la formule standard (voir Figure 3). La deuxième partie de la définition, « rendre compte des risques à court terme et à long terme » préconise aux entreprises de **d'adapter la métrique** utilisée pour le calcul du capital réglementaire de sorte à mieux tenir compte des horizons de sinistralité de certaines branches.

Le processus ORSA permet ainsi de « déterminer les fonds propres nécessaires pour satisfaire le besoin global de solvabilité à tout moment », c'est-à-dire de calculer un capital réglementaire qui s'apparenterait à un « SCR ajusté » aux spécificités de l'entreprise. Ce capital pourrait être vérifié à **tout moment** par le superviseur, notamment en période de choc ou de stress sur les marchés.

En résumé, le processus ORSA mis en œuvre par les entreprises s'appuie sur la formule standard de calcul du SCR pour aboutir à une exigence de solvabilité plus adaptée à l'entreprise, que l'on peut appeler « capital ORSA ».



*Figure 5 : Du SCR au capital ORSA*

L'ORSA présente ainsi de multiples enjeux. L'entité doit être en mesure de démontrer sa capacité à apprécier et maîtriser l'ensemble des risques auxquels elle est exposée, tout en restant cohérente avec son niveau de tolérance au risque et sa stratégie, le processus ORSA devenant dès lors un outil du pilotage de l'entité (au même titre que la réglementation ou la perspective de rentabilité).

L'ORSA se présente donc comme un ensemble de procédures dont la construction et les résultats doivent être présentés par l'assureur avec l'objectif d'améliorer l'appropriation, l'assimilation et la bonne gestion des risques par celui-ci. Il relie ainsi les exigences quantitatives du premier pilier avec les exigences de reporting du troisième pilier Solvabilité 2 en créant des axes d'interaction avec les différents acteurs et procédures de décision de l'entreprise. L'ORSA se doit donc d'être une démarche interne à l'entreprise, et surtout adaptée à cette dernière. La création de ce processus s'appuiera très fortement sur les éléments déjà mis en place lors de l'implémentation du premier pilier et devra être guidée par les instances dirigeantes afin que l'ORSA soit pleinement intégré dans le fonctionnement de l'entité.

Il est important de remarquer que l'ORSA se définit en réaction à la formule standard, tout comme le modèle interne. Bien que la frontière entre ORSA et modèle interne tende à s'estomper sur les méthodes quantitatives de calcul de capital, ce sont deux processus différents. Le modèle interne a un but purement réglementaire de calcul des exigences en capital. Certes, ce calcul est plus ajusté au comportement des risques et des sinistres (utilisation de mesures de risques plus complexes que la *VaR*, recours à des systèmes de simulation pointus, recalibrage des matrices de corrélation des sous-modules etc.) mais il reste ancré dans une optique réglementaire. L'ORSA est davantage un outil de pilotage stratégique utilisé par la direction de l'entreprise et recommandé par le régulateur même en supplément d'un modèle interne, qui place l'entreprise et son organisation au cœur de la gestion des risques, plutôt que l'inverse (le modèle interne place la gestion des risques au cœur de l'entreprise et de son organisation). Il y a donc une notion de leadership très présente dans le processus ORSA.

## 2.2. Mise en œuvre du processus ORSA

### i. L'ORSA, un processus organisé autour de six points clés

Le processus ORSA, émanant de la direction de l'entreprise, peut être mis en œuvre aux différents échelons opérationnels en respectant six principes clés.

#### - L'ORSA doit être développé par et pour l'entreprise

L'article 29 de la directive Solvabilité 2 spécifie que « *certains risques ne peuvent être convenablement contrôlés qu'au moyen d'exigences concernant la gouvernance, et non pas des exigences quantitatives exprimées dans le capital de solvabilité requis. L'efficacité du système de gouvernance revêt donc une importance critique pour la qualité de gestion de l'entreprise d'assurance et pour le système de contrôle.* »

#### - L'ORSA doit intégrer tous les risques inhérents à l'activité de la compagnie susceptibles d'avoir un impact potentiel sur sa capacité à faire face à ses engagements.

Il est possible d'étendre le champ défini dans les mesures d'application de la directive Solvabilité 2 afin d'adapter le calcul de besoin en capital à des risques spécifiques à l'entité

#### - L'ORSA doit respecter le principe de proportionnalité

Le niveau d'exigence est fonction de la nature du risque, de sa complexité et du volume d'exposition. Néanmoins, l'EIOPA précise qu' « *il faut reconnaître que l'ORSA peut promouvoir l'utilisation de méthodes plus sophistiquées, puisqu'il faut maîtriser les relations entre les risques et leur impact sur le besoin en fond propre* ». Toutefois, pour les entreprises de petite taille, l'ORSA ne doit pas représenter une tâche disproportionnée.

#### - L'ORSA doit s'intégrer pleinement dans le processus de décision

Ce principe traduit en partie le caractère temporel de l'ORSA, dans le sens où chaque entité devra évaluer régulièrement (au minimum une fois par an) son besoin de solvabilité afin de le confronter à son profil de risque et à sa stratégie commerciale.

#### - L'ORSA doit être prospectif, et tenir compte du business plan, des prévisions de l'entreprise et de l'environnement externe

Le second caractère temporel (prospectif) se retrouve dans ce principe, qui pallie ainsi un des manques majeurs identifiés lors du calcul du capital réglementaire (SCR)

#### - Les processus et résultats de l'ORSA doivent être justifiés de manière adéquate, documentés en interne, et être évalués de manière indépendante

Cette mise en œuvre peut en partie être sous-traitée, mais le dispositif de gestion interne des risques est du ressort de l'entreprise. L'ORSA doit être actualisé au moins une fois par an, mais la mise en place d'indicateurs ou de seuils d'alerte qui déclenchent le processus d'actualisation de l'ORSA est vivement recommandée (faillite sur le marché, changement réglementaire, catastrophe naturelle, etc.)

## ii. L'ORSA, un outil de pilotage et de gouvernance de l'entreprise

### L'ORSA, la gouvernance et la gestion des risques

L'article 44 de la directive spécifie qu'il est nécessaire que « *les entreprises d'assurance et de réassurance mettent en place un système de gestion des risques efficace, qui comprenne les stratégies, les processus et procédures d'informations prudentielles nécessaires pour déceler, mesurer, contrôler, gérer et déclarer, en permanence, les risques auxquels elles sont ou pourraient être exposées ainsi que les interdépendances entre ces risques, au niveau individuel et agrégé. Ce système de gestion des risques est efficace, parfaitement intégré à la structure organisationnelle et aux procédures de prise de décision de l'entreprise d'assurance ou de réassurance et dûment pris en compte par les personnes qui dirigent effectivement l'entreprise ou qui occupent d'autres fonctions clés.* »

Les processus de gestion des risques et le contrôle interne doivent donc avoir un rôle dans chaque décision et être intégrés dans le mode de fonctionnement de l'entreprise. Ainsi, les fonctions actuarielles, de conformité et de gestion des risques doivent permettre, en parallèle de systèmes de gestion des risques et de contrôle interne, la mise en place d'une fonction d'audit interne. Ces quatre fonctions sont soumises à un certain nombre de contraintes :

- L'implication et l'efficacité de la gouvernance dans la définition d'un système de gestion des risques, essentielles pour garantir le succès du processus (l'ORSA doit enrichir l'approche quantitative du pilier 1)
- Les organes du processus de contrôle interne doivent être efficaces (article 46 de la directive)
- L'entreprise doit se doter d'une fonction de conformité afin de s'assurer que la mise en place de l'ORSA et l'ensemble des opérations de la compagnie respectent les dispositions réglementaires, législatives et administratives
- Une fonction actuarielle doit également être présente afin de superviser le calcul des provisions techniques, de discuter de la politique de souscription et des solutions de couverture en réassurance. La fonction actuarielle devra accompagner la mise en œuvre du système de gestion des risques (plus particulièrement pour la modélisation des risques soumis à des exigences de capital)
- Un poste de responsable exécutif du dispositif de gestion des risques (CRO – *Chief Risk Officer*) doit être identifié. Son rôle est de superviser et coordonner le pilotage des risques, la mesure et le contrôle des risques
- L'ORSA impose la mise en place d'une fonction d'audit interne (article 47 de la directive) qui se doit d'être indépendante des fonctions opérationnelles et qui vérifie l'adéquation et l'efficacité du système de contrôle interne ainsi que la pertinence globale du système de gouvernance

Ainsi, l'ORSA correspond à un processus d'évaluation interne des risques, majeur dans la gestion de l'entreprise. Pour cela, le développement de quatre fonctions et de deux processus est nécessaire :

- Gestion des risques
- Contrôle interne et conformité
- Actuariat
- Audit interne

- Système de gestion des risques
- Processus de contrôle interne renforcé

Le rôle du conseil d'administration dans la mise en œuvre du processus ORSA ne doit pas être sous-estimé. Il en est l'origine (et en a la responsabilité) et l'utilise comme outil stratégique de gouvernance de l'entreprise.

### **L'ORSA et le pilotage**

L'ORSA, au sein du processus de gestion des risques, permet d'affiner la perception des risques auxquels l'entreprise est exposée, de mesurer l'impact de la politique de gestion des risques. Ainsi, les informations issues de l'ORSA permettent de compléter le besoin réglementaire de fonds propres.

Tout en intégrant une contrainte d'appétit au risque dans le développement de l'entreprise, l'ORSA doit permettre d'avoir une vision prospective de la situation de solvabilité de l'entreprise. Les objectifs de rendement ne sont plus les seuls moteurs des décisions des instances dirigeantes des entreprises, la dimension risque doit désormais aussi être prise en compte dans le pilotage de la structure.

Enfin, les concepts de sensibilisation au risque, de tolérance au risque et la dualité rendement/risque doivent être développés à tous les niveaux hiérarchiques de l'entreprise. Une assimilation homogène de cette nouvelle dimension prudentielle garantit l'efficacité de l'ORSA et la réussite de Solvabilité 2.

L'ORSA est un outil de pilotage de l'entreprise adapté au profil de risque de l'entreprise, tenant compte de ses spécificités, lui permettant d'élaborer une stratégie de gestion des risques et d'investissement dans cette gestion qui lui est propre. Il devient donc nécessaire de bien connaître le profil de risque de l'entreprise, et de fixer une enveloppe de prise de risque en cohérence avec la stratégie commerciale de l'entreprise. Cette enveloppe constitue l'appétence au risque de l'entreprise.

# 3. Appétence au risque

---

## 3.1. Quelques définitions et concepts préliminaires

L'appétence au risque (ou *Risk Appetite*) est définie par Théron et Valade (2011)<sup>9</sup> comme étant « le niveau de risque agrégé qu'une entreprise accepte de prendre en vue de poursuivre son activité ». Cette notion est au cœur du processus de gestion des risques des compagnies d'assurance, dont le principal but est de donner une vision globale et consolidée du niveau de risque que l'entreprise est prête à prendre.

L'appétence au risque s'apparente à une **enveloppe globale de risque** que l'entreprise accepte d'assumer en vue de **poursuivre son activité**. Elle correspond à un objectif de pilotage de l'entreprise par une maîtrise des risques auxquels cette dernière est exposée. Cette enveloppe ne peut pas dépasser la **capacité de prise de risque** (*Risk Capacity*), définie comme étant le maximum de risque que l'entreprise peut supporter. Si cette capacité est dépassée par l'entreprise, cette dernière court à la faillite, car elle supporte des risques qu'elle ne couvre plus financièrement.

Afin de définir la capacité et l'appétence au risque de l'entreprise, il est nécessaire d'identifier son **profil de risque**, c'est-à-dire l'ensemble des risques auxquels l'entreprise est exposée, et comment ils impactent l'activité et la santé financière de celle-ci. Par exemple, il faut identifier si l'entreprise est exposée au risque marché, comment elle est exposée (par quelles activités, quelles lignes de métier, etc.) et en quelle « proportion » : un choc de marché impacte-t-il fortement les états financiers de l'entreprise ? Son SCR marché est-il trop consommateur de fonds propres ? Toutes ces questions sont au cœur de la détermination du profil de risque de l'entreprise.

D'autres notions connexes peuvent être définies :

- **la tolérance au risque** : c'est une vision plus restreinte de l'appétence au risque. Elle représente une appétence au risque déclinée à des niveaux plus fins que cette-dernier. Par exemple, la tolérance au risque pourrait être associée à l'appétence au risque des différentes équipes de gestion des risques dans l'entreprise. Cette tolérance est (et doit) pleinement s'inscrire dans le pilotage stratégique de l'entreprise.
- **la limite de risque** : c'est une limite opérationnelle face au risque déclinée en cohérence avec l'appétence au risque et/ou la tolérance au risque.

---

<sup>9</sup> Appétence au risque : intégration au pilotage d'une société d'assurance, P. Théron et P. Valade, 2011

## 3.2. Intégration de l'appétence au risque dans le pilotage de l'entreprise

### 3.2.1. Les parties prenantes au pilotage et leurs attentes

L'appétence au risque étant un outil stratégique d'une compagnie d'assurance, elle intéresse différents acteurs, qui ont chacun leurs attentes. Certains acteurs prennent de décisions qui peuvent impacter directement l'entreprise et son activité :

- **Le superviseur (et les assurés)** : Respect des engagements contractuels de l'assureur, notamment par l'adéquation de son niveau de capital. En assurance non-vie, les assurés sont en principe intéressés par la capacité qu'a l'entreprise à faire face aux risques extrêmes pour assurer les règlements de sinistres. Le superviseur, protecteur de l'intérêt des assurés, a donc les mêmes attentes : une capitalisation adéquate et un système de gestion des risques efficace.
- **Les actionnaires** : Assurance d'un retour sur investissement durable. Les actionnaires sont intéressés par le couple résultat/risque et souhaitent que l'entreprise prenne autant de risques que nécessaire pour maximiser son résultat net, sans pour autant dépasser le seuil à partir duquel ces risques deviendraient trop dangereux pour la santé de l'entreprise (ce seuil s'apparenterait à l'aversion au risque des actionnaires).
- **La direction** : Respect des normes édictées par le superviseur et versement de dividendes aux actionnaires. La direction cherche à assurer la pérennité de son activité et de ses performances financières en jouant sur la dualité risques/rendement.
- **Les gestionnaires internes (*risk managers*, gestionnaires d'actifs<sup>10</sup>, etc.)** : Disposition de moyens d'action pour respecter l'appétence au risque dans les processus de gestions dont ils sont responsables. Ils recherchent une intégration adéquate de la détermination de l'appétence au risque dans le pilotage de l'entreprise, et notamment de l'adéquation avec leurs fonctions de quantification et de gestion des risques.

D'autres ne sont pas décisionnaires, et subissent davantage la politique de gestion des risques de l'entreprise :

- **Les agences de notation<sup>11</sup>** : Respect des engagements envers les assurés mais aussi envers les détenteurs d'obligations que la société d'assurance a émises. Elles ont une vision davantage prospective de la solidité financière de l'entreprise, et la qualité des processus de gestion des risques dans la compagnie devient prépondérante dans leur notation de compagnies d'assurance.
- **Le(s) réassureur(s)** : Assurance d'une bonne compréhension, définition et mesure des risques pris par l'assureur, afin de ne pas avoir à assurer de trop gros risques à son tour.
- **Les souscripteurs** : Assurance d'une bonne compréhension et identification des risques afin d'appliquer la meilleure tarification possible (prix attractif pour le client et rentable pour l'entreprise) et d'attirer les « bons » clients. La communication par la direction doit donc être claire et précise, et le contrôle s'exercer pour que les souscripteurs ne soient pas tentés de maximiser leur résultat avant de servir les intérêts des assurés.

---

<sup>10</sup> Même si la gestion d'actif peut être externe à l'entreprise

<sup>11</sup> Bien qu'influentes sur le marché via leur ratings, les agences de notation sont non décisionnaires, elles n'exercent par directement de pression sur les entreprises vis-à-vis de leur politique de gestion des risques.



- **Les agents, courtiers, et autres intermédiaires de vente** : Assurance d'une bonne compréhension des attentes et limites de risques à prendre en matière de clientèle et de contrats vendus. Nécessité d'une bonne communication de la part de l'entreprise sur ses limites et son appétence au risque.

Il est important de remarquer que cette liste est réductrice quant aux rôles, interactions et attentes de ces différentes parties prenantes, étant donné la complexité accrue des entreprises. Par ailleurs, toutes ces parties prenantes ne seront pas abordées dans la suite du mémoire, en particulier les agences de notation. Leur rôle est essentiellement économique et participe de l'image et de la réputation de l'entreprise, nous considérons ici qu'il n'impacte pas de sa gestion, bien que les processus de gestion des risques efficaces sont des indicateurs utilisés dans la notation.

Au vu des différentes attentes des agents cités, ces derniers définissent plus ou moins implicitement leurs propres appétences au risque. Le souscripteur par exemple sera tenté de prendre beaucoup de risque pour faire du résultat, tandis qu'un gestionnaire de risque sera tenté d'en prendre peu pour disposer de moyens de réaction en cas de crise. Ainsi, chacun n'a pas les mêmes limites d'appétence au risque, et ne s'appuie pas non plus sur les mêmes indicateurs pour les définir.

Pour que le fonctionnement de l'entreprise et le respect du processus ORSA restent centralisés, il revient à la direction de définir l'enveloppe d'appétence au risque qui réponde le mieux aux attentes de tous les acteurs. Il lui sera alors plus aisé de décliner cette appétence de manière adaptée, et de la faire respecter à tous les échelons au travers d'un processus intégré.

### **3.2.2. Le processus d'intégration de l'appétence au risque**

#### *i. Répartition des responsabilités au sein de l'entreprise*

L'appétence au risque doit être intégrée au processus de pilotage de l'entreprise. Tout le management de l'entreprise est concerné par le processus d'intégration de l'appétence au risque. Une répartition des responsabilités entre les différentes strates de la hiérarchie managériale est proposée ci-après :



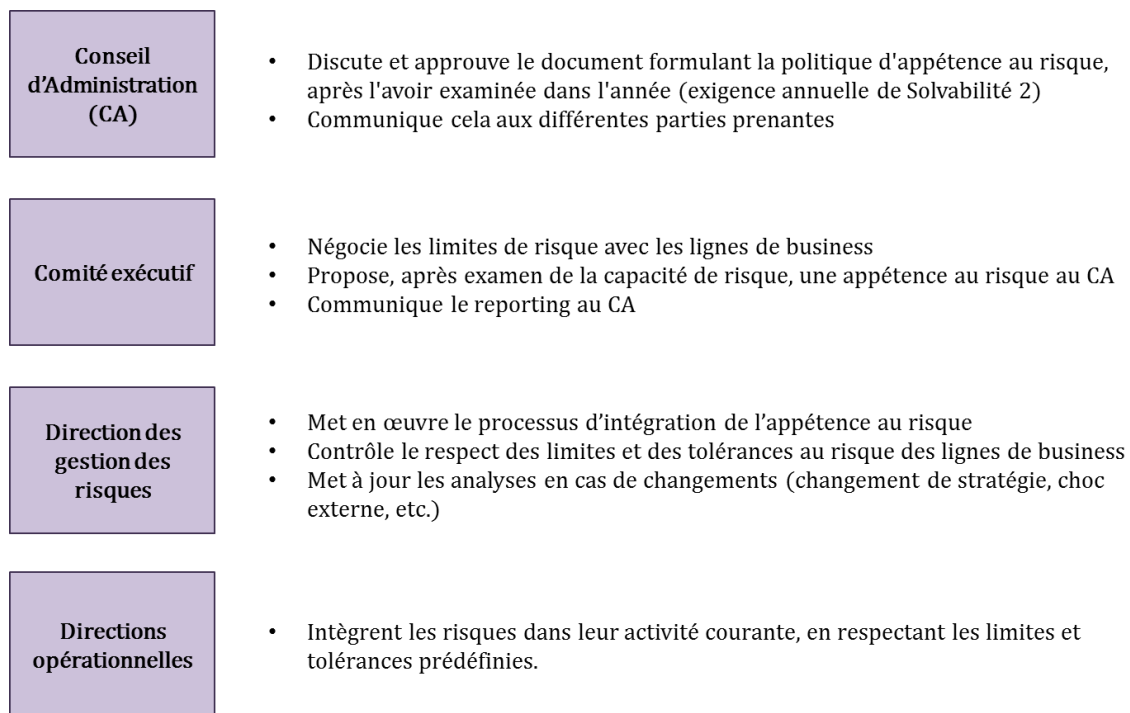


Figure 6 : Répartition des responsabilités dans l'intégration du processus d'appétence au risque

## ii. Etapes du processus

Le processus d'intégration de l'appétence au risque se déroule suivant cinq étapes :

- **Etape 1** : Evaluation de la capacité de prise de risque que l'entreprise ne pourra pas dépasser
- **Etape 2** : Définition d'une enveloppe de risque que l'entreprise peut prendre en cohérence avec sa stratégie (appétence au risque de l'entreprise).
- **Etape 3** : Définition et validation de la politique globale de risque de l'entreprise, qui précise la nature des risques et des activités acceptés. Cela passe par la définition des tolérances de risque pour chaque catégorie de risque à partir de l'appétence globale de l'entreprise. Des niveaux cibles peuvent être dessinés en vue d'une politique optimale de risque. Le profil de risque de l'entreprise, après comparaison, sera modifié en conséquence. Après cela, il est nécessaire de mettre en place un suivi de cette politique.
- **Etape 4** : Déclinaison des tolérances en limites opérationnelles au niveau des différentes lignes d'activité. La direction pourrait délivrer une habilitation à chaque agent de l'entreprise à prendre des risques. Par exemple les courtiers en assurance, cherchant à faire du résultat et donc ayant tendance à vendre des produits sans prendre en considération les risques de l'assureur à leur hauteur, pourraient se voir habilités à ne délivrer que certains risques, dans un maximum de d'exposition au risque défini par l'entreprise mandataire.
- **Etape 5** : Mise en place d'un suivi d'indicateurs clés afin de s'assurer du respect des limites de risque fixées au préalable. Ces limites sont déclinées à toutes les activités de l'entreprise et à tous types de risque auxquels celle-ci est exposée. Cela peut prendre la forme de « normes de souscription » ciblées, correspondant à des orientations imposées aux souscripteurs comme l'augmentation du volume de clientèle en autorisant une prise plus grosse de risque sur la population.

Les aspects ne relevant que du management et des exigences réglementaires de l'ORSA et du pilier 3 de la directive Solvabilité 2 (mise en place et suivi des politiques de risques – étapes 3 (en partie) et 5) ne sont pas traités dans la suite de ce mémoire.

Bien que s'appuyant sur le profil de risque de l'entreprise, l'appétence peut être définie au niveau de la direction de l'entreprise en tant qu'objectif à atteindre et maintenir. L'appétence au risque devient alors le cadre et le but de la stratégie de l'entreprise, elle représente la « *nécessité d'intégrer à la stratégie commerciale et aux décisions stratégiques l'évaluation des risques [...] faite en interne* »<sup>12</sup>.

### 3.3. Détermination de l'appétence au risque selon des critères de performance

L'objectif d'une compagnie d'assurance n'est pas seulement de respecter les exigences réglementaires en capital, mais aussi de créer de la valeur tout en maîtrisant ses risques. La performance d'une compagnie d'assurance repose ainsi sur l'équilibre entre ces trois dimensions, que doivent prendre en compte les mesures choisies pour déterminer l'appétence au risque.

#### 3.3.1. Les mesures de performance et d'appétence au risque d'une compagnie d'assurance non-vie

Il existe plusieurs méthodes pour mesurer la performance d'une compagnie d'assurance : il est possible de s'appuyer sur son capital, c'est-à-dire son niveau de fonds propres et sa valeur ; il est aussi possible de se placer d'un point de vue du risque et s'appuyer sur les niveaux de capital réglementaire et de ratio de couverture. Enfin, il est possible d'analyser l'entreprise en termes de rentabilité et se placer dans une optique de résultat. Toutes ces mesures permettent de dessiner la politique de risque et de développement à suivre, et donc l'appétence au risque de l'entreprise.

##### i. Mesures relatives au capital

Les mesures relatives au capital concernent essentiellement les actionnaires de l'entreprise, propriétaires de ce capital et rémunérés par son rendement.

Le but ici est d'assurer un minimum de **rentabilité du capital** (ROE : *Return on Equity*). L'appétence au risque sera alors définie comme étant la probabilité que ce minimum de rentabilité recherché ne soit pas atteint soit très faible. Le ROE se calcule de la façon suivante :

$$ROE = \frac{\text{Résultat net}}{\text{Fonds propres}}$$

Il s'analyse à horizon **1 an**.

Il est aussi possible de définir l'appétence au risque comme la probabilité d'avoir recours à une **augmentation de capital** pour pouvoir poursuivre l'activité. Cela s'analyse à plus long terme (**5**

---

<sup>12</sup> Op.cit.

ans) et rejoint d'une certaine façon le ROE – l'augmentation de capital augmente les fonds propres et dégrade ainsi le ROE. Il est aussi possible de définir l'appétence au risque comme étant la volonté de maintenir un ROE supérieur à x% dans 90% des cas.

Cet indicateur étant le socle de la rémunération des actionnaires, ces derniers lui sont particulièrement sensibles. Mais cet indicateur ne reflète pas les risques que prend l'entreprise, ni leur couverture, notions chères au superviseur.

## ii. Mesures relatives au risque

La santé d'une entreprise d'assurance est fortement corrélée au niveau de risque qu'elle prend. Ce risque se mesure notamment par le capital réglementaire **SCR**. Une mesure de performance sur laquelle l'appétence au risque peut être définie est le **ratio de couverture** des risques. Il correspond au ratio :

$$\frac{\text{Fonds Propres Economique}}{\text{SCR}}$$

Ce ratio doit être supérieur à 100% pour que le superviseur n'intervienne pas pour redresser l'entreprise. L'horizon d'analyse de cet indicateur est d'**1 an** car le SCR est calculé annuellement. Cependant, dans une vision prospective, il est possible d'anticiper la valeur du ratio de couverture à plus long terme.

Il est aussi possible de raisonner en termes de **surplus**, c'est-à-dire :

$$\text{Surplus} = \text{Fonds Propres économique} - \text{SCR}$$

L'entreprise peut alors vouloir que ce surplus ne soit jamais inférieur à un certain pourcentage de SCR ou de fonds propres économiques, ou bien de ne pas constater une baisse de plus de x% du surplus de début d'année.

Il ne paraît pas possible de s'appuyer sur le **MCR** pour définir une mesure de risque. Ce dernier étant un seuil extrême toléré par le régulateur, il pourrait n'être utilisé qu'en cas de situation dégradée de l'entreprise, en vue d'une politique de risque restrictive et austère pour pouvoir relancer l'activité.

Cet indicateur est suivi de près par le superviseur afin de s'assurer que l'entreprise honore ses engagements vis-à-vis des assurés. Cependant, d'autres acteurs peuvent le trouver contraignant : les actionnaires, souscripteurs et intermédiaires de vente verraient leurs possibilités de gain contraintes par un seuil de risque à ne pas dépasser.

## iii. Mesure relatives à la rentabilité de l'entreprise

La rentabilité de l'entreprise se mesure souvent en fonction du **résultat**. Une première définition de l'appétence au risque est la probabilité que le **résultat net descende en dessous d'un certain seuil** : un résultat négatif étant un signe trop négatif de la santé de l'entreprise.

Un bon indicateur est le ratio **résultat net/risque** :

$$\frac{RN}{SCR}$$

Il mesure le rendement des profits en termes de risque, c'est-à-dire la part de profits générés à chaque nouvelle prise de risque. Cet indicateur peut être très utile dans une optique de maximisation de résultat et de minimisation du risque car il permet de définir le niveau de risque à partir duquel l'entreprise perd en rentabilité. Cet indicateur concilie les attentes des agents inquiets par la capacité de couverture de risque de l'entreprise (superviseur, assurés, réassureur – qui ne veut pas assumer d'éventuelles pertes) et les attentes de agents demandeurs de résultat (souscripteurs, actionnaires, intermédiaires).

D'autres indicateurs existent, comme par exemple :

- **le retour sur les capitaux employés** (ROA : *Return on Assets*)

$$ROA = \frac{\text{Resultat d'exploitation}}{\text{Capitaux employés}}$$

Il représente la capacité des actifs de l'entreprise à générer du résultat et de l'activité. L'appétence au risque pourrait alors être la probabilité que ce ROA devienne inférieur à un certain pourcentage.

- **la marge d'exploitation** : c'est la différence entre le solde de souscription et les charges d'administration et de gestion des contrats. Elle peut être rapportée aux primes émises afin d'avoir un pourcentage de marge, dont un seuil minimum peut être fixé qui ne doit pas être dépassé avec une certaine probabilité (appétence au risque).

Ces deux indicateurs peuvent s'analyser dans une vision **1 an** ou dans une vision prospective à **5 ans**, et sont la préoccupation de la direction, désireuse de voir son entreprise rentable et dotée d'une politique d'investissement saine.

Il convient de remarquer que la pertinence de ces indicateurs dépend de l'entreprise concernée. La question se pose notamment pour les mutuelles, dont le caractère non lucratif – « *les mutuelles sont des personnes morales de droit privé à but non lucratif* <sup>13</sup> » - les détache des problématiques de résultat et de performance financière. Ces institutions seraient davantage intéressées par des indicateurs de solvabilité.

#### iv. **Digression sur les seuils d'appétence au risque**

L'appétence au risque doit se définir par rapport à des seuils crédibles, ni optimistes, ni pessimistes, et respecter les contraintes réglementaires et de marché. Par exemple, une appétence au risque définie sur le ratio de couverture ne peut pas s'établir sur un seuil de 100%. En effet, ce seuil est un seuil d'équilibre fragile, en dessous duquel l'entreprise ne respecte pas les exigences réglementaires Solvabilité 2. Elle ne peut pas non plus l'énoncer comme tel : « avoir un ratio de couverture supérieur à 100% et inférieur à 250% » car cela est toujours respecté par une compagnie d'assurance « classique » respectant la Directive Solvabilité 2, et ne présente donc pas d'enjeu stratégique.

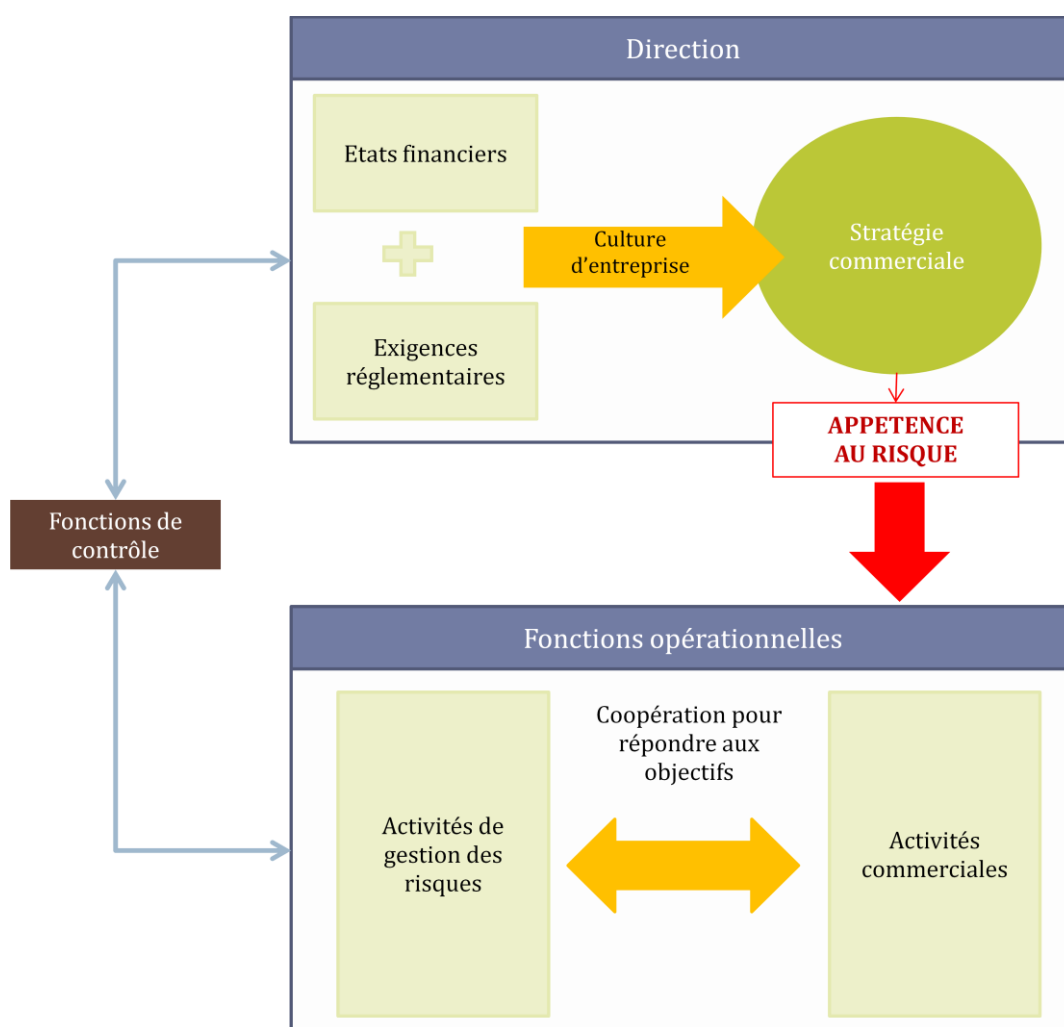
Il y a donc un arbitrage à faire dans la définition du seuil sur lequel repose l'appétence au risque.

---

<sup>13</sup> Article L111-1 du Code de la Mutualité

### 3.3.2. Détermination de l'appétence au risque

L'appétence au risque, nécessaire à l'ORSA, est un élément stratégique dans la gouvernance de l'entreprise. Elle est définie au niveau de la direction, et déclinée aux différentes branches d'activité de la compagnie. Elle est donc une stratégie dite « top-down » : approuvée par le conseil d'administration comme objectif stratégique adapté au profil de risque de l'entreprise (ne reposant donc pas sur un scénario crédible unique), l'appétence au risque devient le cadre contraignant l'activité des équipes opérationnelles.



*Figure 7 : L'appétence au risque, une vision stratégique top-down de gestion d'entreprise*

La principale question est alors de savoir comment décliner sa stratégie et répartir ses investissements entre ses départements (flèche rouge dans la Figure 7), en particulier ceux en charge de gérer les risques des « sous-modules » de risques tels que décrits dans la Directive Solvabilité 2. Des tests de sensibilité peuvent alors être menés pour confirmer l'appétence définie par la direction de l'entreprise.

### 3.4. Déclinaison de l'appétence au risque aux différentes branches d'activité de la compagnie : méthodes d'allocation de capital

Après avoir été définie, l'appétence au risque doit être « descendue » aux différents sous-modules de risque, afin de déterminer des seuils de tolérance des ces différents risques. L'idée est de définir, pour une appétence de risque donnée, de quelle manière chaque sous-module de risque y contribue, et sur lesquels il faut investir le plus par rapport à d'autres (notamment dans une optique de performance). Cela s'apparente donc à une problématique **d'allocation de capital**.

#### 3.4.1. Minimisation du risque

Pour répondre à cette problématique d'allocation de capital, une des premières méthodes qui peuvent être envisagées sont celles qui minimisent le risque global encouru par l'entreprise.

Le SCR se calculant par étapes, par agrégation de sous-modules de risques pour obtenir le BSCR, puis par agrégation de ce dernier avec le SCR opérationnel et l'ajustement, il convient, dans une optique d'allocation optimale du SCR par sous-modules de risque, d'inverser la formule d'agrégation. Minimiser le risque (ici le BSCR) en essayant d'inverser sa formule est une solution reposant sur une méthode discrète s'appuyant sur l'utilisation d'un pas.

Soient  $M1$ ,  $M2$  et  $M3$  les trois seuls modules considérés (par simplification, la formule pouvant s'appliquer à autant de modules possibles) et  $\Delta$  la matrice de corrélation entre ces trois modules. L'idée est de calculer le BSCR associé à toutes les possibilités d'allocation de risques entre ces trois modules et de considérer l'allocation qui offre le BSCR le plus faible (portant ainsi le niveau de risque le plus faible).

Cette méthode repose sur le l'intuition suivant : augmenter le risque pris sur les trois modules peut être bénéfique pour le résultat de l'entreprise ; c'est donc par la diversification que l'arbitrage peut se faire.

La méthode fournit une liste d'allocations possibles, dont toutes ne sont pas réalistes. Dans certains cas il n'est en effet pas pertinent d'investir considérablement sur certains modules de risques. Par exemple, une compagnie d'assurance non-vie ne choisira pas une allocation privilégiant le risque de marché au détriment du risque de souscription, prédominant au vu de son activité.

Deux solutions semblent alors se dégager :

- Imposer des contraintes sur le poids des modules de risques en s'appuyant sur le profil de risque actuel de l'entreprise

Le choix, par nature arbitraire, de ces contraintes peut conduire à ne pas considérer certaines allocations de risque qui seraient bénéfiques à l'entreprise

- Identifier les contributions marginales de sous-modules de risques au capital global

Cela permet d'adapter de manière plus fine l'allocation au profil de risque de l'entreprise.

### 3.4.2. Méthodes proportionnelle et marginale

Dans ce paragraphe, les mêmes notations qu'au paragraphe précédent sont utilisées.

La méthode proportionnelle vise à allouer au module  $i$  la proportion du risque global auquel il contribue, selon la valeur de son capital *stand alone*, défini à l'aide de la mesure de risque  $\rho$ .

La contribution au risque du module  $i$  associée à la mesure de risque  $\rho$  est donnée par la formule suivante :

$$\rho^{prop}(M_i \setminus M) = \frac{\rho(M_i)}{\sum_{j \in N} \rho(M_j)} \rho(M)$$

Le terme  $\frac{\rho(M_i)}{\sum_{j \in N} \rho(M_j)}$  étant appliqué au capital total  $\rho(M)$ , il s'agit bien d'une méthode d'allocation proportionnelle au capital total.

Cette méthode se démarque pas sa simplicité de mise en œuvre et son côté intuitif mais elle ne tient pas compte de l'impact marginal de chaque module ni des bénéfices de diversification qui entrent en jeu lors de l'agrégation des capitaux associés aux risques de chaque module.

Il existe d'autres méthodes prenant en compte ces effets, notamment la méthode marginale. Celle-ci permet d'identifier la contribution marginale du module  $i$  associée à la mesure de risque  $\rho$ :

$$\rho^{marg}(M_i \setminus M) = \frac{\rho(M_N) - \rho(M_{N-i})}{\sum_{j \in N} \rho(M_N) - \rho(M_{N-j})} \rho(M_N) = \frac{IM_i(1, N)}{\sum_{j \in N} IM_j(1, N)}$$

Cette méthode prend en considération les impacts marginaux des modules mais elle ne s'intéresse qu'à la contribution marginale à l'ensemble  $N$  dans sa totalité uniquement. Il peut être avantageux d'étudier les contributions marginales à la totalité des sous-ensembles de  $N$ , ce que permet la méthode de Shapley.

### 3.4.3. Méthode de Shapley

La méthode de Shapley s'appuie sur la théorie des jeux coopératifs. Cette méthode est dite discrète car les joueurs sont supposés indivisibles, c'est-à-dire que le joueur entre de manière totale dans la coalition ou n'y entre pas. Cette méthode est initialement utilisée pour allouer le coût total entre joueurs et ainsi peut s'adapter à la résolution d'un problème d'allocation.

#### i. Principe de la méthode

Un jeu coopératif comporte les éléments suivants :

- Un ensemble  $N$  composé de  $n$  joueurs.  $N = \{1, \dots, n\}$
- Une fonction de coût  $c$  qui associe à chaque sous-ensemble  $S$  de  $N$ , nommé coalition, une valeur réelle correspond au coût de cette coalition

Lors de l'application de la méthode de Shapley à la problématique d'allocation, nous détaillerons les différentes fonctions de coût envisageables, selon l'orientation que l'on souhaite donner au problème.

La fonction de coût  $c$  est sous-additive si, pour toutes coalitions  $S$  et  $T$  d'intersection non vide,  $c(S \cup T) \leq c(S) + c(T)$ .

Dès lors, en supposant la sous-additivité de la fonction de coût, les joueurs vont être incités à former des coalitions afin de bénéficier du bénéfice de diversification. Chaque joueur cherche toutefois à minimiser sa fonction de coût et garde cet objectif principal en tête. Ainsi, le joueur refusera de prendre part à une coalition si le coût qui lui est alloué est supérieur au coût qu'il devrait supporter s'il était indépendant. Ceci constitue la menace à l'échelle de l'individu. Il y a également une menace à l'échelle de la coalition qui est celle de joueurs qui menacent de quitter la coalition si le coût alloué à l'ensemble des joueurs est supérieur au coût global qu'ils devraient supporter s'ils étaient en dehors de la coalition.

La valeur de Shapley d'un jeu coopératif pour un individu  $i$  est alors définie comme suit :

$$Sh^i = \sum_{S \in D_i} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} (c(S) - c(S \setminus \{i\}))$$

Où  $i \in N$ ,  $s$  est le cardinal de  $S$ ,  $D_i$  est l'ensemble des coalitions contenant  $i$ .

L'expression de la valeur de Shapley peut s'interpréter de la façon suivante. Supposons que la coalition (sous entendu la plus grande coalition) se forme de manière séquentielle selon un ordre d'entrée précis. Chaque fois qu'un joueur  $i$  se joint à la coalition  $S \setminus \{i\}$  déjà formée, il se voit attribuer une rémunération égale à sa contribution marginale à  $S \setminus \{i\}$ , c'est-à-dire qu'il reçoit  $(c(S) - c(S \setminus \{i\}))$ . De cette façon, il est possible de répartir l'intégralité de la valeur  $c(N)$  entre les joueurs.

Il y a  $(s-1)!$  ordres d'entrée possibles pour les joueurs de  $S \setminus \{i\}$ . Une fois que  $i$  est entré dans la coalition, les joueurs restants vont progressivement rejoindre cette coalition. De même, il y a  $(n-s)!$  ordres d'entrée possibles pour ces joueurs.

Ainsi, le joueur  $i$  a  $(s-1)!(n-s)!$  possibilités de percevoir la dotation  $(c(S) - c(S \setminus \{i\}))$ . En répétant l'opération sur la totalité des coalitions qui contiennent le joueur  $i$ , puis en divisant par le nombre total d'ordres possibles d'entrée des joueurs, la moyenne des contributions marginales du joueur  $i$  aux coalitions de  $N$  peut être calculée.

Il convient d'observer que le critère de marginalité n'est pas recherché dans la formule mais en est une conséquence: le fait qu'il y ait équité de la rémunération des joueurs selon leurs contributions marginales respectives provient de l'anonymat des joueurs et de l'additivité des fonctions de coûts.

## ii. *Application de la méthode de Shapley à un problème d'allocation de capital*

La méthode de Shapley peut être appliquée à un problème d'allocation du capital dans le cadre suivant :

- Les joueurs évoqués ci-dessus sont représentés par les segments de risque
- La mesure de risque  $\rho$  est identifiée à la fonction de coût

$c$  est alors définie, pour toute coalition  $S$  incluse dans  $N$ , par la formule suivante :



$$c(S) = \rho\left(\sum_{i \in S} X_i\right)$$

Cette méthode permet d'améliorer la méthode marginale. En effet, elle se dote d'une vision marginale relative à tous les sous-ensembles possibles de l'ensemble  $N$  et non seulement à l'ensemble  $N$  :

$$\rho^{Shapley}(X_i / X) = \sum_{S \in D_i} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} (\rho(S) - \rho(S \setminus \{i\})) = \sum_{S \in D_i} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} IM_i(1, S)$$

Notons que la méthode de Shapley n'est pas toujours applicable en pratique car elle nécessite le calcul du risque pour la totalité de scénarii possibles, soit, pour un ensemble de cardinal  $n$ ,  $2^n - 1$  calculs pour les  $2^n - 1$  coalitions existantes.

Bien que cette méthode puisse être coûteuse en temps de calcul dans l'éventualité d'un grand nombre de joueurs, nous l'appliquerons à la problématique d'allocation de l'enveloppe d'appétence au risque. En effet, le calcul des enveloppes allouées à chaque module de risque (marché, souscription, défaut) sera effectué grâce à cette méthode.

# 4. Mise en œuvre

---

## 4.1. Introduction – présentation de l'entreprise étudiée

Le mémoire porte sur l'analyse d'une compagnie d'assurance non-vie fictive. Celle-ci comprend trois branches d'activité (LOB) : Automobile (LOB 1), Incendie (LOB2) et Responsabilité Civile Générale (LOB 3).

Le capital social de cette entreprise est de 750 000 euros, et elle négocie tous les ans un contrat de réassurance proportionnelle avec un réassureur.

Cette entreprise est basée en France, et répond donc aux normes comptables françaises telles que décrites dans le Plan Comptable Général (PCG) et le Code des Assurances.

Conformément aux mesures en vigueur dictées par l'ACP, cette entreprise édite son bilan comptable (vision Solvabilité 1) et son bilan Solvabilité 2, pour l'année clôturée. Ces deux visions sont mises en perspectives par le superviseur et le régulateur afin de comprendre ce qui les différencie. Tout une partie du mémoire consiste à construire un bilan suivant ses deux visions.

Ses exigences réglementaires Solvabilité 2 sont calculées en Formule Standard :

- Marché,
- Opérationnel,
- Souscription Non-vie (hors CAT),
- Défaut du réassureur

Afin de répondre aux contraintes ORSA, elle édite des comptes prospectifs en vision comptable et économique, afin d'avoir une projection de son capital ORSA.

Remarque préliminaire : dans la suite de ce rapport, les termes « bilan comptable » ou « états financiers » se réfèrent à la vision Solvabilité 1. La notion de « bilan économique » renvoie à la vision Solvabilité 2.

## 4.2. Construction d'un outil/bilan prospectif

Dans le cadre de ce mémoire, un outil de construction et de projection de bilan comptable et de bilan économique simplifiés a été développé sous Excel – VBA. Le modèle s'appuie sur des contrats annuels. L'année d'inventaire est 2011.

L'horizon de projection du modèle est de 5 ans (afin d'être cohérent avec les horizons de projection des plans stratégiques des compagnies d'assurance, généralement de l'ordre de 3 à 5 ans, ainsi qu'avec la durée moyenne d'un mandat de direction). Cet horizon de projection suppose de faire plusieurs hypothèses concernant les données d'entrée telles que les primes émises, la reconduction des contrats de réassurance, la stratégie d'allocation d'actifs, etc.

#### 4.2.1. Hypothèses du scénario central de l'outil

La construction d'un bilan simplifié repose sur différentes hypothèses, déclinées par année et par ligne de business lorsque cela est pertinent (par exemple le taux d'imposition est unique pour l'entreprise au global). Certaines hypothèses sont définies dans le business plan de l'entreprise, d'autres par les conditions de marché ou les normes en vigueur.

##### Hypothèses issues du business plan de l'entreprise

Les **primes émises pures** (sans frais de gestion, d'acquisition et d'administration inclus) des différentes LOB sont supposées prendre 10% de leur valeur tous les ans pendant cinq ans. Ces primes sont annuelles, et collectées à des dates différentes selon les LOB : le 31 mars pour l'auto, le 31 juillet pour l'incendie et le 30 avril pour la RC. La projection sur 5 années s'étale jusqu'en 2016. Toutes les hypothèses sont donc définies pour les années 2011 à 2016.

Les **sinistres** sont calculés en appliquant un ratio de S/P (Sinistres/ Primes) aux primes. Ces ratios sont supposés constants dans le temps, mais différent par LOB :

- S/P Auto : 60%
- S/P Incendie : 50%
- S/P RC : 75%

Ces sinistres s'écoulent différemment dans le temps et selon les LOB. En effet, certaines LOB sont dites « branches longues », c'est-à-dire que le remboursement d'un sinistre se fait sur plus de cinq ans après sa survenance, et d'autres courtes. La RC est un exemple type de branche longue : les sinistres s'écoulent sur plus de 5 ans. Un taux écoulement peut être défini comme étant le pourcentage de la charge finale des sinistres réglés au cours de l'année. Ces taux sont décumulés, c'est-à-dire que le taux de l'année 3 par exemple ne correspond qu'à la part de règlements versé au cours de l'année 3.

Les taux choisis pour les différentes LOB de l'entreprise sont résumés dans le tableau ci-dessous :

LOB	Années d'écoulement	% d'écoulement
Auto	3 ans	Année 1 : 90% Année 2 : 9% Année 3 : 1%
Incendie	3 ans	Année 1 : 90% Année 2 : 7% Année 3 : 3%
RC	7 ans	Année 1 : 50% Année 2 : 25% Année 3 : 10% Année 4 : 5% Année 5 : 5% Année 6 : 3% Année 7 : 2%

*Tableau 7 : Hypothèses d'écoulement des sinistres*

Il n'y a pas de recours modélisés.

Les **frais** de gestion des sinistres sont considérés comme stables dans le temps, à 6% des primes émises par an, et sont identiques pour les trois LOB. A cela s'ajoutent les frais d'administration de sinistres, fixes à 3% des primes émises par an et par LOB, ainsi des frais d'acquisition des contrats, à 5% des primes par an et par LOB.

La société d'assurance souscrit tous les ans à un contrat de **réassurance** proportionnelle avec un taux de rétention à 70%. Le taux de rétention n'évolue pas sur les cinq années. En échange, de la cession de 30% de ses primes pures, l'assureur demande une commission de réassurance de 20% du montant total des primes cédées.

### Hypothèses de résultat et de bilan

Le taux **d'imposition** est fixé à 34,43% par an.

L'entreprise ne verse **pas de dividendes** à ses actionnaires.

Les hypothèses de modélisation de **l'actif** sont les suivantes :

- l'allocation d'actifs (en valeur de marché) est supposée constante dans le temps : 5% de l'actif investi en Actions, 75% en obligations, 15% en immobilier et 5% en cash (disponibilités de trésorerie)
- les loyers perçus (investissements locatifs) sont supposés égaux à 2% de la valeur du parc immobilier dont l'entreprise est propriétaire
- la rentabilité des actions et de l'immobilier est résumée dans le tableau ci-dessous :

	2012	2013	2014	2015	2016
Actions	-1%	5%	-3%	1,50%	4%
Immobilier	3%	0,50%	4%	2%	-4%

*Tableau 8 : Hypothèses de rendement d'actifs*

On suppose par ailleurs que l'entreprise réalise systématiquement 30% de plus-values sur les actions. Dans le contexte actuel de crise et de volatilité des marchés, les entreprises souhaitent réaliser une partie des plus-values latentes avant tout nouveau choc de marché. D'un point de

vue purement technique, cela permet par ailleurs d'identifier et de modéliser les mécanismes de comptabilisation des plus-values dans les différents référentiels (Solvabilité 1 et Solvabilité 2). Enfin, les dividendes actions ne sont pas modélisés.

Tout investissement **immobilier** est amorti linéairement sur 30 ans. Pour la première année, nous considérons que le bien est détenu depuis 10 ans, et donc amorti en conséquence.

Les **obligations** ont une maturité fixe de 8 ans, et un taux de coupon à 3%. Dans un souci de simplification, la valeur d'achat d'une obligation est égale à son nominal. En effet, le portefeuille d'obligations est très diversifié en ce qui concerne les différentes notations et les valeurs d'achat des obligations varient selon les notations ; on comprend aisément qu'une obligation notée AAA possède une valeur initiale supérieure à une obligation notée BBB (le risque porté par l'acquéreur est inférieur dans le cas d'une obligation AAA). Inclure un tel niveau de détail dans la modélisation de l'actif ajoute un degré de complexité qui n'est pas indispensable pour la modélisation de l'activité d'une entreprise qui pratique de l'assurance non-vie dont le fond de commerce ne s'appuie pas de manière marquée sur la gestion de son actif.

Le **cash** est supposé sans rendement, ce qui implique la non prise en compte de l'inflation dans l'outil.

#### **Hypothèses réglementaires Solvabilité 2 <sup>14</sup>**

Le taux **d'actualisation** utilisé dans la valorisation des provisions en *Best Estimate* est déterminé par la courbe de taux zéro-coupon fournie par l'EIOPA au 31 décembre 2011. Nous en déduisons les courbes des taux forward utilisées pour la modélisation des obligations ainsi que pour l'actualisation des provisions en *Best Estimate*.

Les hypothèses nécessaires au calcul du **SCR**, en dehors des hypothèses de la formule standard, portent sur le portefeuille obligataire détenu par l'entreprise. Celui-ci est réparti comme suit : 15% d'obligations d'Etat, 35% d'obligations notées AAA, 15% d'obligations notées A, 20% notées BBB et 15% notées BB.

Pour ce qui concerne le portefeuille d'action, il est supposé constitué à 75% d'actions OCDE.

Nous avons recalculé l'effet d'ajustement symétrique sur les actions sur la base du CAC40. En appliquant la formule proposée dans les spécifications techniques (effet *dampener*), nous obtenons un effet de -10 % pour l'année de valorisation 2011. Cet ajustement symétrique est supposé constant sur la durée de projection.

## **4.2.2. Construction du bilan comptable**

### *4.2.2.1. Construction du passif*

Il existe deux principaux postes au passif du bilan : les provisions techniques (en vision prudente) et les fonds propres.

#### *i. Construction préliminaire de triangles de sinistres*

---

<sup>14</sup> Source : Spécifications Techniques QIS 5, EIOPA

Les provisions reposent sur la construction de triangles de sinistres, à partir desquels les charges de sinistres inscrites en compte de résultat sont aussi calculées. La construction des triangles s'appuie sur les hypothèses listées précédemment. Elle se fait en deux étapes majeures.

### Etape 1 : Premier règlement pour les sinistres dont l'année d'occurrence est l'année n

Ce règlement correspond à la charge de sinistre due au titre de sinistres survenus la même année. Il résulte de la formule suivante :

$$S^1_n = prime_n * taux\ d'\ ecoulement_1 * \left(\frac{S}{P}\right)_n$$

Avec,

$prime_n$  le montant de primes émises pour de l'année n

$taux\ d'\ ecoulement_1$  le taux d'écoulement de la première année (cf. tableau 7)

$\left(\frac{S}{P}\right)_n$  le ratio de sinistralité de l'année d'occurrence n.

Ce règlement est calculé par année et par LOB, brut et net de réassurance.

### Etape 2 : Règlements des sinistres survenus avant l'année n

Ces règlements apparaissent lorsque les montants associés à certains sinistres ne sont pas payés en totalité au cours de l'année d'occurrence. Ainsi, pour le montant de sinistres d'occurrence  $n - 2$ , le règlement associé est le suivant :

$$S^3_n = prime_{n-2} * taux\ d'\ ecoulement_3 * \left(\frac{S}{P}\right)_{n-2}$$

Ces triangles sont construits bruts et nets de réassurance, permettant par la suite de calculer les SCR souscription bruts et nets de réassurance et d'en déduire le SCR défaut (voir les aspects règlementaires décrite au chapitre 2).

#### ii. Construction des provisions techniques

Dans notre modèle, les provisions techniques en vision prudente sont la somme, à la clôture de l'exercice, des provisions pour primes non acquises (PPNA), des provisions pour sinistres à payer (PSAP) augmentée des provisions pour frais de gestion (PFG), ainsi que des provisions pour risque en cours (PREC).

#### Calcul des PPNA

Les provisions pour primes non acquises sont calculées au *pro rata temporis* d'émission des primes émises. En effet, elles répondent à la formule suivante :

$$PPNA = primes\ émises * \frac{n^\circ\ mois\ d'\ émission}{12}$$

Le montant de primes émises et le mois de leur émission diffèrent d'une LOB à l'autre. Les PPNA sont donc calculées par LOB.

### Calcul des PSAP

Les provisions pour sinistres à payer sont calculées à partir des triangles de sinistres, grâce à une méthode *Chain Ladder*, décrite dans l'Annexe 1.

Les PSAP sont calculées par LOB et représentent pour chacune d'entre elles les règlements futurs liés à un sinistre survenu plus tôt. Pour une année  $n$ , l'entreprise totalise un montant de PSAP égal à la somme de :

- Règlements dus à partir de l'année  $n+1$  au titre de sinistres survenus avant l'année  $n$ ,
- Règlements dus à partir de l'année  $n+1$  au titre de sinistres survenus en année  $n$ .

### Calcul des PFG

Les provisions pour frais de gestion des sinistres sont le résultat de l'application du pourcentage de frais de gestion (défini en hypothèse) aux montants de PSAP pour l'année et la LOB correspondantes. Notons que les PFG sont calculées brutes de réassurance uniquement.

Dans une vision prudente, PSAP et PFG sont augmentées de 10%. Ces provisions sont en effet calculées en *Best Estimate*, c'est-à-dire en vision économique, et pas comptable. Cette marge de prudence permet de retomber sur une vision Solvabilité 1, un peu sur provisionnée.

### Calcul des PREC

Les provisions pour risques en cours, en vision comptable, sont calculées comme suit :

$$PREC = \text{Max} \left( 0, \frac{S}{P} - 100\% \right) * PPNA$$

La PREC comptable ne peut jamais être négative et est calculée par année et par LOB.

### iii. Calcul des fonds propres

Ceux-ci résultent, pour la première année, de la somme du capital social de l'entreprise et du résultat de l'année en cours. Les années suivantes, les fonds propres répondent à la formule suivante :

$$FP_{n+1} = FP_n + RN_{n+1}$$

Pour la première année (année 2011), les fonds propres résultent de la somme du capital social de l'entreprise et du résultat net 2011.

#### 4.2.2.2. Construction de l'actif et équilibre comptable

L'actif comptable, pour l'année 2011, comprend un poste de réassurance (créances attendues du réassureur) et de 4 types d'actifs dont le montant est défini à partir d'une allocation cible et de la valeur comptable du passif 2011 calculé suivant la méthode détaillée ci-dessus.

### i. Calcul du poste de réassurance

Les créances du réassureur correspondent au montant total de provisions cédées (PSAP, PPNA et PREC à la clôture de l'exercice). Ces provisions cédées sont calculées en appliquant le taux de cession (1- taux de rétention fixé dans les hypothèses) aux provisions calculées pour le passif.

### ii. Calcul des autres postes d'actifs et équilibre comptable

L'allocation d'actifs cible en valeur comptable est la transposition de l'allocation en valeur de marché (fixée dans les hypothèses de l'outil), en valeur comptable. Ainsi, par réajustements de valeur (prise en compte des moins-values mais pas des plus values, amortissements, etc.), on obtient l'allocation comptable suivante :

Actifs	Allocation en valeur de marché (voir hypothèses)	Allocation en valeur comptable
Actions	5%	5%
Obligations	75%	80%
Immobilier	15%	10%
Cash	5%	5%

*Tableau 9 : Allocations d'actifs cible en valeur de marché et en valeur comptable*

Les coefficients de l'allocation comptable sont appliqués au montant total de passifs diminué des montants de réassurance inscrits à l'actif.

La somme de tous les postes d'actif est bien égale à celle des passifs, l'équilibre comptable est établi.

## 4.2.3. Construction du bilan économique 2011

Le bilan économique Solvabilité 2 est construit à partir du bilan comptable.

### i. Passif économique

Le passif en vision économique est aussi constitué des provisions techniques et des fonds propres.

**Les provisions techniques** *Best Estimate* ont été calculées pour le passif comptable. Les PPNA sont inchangées. La marge de prudence de 10% est levée sur les PSAP et les PFG. Les PREC sont toutefois définies différemment :

$$PREC = \left( \frac{S}{P} - 100\% \right) * PPNA$$

Celles-ci peuvent donc être négatives, ce qui lève la contrainte de prudence imposée sur le passif comptable. A cela s'ajoute une marge pour risque, fixée à 8% du montant total des provisions techniques.

Les **fonds propres économiques** sont calculés par soustraction des provisions techniques, de la marge pour risque et de l'impôt différé (voir chapitre 2 sur les ajustements de SCR) au montant total d'actifs économiques.



## *ii. Actif économique*

### **Créances du réassureur**

Les créances du réassureur sont la somme des provisions techniques cédées, hors PFG, et en valeur *Best Estimate*. Ces provisions cédées sont obtenues par application du taux de cession de réassurance aux provisions techniques calculées en valeur *Best Estimate*.

### **Immobilier**

La valeur de marché de l'immobilier en 2011 est supposée égale à la valeur historique d'achat. Nous supposons en effet que pendant les 10 années de détention du bien le marché est resté stable.

### **Cash**

Valeur économique et valeur comptable du cash sont égales car ce-dernier représente les disponibilités de trésorerie, détenues dans un compte bancaire ou une caisse, supposées sans rendement. Le cash s'apparente à de l'argent liquide et « physique », dont la valeur ne change pas d'un référentiel d'écriture comptable à l'autre.

### **Actions**

La valeur de marché des actions en 2011 est considérée égale à leur valeur comptable la même année. Il aurait été possible de fixer une date d'achat d'actions et un niveau de rendement historique, mais l'entreprise étant fictive, et l'enjeu de la construction de cet outil étant la méthode de projection, nous avons retenu l'hypothèse simplificatrice d'égalité des valeurs.

### **Obligations**

Nous avons fait l'hypothèse que les valeurs d'achats des obligations sont égales au nominal de ces obligations. La valeur comptable des obligations est donc calculée sur la base du nombre d'obligations détenues.

Parmi le portefeuille d'obligations de maturité 8 ans détenu par l'entreprise, nous distinguons des groupes d'obligations selon les maturités restantes. Nous calculons alors les valeurs de marché pour ces groupes d'obligations (car la valeur de marché varie avec la maturité restante).

## **4.2.4. Projection des bilans comptable et économique**

### *4.2.4.1. Projection du bilan comptable*

#### *i. Projection du passif*

Les projections de primes se font selon des hypothèses d'écoulement fixées en input de l'outil. Ainsi, la PPNA résulte d'une hypothèse. Il en va de même pour la PFG et la PREC.

Il existe différentes façons de projeter les flux entrants (primes) et sortants (indemnités). La plus simple, implémentée dans l'outil, est de supposer un taux d'écoulement des primes – en

s'appuyant par exemple sur un historique – et de fixer un taux Sinistres/Primes (S/P) ultime. Des triangles d'écoulement des primes et des sinistres sont ainsi obtenus.

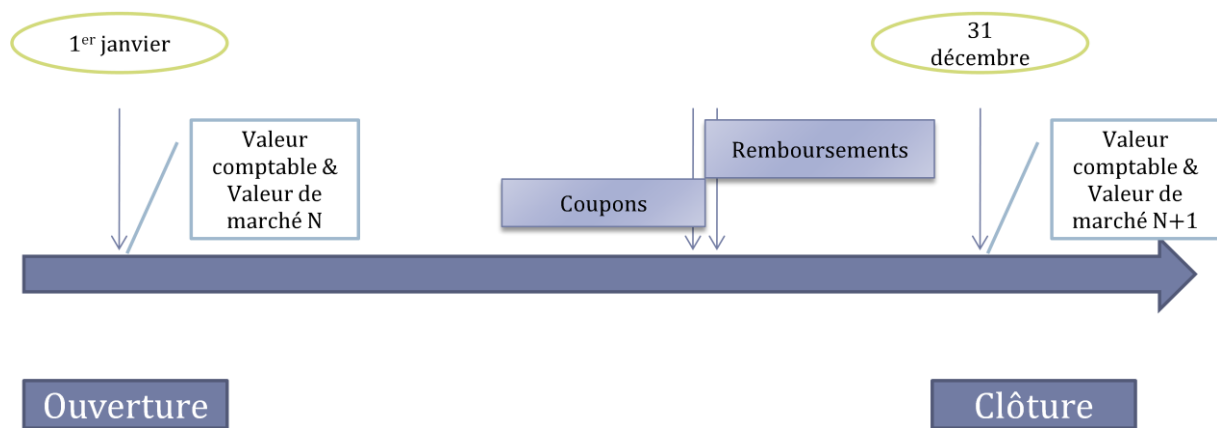
Une autre méthode consiste à s'appuyer sur le Chain Ladder utilisé pour calculer le montant de provisions techniques pour les projeter.

Enfin, d'autres méthodes plus fines existent et peuvent être implémentées, mais ne seront pas abordées dans ce présent mémoire.

## ii. Projection de l'actif et maintien de l'équilibre

### Projection des obligations à taux fixe

Les flux et mécanismes de valorisations suivent le schéma suivant :



*Figure 8 : Vieillessement des obligations*

Le vieillissement du portefeuille obligataire se fait en fin d'année. Les obligations sont ainsi valorisées après les tombées de coupon et les remboursements pour les obligations qui arrivent à maturité.

Les valeurs comptables et de marché en fin d'année sont celles post investissements (/désinvestissements).

- Au début de l'année n

Notons  $VC_n^{\text{Ouverture}}$  et  $VM_n^{\text{Ouverture}}$  respectivement les valeurs comptables à l'ouverture, les valeurs de marché à l'ouverture et d'une obligation à taux fixe.

- A la fin de l'année n

Nous constatons les remboursements des obligations qui arrivent à maturité ainsi que les tombées de coupons. Le coupon perçu en fin d'année (avant actualisation avec la courbe des taux appropriée) est calculé de la manière suivante :

$$\text{Coupon} = \text{Taux de coupon} * \text{Nominal}$$

- En fin d'année, avant investissements

Le choix d'égaliser les valeurs d'achats avec les valeurs de remboursements des obligations nous permet de ne pas mettre en place de mécanismes d'amortissements des obligations. De fait, la Valeur Comptable en fin d'année, avant investissement, est la suivante :

$$VC_n^{\text{cloture, avant investissement}} = VC_n^{\text{ouverture}} - x_{n-8} * \text{Nominal}$$

Où  $x_{n-8}$  est le nombre d'obligations qui sont arrivées à maturité au cours de l'année n (qui correspond donc au nombre d'obligations de maturité 8 ans achetées il y a 8 ans).

De même, la Valeur de Marché correspond à la somme des Valeurs de Marché pour chaque ligne d'obligations ; la Valeur de Marché est calculée comme la somme actualisée (à l'aide de la courbe des taux appropriée) des flux futurs (coupons et remboursement).

- En fin d'année, après investissements

Les montants à investir (qui sont déterminés sur la base de la stratégie d'allocation d'actifs qui est explicitée plus bas) sont investis en totalité dans des obligations émises dans l'année, de maturité 8 ans. Ainsi, la Valeur Comptable en fin d'année, après investissements, est la suivante :

$$VC_n^{\text{cloture, après investissement}} = VC_n^{\text{cloture, avant investissement}} + x_n * \text{Nominal}$$

Où  $x_n$  est le nombre d'obligations achetées durant l'année n.

### Projection des actions

Nous modélisons les actions en utilisant une seule ligne comptable. Ainsi, nous ne distinguons pas les différents types d'actions (OCDE, fonds mezzanine, private equity, etc.) lors de la projection (distinction qui sera faite lors du calcul du risque action dans le cadre du calcul du SCR).

Hors mécanismes d'investissements et de désinvestissements, la Valeur Comptable des actions reste stable (les actions sont valorisées à leur valeur historique d'achat) tandis que la Valeur de Marché évolue selon la performance des actions renseignée dans les hypothèses.

Nous avons mis en place un mécanisme qui a pour but de réaliser une partie des plus-values latentes afin de ne pas perdre la totalité des gains possibles sur la ligne des actions.

### Projection de l'immobilier

De manière similaire aux actions, nous utilisons une seule ligne comptable pour modéliser l'immobilier. La performance immobilière est renseignée dans les hypothèses ainsi que les montants des loyers (que nous indexons sur la Valeur de Marché).

Les deux lignes associées à l'Immobilier sont donc les valeur comptables et de marché immobilières. A la différence de la Valeur Comptable, les mouvements de la Valeur de Marché sont la conséquence de la performance du marché immobilier.

Le vieillissement du portefeuille immobilier se fait en fin d'année ; au niveau comptable, le vieillissement est caractérisé par la prise en compte de l'amortissement de l'année au lieu de la performance du marché.

Ainsi, la Valeur Comptable évolue comme suit (sans prendre en compte les investissements/désinvestissements) :

$$VC_n^{\text{immobilier}} = VC_{n-1}^{\text{immobilier}} - \text{Amortissement}$$

La Valeur de Marché évolue de la manière suivante (sans prendre en compte les investissements/désinvestissements):

$$VM_n^{\text{immobilier}} = VM_{n-1}^{\text{immobilier}} * \text{performance immobilière}_n$$

Nous faisons l'hypothèse que la ligne comptable associée à l'Immobilier est totalement liquide et qu'il est possible d'investir et de désinvestir sans contrainte de montant. Ce choix est fait dans un but de simplicité et de praticité de modélisation.

L'investissement se fait sur de l'immobilier neuf. Ainsi, la Valeur de Marché, la Valeur Comptable de l'année d'acquisition ainsi que la Valeur Historique sont identiques.

Le désinvestissement est réalisé de manière uniforme sur la totalité du portefeuille (hypothèse de liquidité totale du portefeuille immobilier) afin d'être en mesure de suivre et de traiter les mécanismes d'amortissement de manière simple et efficace.

### Projection du monétaire

A l'aide de la ligne Monétaire, nous pouvons observer les mécanismes de la relation entre Actif et Passif. L'évolution de la ligne Monétaire d'une année sur l'autre est la suivante :

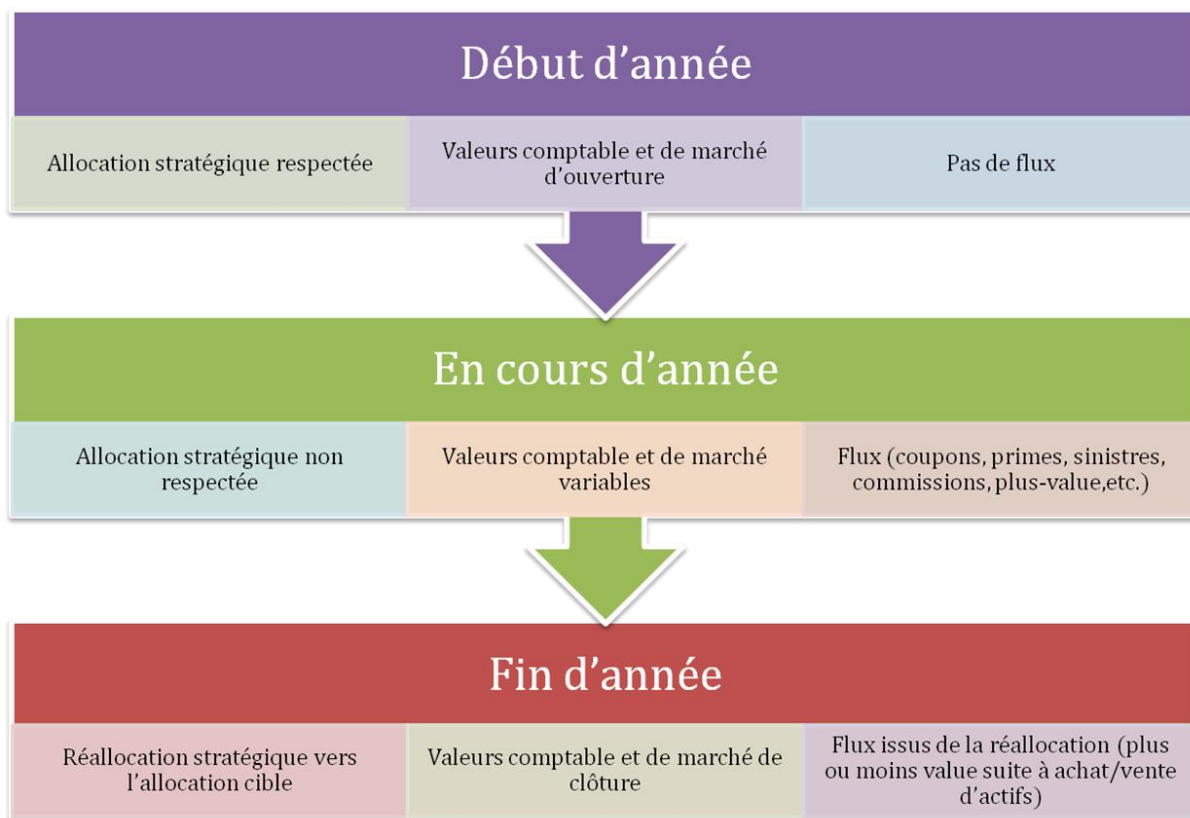
$$\begin{aligned} \text{Cash}_n = & \text{Cash}_{n-1} + \text{Primes émises}_n - \text{Sinistres payés}_n + \text{Coupons obligataires}_n + \text{Loyers}_n \\ & - \text{Frais} + \text{Plus ou moins values de cessions d'actifs} \\ & + \text{Commissions de rétrocession} + \text{Sinistres cédés}_n - \text{Primes cédées}_n - \text{Impôts}_n \end{aligned}$$

### Processus d'investissement et de désinvestissement pour maintenir l'équilibre

Nous disposons dans les hypothèses d'une allocation d'actif cible par année. Cette répartition entre les différentes classes d'actif est indexée sur la Valeur de Marché totale du portefeuille. Nous avons choisi de nous appuyer sur la Valeur de Marché car cette dernière retranscrit la réalité économique de manière plus précise que la Valeur Comptable. Par exemple, concernant l'Immobilier, en Valeur Comptable, l'amortissement va diminuer la valeur même si les prix du marché immobilier sont à la hausse (ce qui ne sera pas le cas si l'on utilise la Valeur de Marché).

En fin d'année, après avoir calculé les mouvements et évolutions des valeurs de marché des différentes classes d'actif (vieillessement du portefeuille obligataire, performance des actions et de l'immobilier, mouvements monétaires), nous disposons d'une Valeur de Marché totale pour l'ensemble du portefeuille. Sur la base de cette valeur, il est alors possible de déterminer des valeurs de marché cible pour chaque classe d'actif.

Ces valeurs cibles sont alors comparées aux valeurs de marché de fin d'année et les besoins d'investissements et de désinvestissements apparaissent alors.



*Figure 9 : Mécanisme d'investissement et de désinvestissement*

#### 4.2.5. Bilan économique prospectif

##### i. Passage d'une vision comptable à une vision économique

Le bilan comptable et le bilan économique diffèrent sur certains points. En effet, le bilan comptable synthétise à un moment donné le patrimoine d'une entreprise, composé de son actif et de son passif. Il repose sur une évaluation comptable qui respecte dans la majorité des cas les principes de coût historique, de continuité d'exploitation et de la prudence comptable.

Le bilan économique renvoie à la valorisation économique, dite en « valeur de marché » et peut s'apparenter au prix que serait prêt à payer un tiers pour l'élément considéré. Alors qu'un bilan comptable ne considérera pas les évolutions futures possibles du marché (taux d'intérêts, inflation, etc.), le bilan économique reflétera ces informations. Il est ainsi plus proche de la réalité économique de l'entreprise. Le bilan comptable sera quant à lui un peu plus prudent dans la plupart des cas.

Il est important de remarquer que la PSAP et la PREC ne sont pas projetées de la même façon pour un bilan comptable édité selon les normes françaises (vision prudente) et pour un bilan économique Solvabilité 2. En effet, la PSAP résultant d'une projection, elle est *Best Estimate*, et donc par nature non prudente. Une marge de prudence de 10% lui est donc ajoutée dans le bilan comptable. La PREC vérifie l'égalité suivante :

$$PREC = \left( \frac{S}{P} - 100\% \right) * PNA$$

Où PNA est la prime non acquise.

La provision pour risques en cours est définie comme le montant à provisionner en supplément des primes non acquises pour couvrir les risques à assumer et est destinée à faire face à tous les frais et demandes d'indemnisation liés aux contrats d'assurance en cours excédant le montant des primes non acquises et des primes exigibles relatives aux dits contrats. Cette provision peut être positive ou négative. Or dans une vision prudente des états financiers, il est impossible de comptabiliser une PREC négative, c'est pourquoi elle est fixée au :

$$Max \left( 0, \left( \frac{S}{P} - 100\% \right) * PNA \right)$$

Cette contrainte n'est plus vérifiée en vision économique Solvabilité 2.

## ii. Construction

L'actif est composé d'Actions, d'Obligations, d'Immobilier et de Cash, mais enregistrés en valeur de marché, comme présenté précédemment.

Le passif comprend les provisions techniques en *Best Estimate*, ainsi qu'une marge pour risque Solvabilité 2 calculée par branche d'activité. Parmi les provisions inscrites au passif, nous trouvons des Provisions pour primes non acquises (PPNA), les Provisions pour sinistres à payer (PSAP), les Provisions pour Frais de Gestion (PFG) ainsi que les Provisions pour risques en cours (PREC).

Dans le bilan économique, l'équilibre Actif – Passif est respecté via les fonds propres :

$$FP = Actif - Provisions - Risk Margin$$

Un élément nouveau apparaît dans le bilan économique : l'impôt différé. Celui-ci apparaît à l'actif comme au passif :

- A l'actif : il représente un « crédit » d'impôt accordé par le fisc en cas de résultat négatif sur la période,
- Au passif : il représente une « dette » envers le fisc pour des résultats futurs (latents).

L'impôt différé passif compense l'impôt différé actif dans le temps. Si l'entreprise fait un résultat négatif l'année 1, elle dégage un montant X d'impôts différés actifs, qui correspond au produit entre le résultat négatif et le taux d'IS en vigueur l'année 1. L'impôt qu'elle sera tenue de verser sur ses bénéfices les années suivantes viennent en diminution de cette créance jusqu'à l'effacer (par exemple l'année 2 l'entreprise doit k au fisc, et l'année trois elle efface la créance en devant X-k).

Cet impôt différé reposant sur des résultats futurs, il n'est pas partie intégrante d'une vision prudente des comptes, et donc n'apparaît qu'au bilan économique. Il permet par ailleurs de calculer les ajustements de SCR requis sous Solvabilité 2.

De plus, afin de déterminer le montant qu'il est possible d'inscrire, il est nécessaire de réaliser un test de recouvrabilité de ces impôts différés. En effet, il n'est pas cohérent d'inscrire, par

exemple à l'actif, un montant de « crédit d'impôts » qu'il ne sera pas possible d'écouler sur un horizon temporel raisonnable (de l'ordre de 5 ans par exemple). Le test de recouvrabilité consiste donc à apporter la preuve de la suffisance des résultats nets futurs afin de bénéficier de ce crédit d'impôts.

## 4.2.6. Etats financiers de l'entreprise et bilan économique

### 4.2.6.1. Etats financiers de l'entreprise

Les états financiers de l'entreprise sont présentés entre les années 2011 et 2016. L'année 2011 une année que l'on considère fixée, publiée à sa clôture par l'entreprise. Elle correspond donc au point de départ des projections.

<b>Actif comptable (k€)</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Immobilier (net)	1 097	1 494	1 848	2 295	2 677	3 159
Actions	549	697	867	1 018	1 253	1 464
Obligations	8 780	10 919	13 395	16 174	19 280	22 675
Cash	549	705	867	1 048	1 252	1 477
Réassurance	3 128	3 398	3 702	4 053	4 417	4 770
<b>TOTAL ACTIF</b>	<b>14 102</b>	<b>17 213</b>	<b>20 679</b>	<b>24 588</b>	<b>28 879</b>	<b>33 545</b>
<b>Passif comptable (k€)</b>						
Fonds Propres	2 914	5 071	7 463	10 124	13 128	16 567
<i>Dont capital social</i>	<i>750</i>	<i>750</i>	<i>750</i>	<i>750</i>	<i>750</i>	<i>750</i>
Provisions	11 188	12 142	13 216	14 463	15 751	16 978
<b>TOTAL PASSIF</b>	<b>14 102</b>	<b>17 213</b>	<b>20 679</b>	<b>24 588</b>	<b>28 879</b>	<b>33 545</b>

*Tableau 10 : Bilan comptable simplifié de l'entreprise fictive*

L'analyse du compte de résultat montre que sur un chiffre d'affaire de 15 millions d'euros (réparti équitablement sur les trois LOB) en 2011, l'entreprise a un résultat net de 2,2 millions d'euros environ, soit une profitabilité<sup>15</sup> de 14%, stable (entre 13% et 14%) dans les années à venir.

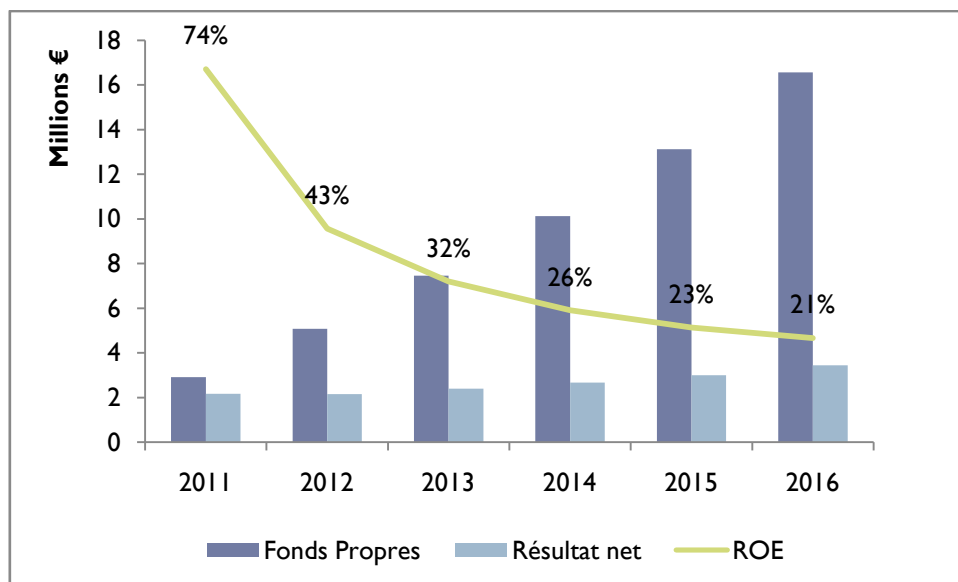
<b>Compte de résultat (k€)</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Primes émises	15 000	16 500	18 150	19 965	21 962	24 158
<i>Variation de provisions</i>	<i>0</i>	<i>584</i>	<i>641</i>	<i>706</i>	<i>777</i>	<i>854</i>
<b>Primes acquises</b>	<b>15 000</b>	<b>15 917</b>	<b>17 508</b>	<b>19 259</b>	<b>21 185</b>	<b>23 304</b>
<b>Sinistres payés</b>	<b>9 063</b>	<b>9 858</b>	<b>10 822</b>	<b>11 847</b>	<b>12 995</b>	<b>14 275</b>
<i>Variation de provisions techniques</i>	<i>0</i>	<i>337</i>	<i>393</i>	<i>492</i>	<i>465</i>	<i>339</i>
<b>Charge de sinistres brute</b>	<b>9 063</b>	<b>10 194</b>	<b>11 215</b>	<b>12 340</b>	<b>13 459</b>	<b>14 614</b>
<i>Recours</i>						
<b>Solde de souscription</b>	<b>5 938</b>	<b>5 723</b>	<b>6 294</b>	<b>6 920</b>	<b>7 726</b>	<b>8 689</b>
<i>Frais généraux</i>	<i>1744</i>	<i>1911</i>	<i>2102</i>	<i>2308</i>	<i>2537</i>	<i>2790</i>

<sup>15</sup> Ratio résultat net sur chiffre d'affaire

Autres charges	12	89	109	133	148	152
<b>Total Charges Diverses</b>	<b>1 756</b>	<b>2 000</b>	<b>2 211</b>	<b>2 441</b>	<b>2 685</b>	<b>2 941</b>
Produits financiers	0	300	370	467	548	659
<b>Résultat financier</b>	<b>0</b>	<b>300</b>	<b>370</b>	<b>467</b>	<b>548</b>	<b>659</b>
<b>Résultat brut de réassurance</b>	<b>4 182</b>	<b>4 022</b>	<b>4 453</b>	<b>4 945</b>	<b>5 589</b>	<b>6 407</b>
<b>Primes cédées</b>	<b>4 500</b>	<b>4 950</b>	<b>5 445</b>	<b>5 990</b>	<b>6 588</b>	<b>7 247</b>
<i>Variation de provisions de primes cédées</i>	0	175	193	211	233	256
<b>Commissions reçues</b>	<b>900</b>	<b>990</b>	<b>1 089</b>	<b>1 198</b>	<b>1 318</b>	<b>1 449</b>
<b>Sinistres Payés</b>	<b>2 719</b>	<b>2 957</b>	<b>3 246</b>	<b>3 554</b>	<b>3 898</b>	<b>4 283</b>
<i>Variation de provisions techniques cédées</i>	0	95	111	140	131	96
<b>Solde de rétrocession</b>	<b>-881</b>	<b>-733</b>	<b>-806</b>	<b>-886</b>	<b>-1 008</b>	<b>-1 163</b>
<b>Résultat exceptionnel</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Résultat net de réassurance, brut d'IS</b>	<b>3 301</b>	<b>3 290</b>	<b>3 647</b>	<b>4 059</b>	<b>4 581</b>	<b>5 244</b>
IS	1 136	1 133	1 256	1 397	1 577	1 806
<b>Résultat net</b>	<b>2 164</b>	<b>2 157</b>	<b>2 392</b>	<b>2 661</b>	<b>3 004</b>	<b>3 439</b>

*Tableau 11 : Compte de résultat de l'entreprise*

Par ailleurs, l'entreprise est rentable : bien que diminuant dans le temps (car le résultat net croît moins vite que les fonds propres), le ROE se maintient à plus de 20%, ce qui est très rentable pour les actionnaires, bien que l'entreprise est supposée ne pas verser de dividendes à ses actionnaires sur la période.



*Figure 10 : Rentabilité future de l'entreprise*

#### 4.2.6.2. Bilan économique de l'entreprise

Le bilan économique se présente comme suit :



<b>Actif en valeur de marché (k€)</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Immobilier	1 646	2 114	2 601	3 145	3 756	4 431
Actions	549	705	867	1 048	1 252	1 477
Obligations	8 431	10 571	13 007	15 726	18 778	22 153
Cash	549	705	867	1 048	1 252	1 477
Réassurance	2 377	2 572	2 782	3 029	3 284	3 525
<b>TOTAL ACTIF</b>	<b>13 552</b>	<b>16 666</b>	<b>20 126</b>	<b>23 996</b>	<b>28 320</b>	<b>33 062</b>
<b>Passif "économique" (k€)</b>						
Fonds Propres	4 658	6 994	9 598	12 492	15 772	19 484
Provisions	7 979	8 662	9 406	10 261	11 160	12 045
<i>Dont Marge de Risque</i>	415	451	491	536	583	631
<b>TOTAL PASSIF</b>	<b>13 552</b>	<b>16 666</b>	<b>20 126</b>	<b>23 996</b>	<b>28 320</b>	<b>33 062</b>

*Tableau 12 : Bilan économique prospectif de l'entreprise*

A partir de ces éléments financiers, les exigences réglementaires en capital peuvent être calculées.

### **4.3. Exigences réglementaires**

Le SCR de l'entreprise est calculé suivant la formule standard, décrite dans le chapitre 2 du présent mémoire. Dans un souci de simplicité de l'outil, quelques simplifications ont été apportées quant aux risques auxquels est exposée l'entreprise.

#### **4.3.1. Simplifications apportées au modèle**

##### *4.3.1.1. Simplifications apportées au risque de marché*

Le risque de marché est modélisé selon la formule standard, à quelques simplifications près :

- les seuls actifs sensibles aux taux d'intérêts retenus dans le portefeuille sont les obligations à taux fixe,
- le risque de devises n'est pas pris en compte, l'entreprise étant essentiellement exposée à la devise Euro. Ceci est cohérent avec l'indice action choisi,
- l'allocation des actifs dans le portefeuille est considérée comme diversifiée, le risque de concentration n'est donc pas modélisé dans ce modèle,
- le risque de liquidité (et la prime contra-cyclique) étant encore en cours de discussions à l'EIOPA, il n'est pas pris en compte dans cet outil.

##### *4.3.1.2. Simplifications apportées au risque de souscription*

Complexes, et nécessitant des données non disponibles (zones CRESTA, expositions aux différents phénomènes naturels, etc), les risques CAT ne sont pas modélisés pour le calcul du risque souscription non-vie dans l'outil ( cf. chap 1).

Le risque d'abandon / résiliation n'est pas non plus pris en compte.

Ainsi, le risque souscription non-vie de l'entreprise s'explique uniquement par les risques de primes et de réserves.

#### 4.3.1.3. Simplifications apportées au risque de défaut

Le risque de défaut est calculé suivant la formule simplifiée proposée par l'EIOPA, soit la différence entre les SCR souscription brut et net de réassurance.

### 4.3.2. Le Capital ORSA

Nous présentons ici un exemple de calcul de capital ORSA. L'entreprise considère que la métrique du QIS 5 est adaptée à son profil de risque, et ne cherche pas à critiquer la formule standard du SCR. Elle considère toutefois que celle-ci ne tient pas assez compte d'un risque auquel elle est très exposée, le risque de crash informatique.

Le capital mobilisable devant ce risque repose sur deux variables :

- Le coût d'une intervention d'un prestataire informatique,
- Le coût de l'immobilisation de l'activité (en chiffre d'affaire ou résultat technique) tout le temps du crash et de l'intervention.

Les hypothèses retenues pour le calcul du capital ORSA de l'entreprise fictive étudiée sont les suivantes :

Coût horaire d'une intervention	60€/heure H.T. ie. 72€/heure TTC <sup>16</sup>
Durée d'une intervention	1,5 jour maximum, soit 12h maximum (1 jour = 8 heures)
Coût en part de résultat technique	$\frac{\text{Résultat Technique}}{365} * \text{durée de l'intervention}$
Probabilité de survenance du crash	Une fois tous les 5 ans en moyenne

*Tableau 13 : Hypothèses du calcul du capital ORSA*

En supposant que les prix des prestataires augmentent d'une année sur l'autre de 2% (proche du taux d'inflation), le capital ORSA projeté vaut (pour un chiffre d'affaire de 15 000k€ de primes):

(k€)	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Capital ORSA	<b>4 661</b>	<b>5 144</b>	<b>5 698</b>	<b>6 331</b>	<b>7 016</b>	<b>6 264</b>
<b>SCR</b>	4 545	5 026	5 577	6 208	6 891	6 136
<b>Crash informatique</b>	177	180	184	188	191	195

*Tableau 14 : Résultats du calcul du capital ORSA*

<sup>16</sup> TVA à 19,6%

Le capital ORSA ainsi calculé permet d'inclure un risque réel auquel l'entreprise est exposée dans le capital à mobiliser pour se couvrir contre les risques. Toutefois, dans la suite de ce rapport, il ne sera pas davantage utilisé. En effet, l'apport du risque de crash informatique est très faible par rapport aux autres sous modules de SCR. Ainsi, l'appétence au risque déterminée et réallouée par sous module de risque s'appuiera exclusivement sur les risques pris en compte dans la Formule Standard.

### 4.3.3. Résultats

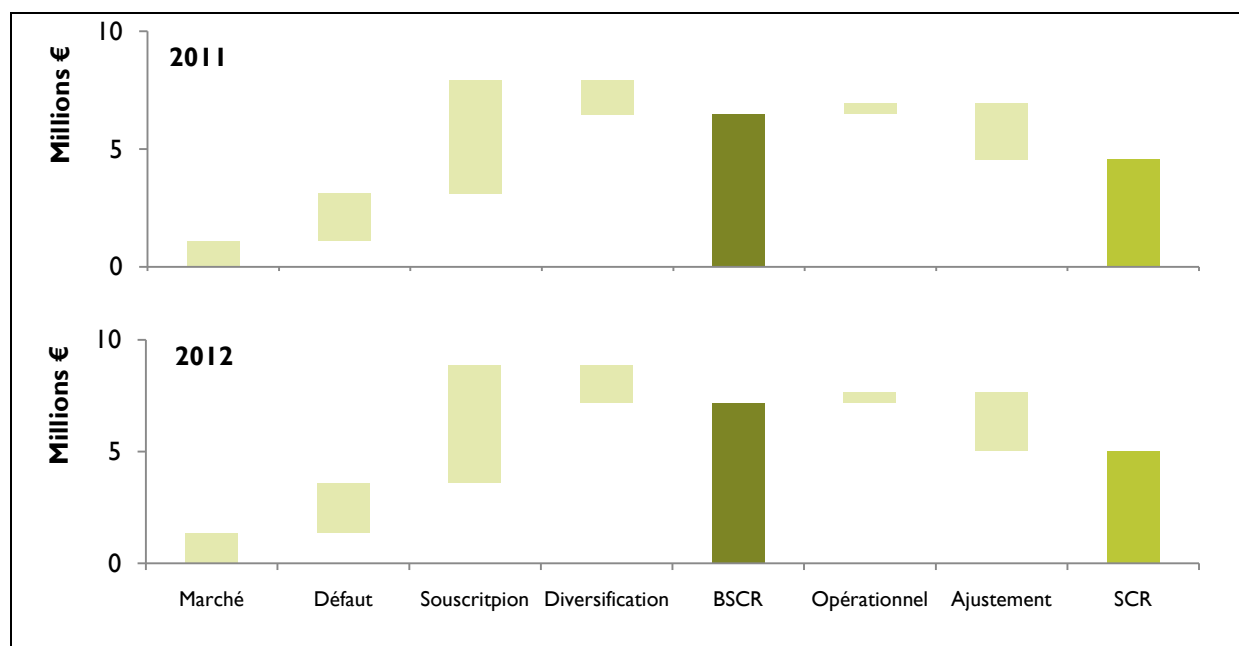
Pour 15 millions de primes émises, réparties équitablement par LOB (5 millions de primes par LOB), les principaux résultats d'exigences de capital réglementaire sont résumés dans le tableau 14 et les Figure 10 et 11.

SCR (k€)	2011	2012	2013	2014	2015	2016
BSCR	6 482	7 170	7 961	8 868	9 850	10 887
MCR	1 591	1 759	1 952	2 173	2 412	2 665
Risk Margin	415	451	491	536	583	631
SCR	4 545	5 026	5 577	6 208	6 891	7 614
Capital ORSA	4 661	5 144	5 698	6 331	7 016	7 742
Ratio de couverture	102%	139%	172%	201%	229%	256%
Free surplus	112	1 968	4 021	6 284	8 881	11 871
Couverture du Capital ORSA	100%	136%	168%	197%	225%	252%

*Tableau 15 : Exigences réglementaires de l'entreprise*

L'entreprise, telle que présentée ici, est en mauvaise santé en 2011. En effet, son ratio de couverture est à 102% et son ratio de capital ORSA à 100%, alors qu'elle génère du chiffre d'affaires (émission de primes) et que ses S/P sont rentables.

Le SCR évolue entre 4 millions et 8 millions. Le capital ORSA est très proche du SCR. En effet, rapporté au SCR souscription, le SCR lié à un crash du système informatique est très faible (voir tableau 14). Le risque de souscription non-vie exige de mobiliser le plus de capital que les autres risques. Le sous-module de SCR le plus faible est le SCR opérationnel, stable dans le temps.



*Figure 11 : SCR et répartition du SCR de l'entreprise en 2011 et 2012*

Le SCR et le capital ORSA étant très proches, le ratio de couverture de l'un et de l'autre le sont aussi. Le ratio de couverture est le ratio des fonds propres économiques sur le montant de SCR (ou capital ORSA) global. Celui-ci croît dans le temps, de 100% à plus de 250%. Le capital réglementaire est donc en permanence couvert par les fonds propres économiques, l'entreprise respecte donc les exigences de la Directive Solvabilité 2.

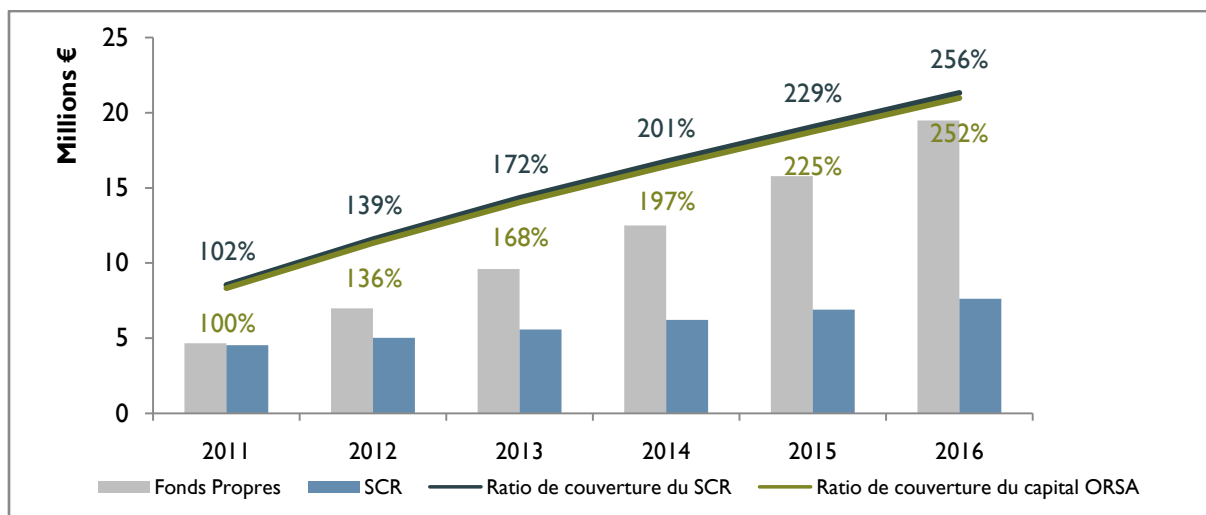


Figure 12 : SCR, fonds propres économiques et ratios de couverture

## 4.4. Détermination de l'appétence au risque dans le cadre de l'entreprise non-vie

L'appétence au risque est définie sur la base des projections de l'année 2012, à horizon 1 an. Elle aurait pu l'être sur l'année 2011, mais dans une optique de développement, il n'est pas incohérent d'appuyer sa stratégie de risque sur des projections, en accord avec la stratégie commerciale. De plus, l'année 2011 étant décevante sur le plan de la solvabilité (ratio de couverture à 100%), l'entreprise a mis un point d'honneur à redresser la situation, et à définir son appétence sur la base de ce critère.

### 4.4.1. Identification du profil de risque de l'entreprise

L'entreprise considère qu'elle est exposée aux risques<sup>17</sup> qu'elle a pris en compte dans le calcul de ses exigences réglementaires en capital. Elle est donc exposée au risque de marché, au risque de défaut de son réassureur, au risque opérationnel et au risque de souscription non-vie.

(k€)	2011	2012	2013	2014	2015	2016
SCR opérationnel	450	495	545	599	659	725
SCR marché	1 096	1 359	1 719	2 167	2 640	3 111
SCR souscription	4 813	5 276	5 789	6 359	6 978	7 638

<sup>17</sup> Après simplifications (voir paragraphe 5.3.1)

<b>SCR défaut</b>	2 031	2 218	2 420	2 640	2 877	3 133
-------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

*Tableau 16 : montant de SCR par sous-module de risque*

En tant que compagnie d'assurance non-vie il n'est pas surprenant que l'entreprise soit exposée le plus au risque de souscription. En effet, le cœur de son métier repose sur la gestion de ses contrats d'assurance, et pas sur le bon placement de primes sur les marchés, activité davantage réservée aux assureurs vie. Cela transparaît dans le niveau relativement faible d'exposition au risque de marché bien que ce-dernier augmente avec l'horizon de projection (de l'ordre de 30% du risque souscription en 2011 mais proche de 40% en 2016). La bonne gestion des contrats passe aussi par la stratégie de réassurance, ce qui explique une exposition au risque de défaut, stable en proportion de risque souscription (environ 42%).

L'exposition au risque opérationnel est plus faible que les autres (moins de 10% du risque souscription). L'entreprise ne le considère donc pas comme significatif dans son profil de risque, et ne le retiendra pas comme critère clé dans sa stratégie d'appétence au risque et d'allocation de cette appétence.

#### **4.4.2. Détermination de l'appétence au risque**

##### *4.4.2.1. Capacité de risque*

La capacité de risque est le seuil maximal de risque que l'entreprise peut prendre, au-delà duquel elle est en faillite ou en procédure de redressement avec le superviseur.

Deux mesures permettent de calculer cette capacité :

- Le niveau de résultat net et de fonds propres : une faillite survient dès lors que la somme des fonds propres et du résultat net est négative. Cette vision comptable du risque nécessite à l'entreprise de se fixer, à niveau de capital social stable (pas d'augmentation de capital), de maîtriser son résultat net.
- Le ratio de couverture : le superviseur intervient dès lors que le ratio fonds propres économiques sur SCR est inférieur à 100%, *ie.* les fonds propres économiques ne couvrent plus le capital réglementaire. C'est une mesure davantage axée sur le risque que sur la performance de l'entreprise, mais nécessaire au bon fonctionnement et à la santé de celle-ci.

Ces deux mesures ensemble permettent de définir la capacité de risque soutenable. En faisant varier les S/P, il est possible de déterminer les seuils de sinistralité maximaux au regard des deux mesures citées.

Les résultats de niveaux de sinistralité obtenus en vue d'avoir des fonds propres négatifs sont présentés ci-dessous.

<b>Hypothèse centrale</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
LOB 1 : 60%	204%	232%	264%	297%	328%
LOB 2 : 50%	174%	199%	223%	249%	273%
LOB 3 : 75%	295%	299%	324%	355%	382%

*Tableau 17 : Niveaux de S/P entraînant la faillite de l'entreprise (fonds propres négatifs)*

Note de lecture du tableau : la LOB 1, à S/P fixé à 60% pour toutes les années exceptée 2013, et les autres LOB étant à leur S/P d'origine (hypothèse centrale), doit connaître une sinistralité deux fois plus forte en montant que le montant de primes émises au titre de cette LOB (232%) pour faire faillite. On constate donc une dérive de sinistralité de 170%.

La LOB 3, c'est-à-dire la RC, a des taux de sinistralité qui doivent être bien supérieurs que les deux autres LOB. Cela provient du fait que c'est une branche longue, ce qui lisse la sinistralité. Il faut donc des chocs ponctuels plus forts que les autres LOB pour atteindre des niveaux de fonds propres négatifs. Cette différence est dans la continuité des hypothèses du scénario centrale : la LOB 3 a un taux de sinistralité supérieur aux autres LOB.

Il en va de même pour les taux nécessaires pour atteindre un ratio de couverture de 100%.

Hypothèse centrale	2012	2013	2014	2015	2016
LOB 1 : 60%	132%	167%	201%	234%	266%
LOB2 : 50%	111%	144%	171%	198%	225%
LOB 3 : 75%	195%	221%	253%	287%	319%

*Tableau 18 : Niveaux de S/P entraînant l'intervention du superviseur (ratio de couverture à 100%)*

Note de lecture du tableau : la LOB 1, à S/P fixé à 60% pour toutes les années exceptée 2013, et les autres LOB étant à leur S/P d'origine (hypothèse centrale), doit connaître une sinistralité de 167% en montant par rapport au montant de primes émises au titre de cette LOB pour avoir un ratio de couverture à 100%. On constate donc une dérive de sinistralité de 107%.

Un choc simultané de sinistralité sur les trois LOB montre les S/P de chacune des LOB doivent prendre 45% de leur valeur entre 2011 et 2012 pour atteindre un ratio de couverture à 100%, et 98% pour que l'entreprise fasse faillite en 2012.

Ces différents scénarios définissent les seuils de sinistralité que l'entreprise ne peut pas assumer, lui permettant d'élaborer une politique d'éviction de ces risques de chocs.

#### 4.4.2.2. Appétence au risque

Au regard de son bilan économique, du calcul de son SCR et de leurs projections, la direction décide en 2012 de ne pas être trop optimiste, et de définir son appétence au risque comme suit : avoir un ratio de couverture toujours supérieur à 125%. Elle aurait pu prendre un seuil à 130%, étant donné que dès 2012, les projections annoncent un ratio de 139%, et au-delà les années suivantes, ou à 120%. Etant donné la situation de solvabilité très délicate en 2011, l'entreprise décide d'élaborer une stratégie pour ne jamais avoir de ratio de couverture inférieur à 125%, sauf cas critique où elle tolérera un ratio de 120%. Ce dernier seuil constitue un seuil d'alerte, en-dessous duquel l'entreprise déclenchera automatiquement un plan de redressement de la solvabilité.

Des tests de sensibilité sont menés sur les états financiers et économiques de l'entreprise, ainsi que sur les exigences réglementaires afin de confirmer la définition de l'appétence au risque à un ratio de couverture toujours supérieur à 125%.

Des scénarios de chocs ont été appliqués aux différentes hypothèses utilisées pour construire l'outil :

- hypothèses de croissance de primes,
- hypothèses de sinistralité,
- hypothèses de taux de rétention en réassurance.

### *i. Chocs de primes*

Les chocs de pertes de primes en 2012 augmentent les ratios de couverture. Cela tient à la façon dont l'outil est construit : la baisse des primes entraîne une baisse des frais, des charges de sinistres et des provisions, entraînant une baisse plus rapide du SCR que des fonds propres.

Le ratio de couverture baisse si les primes augmentent. Toutefois, des chocs à la hausse à appliquer pour ne pas respecter l'appétence au risque sont très forts.

Hypothèse centrale	Choc appliqué à l'hypothèse centrale en 2012 <sup>* </sup>	Choc appliqué à l'hypothèse centrale après 2013 <sup>* </sup>
LOB 1 :10% de croissance	+ 57%	+ 85%
LOB 2 :10% de croissance	+49%	+120%
LOB 3 :10% de croissance	+25%	+60%

*Tableau 19 : Chocs de primes pour ne pas respecter l'appétence au risque en 2012*

<sup>\*</sup>  : ces chocs s'additionnent à l'hypothèse centrale

Le ratio de couverture est plus sensible à la LOB 3 qu'aux LOB 1 et 2 car c'est une branche longue. Hormis pour cette LOB, les hypothèses nécessaires pour ne pas respecter la contrainte d'appétence au risque ne sont pas crédibles : seule une entreprise en phase de création pourrait connaître une telle croissance de primes, ce qui n'est pas le cas pour l'entreprise considérée dans ce mémoire. Toutefois, au vue de la sensibilité du ratio de couverture à la LOB 3, il convient de ne pas augmenter l'appétence au risque à un ratio de couverture de 130%.

Des chocs pluriannuels ont été appliqués aux LOB. Leurs résultats aboutissent à la même conclusion : une appétence au risque définie par la contrainte d'un ratio de couverture supérieur à 125% systématiquement est crédible.

### *ii. Chocs de sinistralité*

Au niveau de la sinistralité, les chocs peuvent s'appliquer à deux niveaux : soit sur les S/P par augmentation de la proportion de sinistres à niveau de primes égal, soit par l'accélération de l'écoulement des sinistres.

#### **Chocs de S/P**

L'hypothèse centrale considère que chaque LOB a une sinistralité stable dans le temps.

La première méthode consiste à modifier année par année et LOB par LOB, toute chose étant égale par ailleurs (notamment les niveaux de S/P pour toutes les années sauf celle choquée et pour les autres LOB) le taux de sinistralité en vue de déterminer le niveau de sinistralité engendrant les scénarios suivants :

- Ratio de couverture à 120%
- Ratio de couverture à 125%
- Ratio de couverture à 130%

Hypothèse centrale	Ratios de couverture	2012	2013	2014	2015	2016
LOB 1 S/P : 60%	120%	96%	145%	178%	212%	244%
	125%	86%	140%	173%	206%	238%
	130%	77%	131%	167%	200%	233%
LOB 2 S/P : 50%	120%	80%	126%	152%	180%	206%
	125%	72%	119%	148%	175%	202%
	130%	65%	112%	143%	170%	197%
LOB 3 S/P : 75%	120%	135%	190%	225%	260%	292%
	125%	120%	179%	218%	253%	286%
	130%	105%	167%	210%	246%	279%

*Tableau 20 : Chocs de sinistralité appliqués aux S/P par année et par LOB, toute autre hypothèse (initiale) restant égale par ailleurs*

Note de lecture du tableau : la LOB 1, à S/P fixé à 60% pour toutes les années exceptée 2013, et les autres LOB étant à leur S/P d'origine (hypothèse centrale), doit connaître une sinistralité de 145% en montant par rapport au montant de primes émises au titre de cette LOB pour atteindre un ratio de couverture à 120%, sinistralité de 140% pour obtenir un ratio de couverture à 125% et une sinistralité de 131% pour obtenir un ratio de couverture à 130%. On constate une dérive de sinistralité de 85% dans le premier cas, de 80% dans le deuxième et de 71% dans le dernier.

Au regard de la LOB 2, le ratio de couverture à 130% semble trop vite atteint (une augmentation de 15 points de sinistres). Fixé l'appétence au risque à 130% est donc trop optimiste : toute chose étant égale par ailleurs, un incendie plus violent que les autres stressant la sinistralité de la LOB 2 entraînerait le non respect des objectifs de l'entreprise.

Une analyse sur les trois LOB montre qu'il faut une augmentation de S/P de 22% en valeur par LOB entre 2011 et 2012 pour atteindre un ratio de couverture de 120%, et une augmentation de 11% pour un ratio de 130%. Notons qu'il est rare d'avoir un choc simultané de sinistralité sur les trois LOB.

### Chocs d'écoulement des sinistres

Une autre analyse porte sur l'accélération de l'écoulement des sinistres, LOB par LOB. Cinq scénarios sont testés :

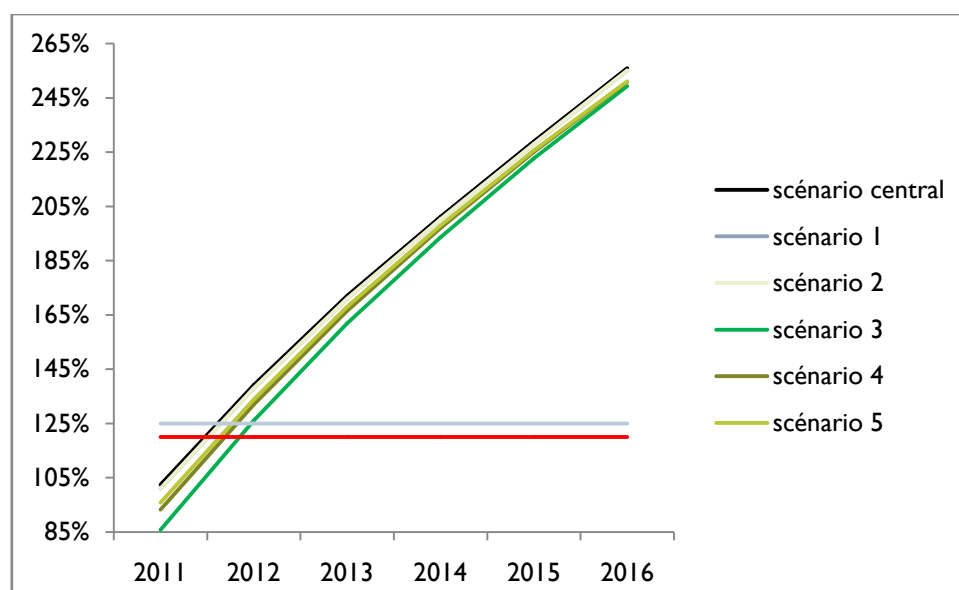
- Scénario 1 : 100% des sinistres s'écoulent la première année pour la LOB auto
- Scénario 2 : 100% des sinistres s'écoulent la première année pour la LOB incendie
- Scénario 3 : 100% des sinistres s'écoulent la première année pour la LOB RC
- Scénario 4 : 50% des sinistres s'écoulent la première année, et 50% la seconde année pour la LOB RC
- Scénario 5 : 50% des sinistres s'écoulent la première année, 30% la deuxième et 20% la troisième pour la LOB RC

La LOB RC étant une branche longue, il n'est pas possible de la choqué comme les deux autres LOB (d'où les trois scénarios).



Le scénario central représente la situation telle qu'elle est définie par les hypothèses initiales (voir tableau 7)

Les résultats obtenus en termes de ratio de couverture sont représentés dans le graphe suivant :



*Figure 13 : Projection des ratios de couverture selon les scénarios stressés d'écoulement*

Remarque : ce graphe s'étale sur cinq ans alors que l'appétence au risque est définie à horizon un an. Cela permet de montrer que sur toute la durée de mise en application du business plan (5 ans), l'entreprise respecte son appétence au risque annuelle. En effet, dès 2012 le ratio de couverture est supérieur à 125% (ligne bleue horizontale), et ce même dans le pire des scénarios possibles (scénario 3, le ratio de couverture est à 126%).

### iii. Chocs de réassurance

Dix-huit scénarios ont été testés pour voir comment la stratégie de réassurance influe sur le ratio de couverture. Pour chaque LOB, nous procédons de la façon suivante :

- On maintient les deux autres LOB à un taux de rétention de 70%
- On fait varier le taux de rétention de la LOB analysée entre 50% et 100% (il est considéré que l'entreprise ne cède jamais plus de la moitié de son activité)

Ces scénarios permettent de voir la sensibilité du ratio de couverture au taux de rétention de chacune des LOB, par pas de 10%, entre 50% et 100% de rétention par LOB.

Rappelons que le scénario central est d'avoir un taux de rétention égal à 70% pour chacune des LOB. Toutes les modifications de taux ont lieu en 2012, première année de projection du bilan économique de l'entreprise.

Les résultats obtenus montrent qu'à partir de 2013, les ratios de couvertures sont au-dessus de 130%. Deux scénarios aboutissent à un ratio de couverture inférieur à 120% :

Scénarios	Ratio de couverture en 2012
Taux de rétention LOB2 & LOB3 : 70%, LOB1 : 100%	107%
Taux de rétention LOB2 & LOB3 : 70%, LOB1 : 90%	118%

*Tableau 21 : Scénarios de réassurance pour lesquels l'appétence au risque n'est pas respectée*

Ces scénarios peuvent être évincés par la stratégie de réassurance (l'entreprise ne négociera pas de tels contrats), mais ils rappellent que fixer l'appétence au risque à un ratio de couverture toujours supérieur à 125% n'est pas aberrant. Un taux à 130% serait un peu trop optimiste, et contraignant quant à la stratégie de réassurance, d'autant plus que si un choc de sinistralité s'ajoute à un de ces cas de figure, cette appétence n'est pas respectée (par exemple le scénario défini par un taux de réassurance à 90% pour la LOB3 et 70% pour les autres, avec un choc de +25% sur le S/P de la LOB 3 en 2012 amène à un ratio de 126%).

Un autre scénario a été testé : un changement simultané de taux de couverture entre l'année 2011 et l'année 2012. Les résultats sont les suivants :

- Pour avoir un ratio de couverture de 120%, les taux de rétention doivent augmenter de 31% en valeur et passer de 70% à 92% par LOB.
- Pour un ratio à 125%, le taux passe de 70% à 86% pour toutes les LOB.
- Pour un ratio à 130%, le taux passe de 70% à 81% pour toutes les LOB.

Cela montre qu'en cédant moins de 15% de son activité en 2012, l'entreprise respecte son appétence au risque de 125%.

Ainsi, l'appétence au risque de l'entreprise impose un respect du ratio de couverture à 120% minimum en toute circonstance. Il convient dès lors de comprendre ce que cela implique pour la gestion stratégique de l'entreprise, ce via des méthodes d'allocation de capital.

#### 4.4.2.3. Valeurs de l'appétence au risque

Nous allons dans ce paragraphe exposer les valeurs de SCR et de BSCR selon l'appétence au risque choisie.

L'entreprise étant en difficulté relativement au ratio de couverture en 2011 (ratio de couverture qui s'élève à 102%), nous avons fait le choix de ce critère pour la détermination des enveloppes de l'appétence au risque. Nous calculons donc les enveloppes de risque globales pour deux valeurs de ce critère : un ratio de couverture de 125 % en 2012, qui est l'objectif fixé par la direction de l'entreprise, et un ratio de couverture de 100%, dans le cas où la situation ne s'améliorerait pas.

Cela correspond aux valeurs de SCR et BSCR suivantes :

Ratio de couverture cible	SCR (k€)	BSCR (k€)
100 %	6 891	10 000
125 %	5 570	8 000

*Tableau 22 : Valeurs de SCR et BSCR selon le ratio de couverture cible*

Nous avons fait apparaître le BSCR car la descente de l'appétence au risque sur les trois modules que nous considérons (marché, souscription, défaut) se fait à partir du BSCR.

Ainsi, lors du calcul des enveloppes par module de risque, nous utiliserons le BSCR mais nous conserverons bien la contrainte sur le SCR pour la sélection des allocations afin de conserver l'effet d'ajustement au cours de la détermination de l'allocation optimale.

De plus, nous remarquons que le BSCR n'est pas proportionnel au SCR car il y a un effet d'ajustement qui entre en jeu dans le calcul du SCR.

## **4.5. Descente de l'appétence au risque par méthode d'allocation de capital**

Comme explicité ci-dessus, nous utiliserons le terme contrainte d'appétence au risque pour exprimer soit la contrainte de SCR, soit la contrainte de BSCR. Dans le cas où la confusion est possible, il sera précisé de manière explicite quelle contrainte est utilisée.

Lorsqu'une référence est faite au scénario central, cela correspond aux valeurs de l'appétence au risque associée à un ratio de couverture de 125 %.

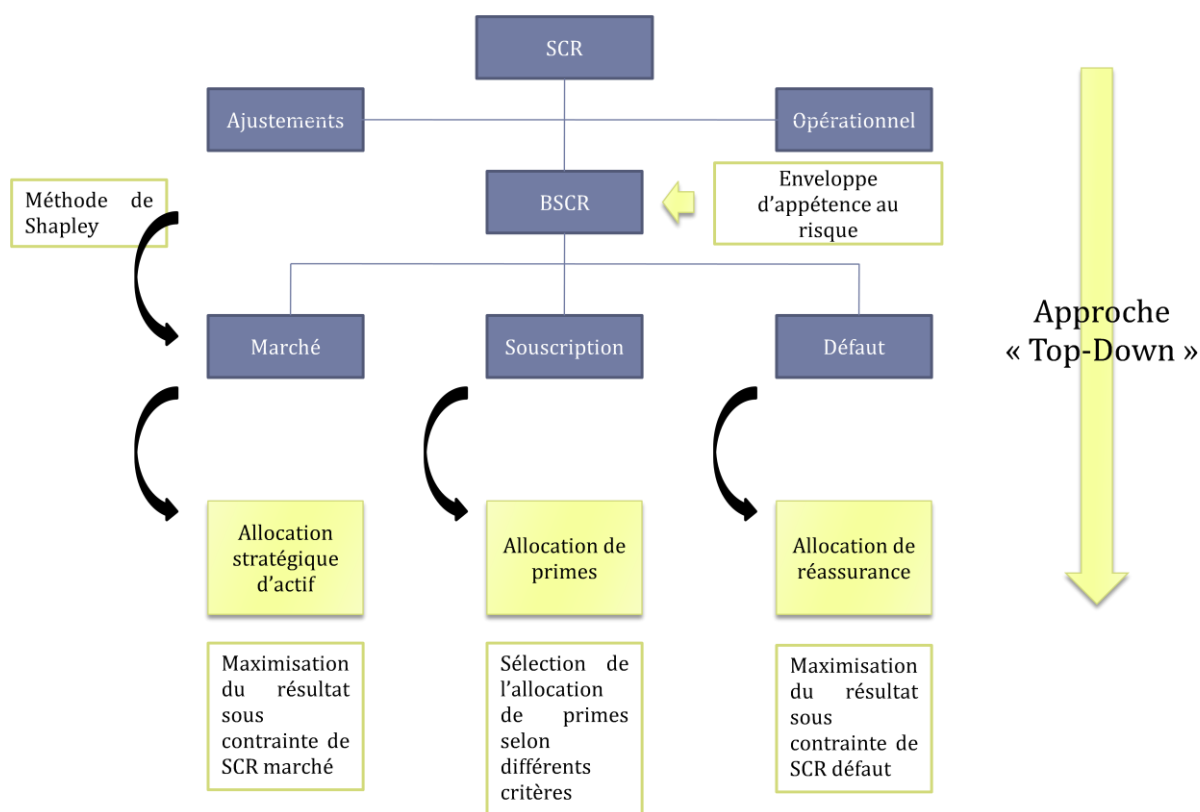
### **4.5.1. Contexte et situation initiale**

Nous allons dans cette partie expliquer de manière explicite la procédure qui permet d'aboutir à un ensemble de solutions possibles d'allocation du couple (risque, primes). En effet, l'allocation de l'enveloppe de risque sur les différents modules de risque constitue une première étape de la méthode d'allocation ; la seconde consiste à optimiser, selon différents critères, les enveloppes par module.

Nous nous plaçons à la fin de l'année N, avec un business plan défini pour les années à venir. Ce business plan comprend les informations suivantes :

- hypothèses d'actif (allocation stratégique cible, rendements des actifs),
- hypothèses de passif (ratio de sinistralité, écoulement des branches d'activité, etc.),
- hypothèse de volume de primes global (non réparties sur les différentes branches d'activité).

Ainsi, à l'aide du modèle développé au cours de cette étude, nous disposons d'un bilan et d'un compte de résultat prospectif projeté qui nous offre la connaissance des résultats net et financier, des soldes de rétrocession et de souscription ainsi que des différentes exigences de capital réglementaire associées aux différents risques (SCR, SCR marché, SCR souscription, etc.)



*Figure 14 : Descente de l'appétence au risque*

## 4.5.2. Répartition du BSCR sur les différents modules

### 4.5.2.1. Méthodologie

Nous rappelons ici la dualité SCR/BSCR de l'appétence au risque définie préalablement qui nous permet de travailler avec l'enveloppe de BSCR.

La première étape de la méthode d'allocation est de déterminer une allocation cible relative aux modules de risque (Marché, Souscription, Crédit). Pour cela, nous utilisons la méthode de Shapley que nous avons précédemment décrite.

Nous nous plaçons à la fin de l'année N, et nous calculons les valeurs de Shapley associées à chaque module en s'appuyant sur les données projetées pour l'année N+1. Ces valeurs de Shapley sont alors utilisées pour déterminer une clé d'allocation optimale à l'aide de la formule suivante :

$$\omega_i = \frac{Shap(M_i)}{\sum_{j \in N} Shap(M_j)}$$

Ces coefficients correspondent à la pondération de chaque module pour le risque global et nous nous appuyons sur ces valeurs pour déterminer une allocation cible à la fin de l'année N pour l'année N+1.

En s'appuyant sur l'enveloppe définie lors de l'étape de l'appétence au risque et la pondération définie à l'aide de la méthode ci-dessus, il est possible de déterminer les enveloppes de risque qui seront affectées à chaque module de risque : soit une enveloppe pour le SCR marché, une pour le SCR souscription ainsi qu'un montant pour le SCR défaut.

Gardons cependant en tête que cette méthode présente certaines limites liées à sa construction. En effet, la méthode de Shapley est une méthode dite discrète : les joueurs sont supposés indivisibles afin de calculer leurs contributions marginales moyennes à la coalition. Or, cette hypothèse ne correspond pas exactement à la réalité de l'entreprise et un premier biais est généré par cette hypothèse de la méthode de Shapley.

De plus, la recherche d'allocation se fait sur la base des hypothèses projetées pour l'année N+1, qui sont définies par les instances dirigeantes et opérationnelles (l'évolution du montant de primes, l'allocation d'actif cible, les hypothèses de frais, ratio de sinistralité, etc.) qui peuvent s'avérer ne pas être exactes.

Il est donc important de ne pas considérer l'allocation issue de la méthode de Shapley comme une allocation qu'il est nécessaire d'atteindre mais plutôt comme une allocation cible vers laquelle l'entreprise doit tendre.

En effet, les changements apportés au profil de l'entreprise afin d'atteindre cette allocation impactent les valeurs de SCR et de fait modifient l'allocation optimale au sens de Shapley. Cela rejoint l'idée que le processus d'allocation de capital et d'optimisation de risque ou de résultat est un processus itératif et continu dans le temps.

#### 4.5.2.2. Résultats

Dans le cadre de notre exemple et en s'appuyant sur les projections réalisées à la fin de l'année N pour les années futures, nous obtenons les valeurs de Shapley suivantes (relative à l'année N+1) qui conduisent donc à la répartition du capital risque sur les modules pour l'année 2012 selon le vecteur fourni ci-dessous:

Module	SCR 2011	SCR 2012	SCR Shapley
Marché		13,8 %	15,4 %
Souscription		60,6 %	59,6 %
Défaut		25,6 %	23,6 %

*Tableau 23 : Répartition du risque selon les modules*

Nous rappelons que la valeur de Shapley d'un module correspond à une mesure de la moyenne des contributions marginales de ce module au montant de SCR global.

Les résultats fournis par cette méthode semblent cohérents avec le profil d'activité d'une entreprise d'assurance non-vie puisque l'on remarque que l'entreprise distribue une forte proportion de son risque sur le module souscription, suivi par le module de crédit –qui fait écho à la réassurance – et enfin le module de marché qui, de manière générale, ne constitue pas la première source de revenus pour une entreprise d'assurance non-vie.

L'allocation fournie par la méthode de Shapley est relativement proche des répartitions des années précédentes ; la méthode ne produit pas d'allocation extrême.

Avec l'enveloppe fournie par l'appétence au risque, cela nous autorise donc des enveloppes pour chaque module de risque selon l'allocation optimale définie à l'aide de la méthode de Shapley. Pour une appétence au risque de 125 % ainsi que de 100 %, nous déclinons les limites opérationnelles en termes de SCR pour chaque module ci-dessous

(k€)	Ratio de couverture 125 %	Ratio de couverture 100 %
Marché	1 086	1 358
Souscription	6 242	7 802
Défaut	2 263	2 828

*Tableau 24 : Limites opérationnelles de SCR par module*

#### 4.5.2.3. Sensibilités de la méthode de Shapley au S/P

##### a) Choc de sinistralité sur le LOB 1

Nous choquons le ratio de sinistralité (S/P) du LOB1 afin d'observer les changements en terme d'allocation de risque. Nous choquons cette hypothèse afin de tester la sensibilité de l'allocation de Shapley aux hypothèses du modèle. En effet, en modifiant les hypothèses de S/P, nous modifions la répartition initiale des montants de risques entre les modules et de fait les valeurs de Shapley.

Ainsi, l'application du choc de S/P de 30bp (points de base) sur le LOB 1 augmente le S/P de 60% à 90%.

Module	SCR 2011	SCR 2012	SCR Shapley
Marché	13,1 %	13,7%	9,8 %
Souscription	61,1 %	60,7 %	66,1 %
Défaut	25,8 %	25,6 %	24,1 %

*Tableau 25 : Répartition du risque selon les modules – sensibilité LOB 1*

Nous remarquons qu'en augmentant la sinistralité de la LOB 1, nous augmentons la part du module souscription dans la répartition du SCR et ainsi la valeur de Shapley associée au module de souscription augmente.

Toutefois, nous remarquons que la répartition du risque de l'allocation de Shapley s'éloigne de la répartition de l'année 2012. La méthode de Shapley semble donc sensible aux changements d'hypothèses.

##### b) Choc de sinistralité sur le LOB 3

Nous avons testé les conséquences de l'augmentation de la sinistralité d'une branche d'activité lors de la sensibilité précédente. Nous allons ici étudier l'impact de la diminution de la sinistralité de la LOB 3.

Nous avons abaissé le S/P du LOB 3 de 75 % à 40 %, soit un choc de -35bp.

Les résultats sont les suivants :

Module	SCR 2011	SCR 2012	SCR Shapley
Marché	13,8 %	16,5 %	12,4 %
Souscription	60,6 %	58,9 %	64,4 %
Défaut	25,6 %	24,7 %	23,3 %

*Tableau 26 : Répartition du risque selon les modules – sensibilité LOB 3*

En abaissant la sinistralité de la LOB 3, nous avons diminué la part du module de souscription dans le SCR. Dès lors, l'allocation définie par la méthode de Shapley a évolué dans un sens similaire. De la même manière que pour la première étude de sensibilité, nous remarquons que les variations de la répartition obtenue via la méthode de Shapley sont plus importantes que les variations de la répartition dans le scénario initial.

Bien que la méthode de Shapley fournisse une allocation de risque, il est important de conserver en mémoire le fait que cette méthode est sensible aux hypothèses du scénario de projection ; la direction et les équipes opérationnelles doivent donc faire preuve de prudence lors de la détermination des hypothèses de projection car les impacts sur l'allocation de Shapley peuvent être importants.

### 4.5.3. Optimisation des modules de risque

#### 4.5.3.1. Le module de risque marché

##### i. Méthode et résultat

Nous avons vu précédemment que le montant global de primes est fixé par la direction dans le business plan. Nous allons nous appuyer sur cette hypothèse afin de déterminer l'allocation d'actif qui permet d'atteindre le SCR cible fourni par la méthode de Shapley avec un maximum de résultat. Nous commençons par modifier l'allocation stratégique d'actif car cela n'a pas d'influence sur les SCR souscription et défaut et nous serons donc en mesure de fixer la nouvelle hypothèse de répartition d'actifs lors de l'optimisation des modules de souscription et de crédit.

Au cours de cette optimisation, nous considérons que seule la répartition sur les quatre classes d'actifs (action, immobilier, obligation, monétaire) est modifiable car l'entreprise souhaite conserver les proportions prédéfinies par les instances dirigeantes pour les actions et les obligations (répartition global/autre et répartition selon les notations).

Nous écrivons le programme de maximisation du résultat net (qui comporte le résultat financier dans sa somme) sous les contraintes suivantes, définies par les instances dirigeantes :

$$\text{Max Résultat net}$$

Sous contraintes :

$$\text{SCR marché} < \text{SCR marché}_{\text{Shapley}}$$

$$\omega_{\text{action}}, \omega_{\text{immobilier}}, \omega_{\text{monétaire}}, \omega_{\text{Obligations}} > 5\%$$

Où  $\omega$  est le poids de l'actif en valeur de marché dans la valeur de marché du portefeuille d'actif.

Nous observons que le rééquilibrage s'effectue depuis l'actif immobilier vers l'actif monétaire (ce qui supprime le coût en SCR de l'immobilier). Ce changement peut s'expliquer par le fait que le rendement des obligations est supérieur au rendement des actions et de l'immobilier. La solution de ce programme peut être décrite de la manière suivante: minimisation des actifs coûteux en SCR (actions et immobilier) puis de l'actif obligataire afin de respecter la contrainte de SCR marché, puis transfert des actifs liquidés sur l'actif monétaire (dont le coût en termes de SCR est nul).

Nous obtenons alors le résultat :

	Allocation après optimisation	Allocation initiale
Actions	5 %	5 %
Obligations	77 %	75 %
Immobilier	5 %	15 %
Monétaire	13 %	5 %

*Tableau 27 : Allocation stratégique d'actifs cible*

Le montant du SCR marché avec l'allocation initiale est de 1 359 k€ et celui avec l'allocation optimisée est de 1 086 k€. Bien que la baisse de SCR soit conséquente, nous observons que les résultats sont proches, avec une légère augmentation du résultat avec l'allocation optimisée par rapport à l'allocation initiale (respectivement 2 164 k€ par rapport à 2 157 k€).

Le ratio de rendement du risque marché  $\frac{Résultat}{SCR\ marché}$ <sup>a</sup> donc augmenté grâce à l'allocation.

Nous remarquons toutefois que cette allocation dispose de deux contraintes saturées qui correspondent aux actions et à l'immobilier, ce qui traduit un couple (résultat, contribution au SCR) moins avantageux que celui de l'actif obligataire.

En effet, la contrainte sur le SCR marché est forte, le programme de maximisation cherche donc une allocation peu coûteuse en SCR et dont le résultat est maximal, ce que nous observons au travers de la diminution du poste d'immobilier, de l'augmentation du poste d'obligations ainsi que l'augmentation du poste de monétaire (qui produit une contribution nulle au SCR).

Nous conserverons cette allocation pour la suite de l'analyse d'optimisation des sous-modules.

## **ii. Sensibilités de l'allocation de marché**

Pour étudier la sensibilité de l'allocation de marché, nous avons commencé par faire varier les hypothèses de rendement des différents actifs tout en gardant la limite de SCR marché inchangée. Ces hypothèses sont le rendement des actions ainsi que les loyers obtenus par le biais de l'immobilier.

Les chocs appliqués aux hypothèses sont :

- Augmentation des loyers à 6 %
- Augmentation des rendements actions à 5 %
- Augmentation des loyers à 6 % et des rendements actions à 5 %



Comme nous pouvons le constater dans le tableau ci-dessous, nous remarquons que l'allocation reste inchangée, or nous avons augmenté de manière significative les rendements de ces deux classes d'actifs. Nous allons dès lors essayer de relâcher la contrainte sur le SCR marché afin d'étudier le comportement du programme de maximisation. L'intuition qui motive la réalisation de cette sensibilité est le fait que le coût en SCR des actions et de l'immobilier est plus élevé que celui des obligations.

Nous nous plaçons dans le cas où l'équipe de gestion d'actif va chercher à saturer sa contrainte de SCR marché. Nous allons alors faire évoluer les contraintes selon la valeur suivante :

- SCR marché limité à 1 357 k€, ce qui correspond au SCR marché dans le cadre d'une appétence au risque avec un ratio de couverture de 100 %

	Borne SCR (k€)	Central	Loyer 6 %	Action 5 %	Loyers 6 % Actions 5 %
Action	<b>1 086</b>	5 %	5 %	5 %	5 %
Obligations		77 %	77 %	77 %	77 %
Immobilier		5 %	5 %	5 %	5 %
Monétaire		13 %	13 %	13 %	13 %
Résultat net		2 164	2 178	2 167	2 181
<hr/>					
Action	<b>1 357</b>	12 %	5 %	12 %	5 %
Obligations		78 %	75 %	78 %	75 %
Immobilier		5 %	15 %	5 %	15 %
Monétaire		5 %	5 %	5 %	5 %
Résultat net		2 169	2 200	2 177	2 203

*Tableau 28 : Sensibilités de l'allocation stratégique d'actifs*

Nous observons ainsi qu'en relâchant la contrainte sur le SCR, le résultat tend à augmenter. En effet, l'équipe opérationnelle a un besoin moindre d'économie en SCR et cela lui permet plus de libertés quant à l'allocation d'actif. Elle peut ainsi prendre plus de risques pour essayer de maximiser les profits réalisés grâce à l'allocation d'actif.

Dans le jeu d'hypothèses central, nous observons ainsi que l'allocation dans la ligne d'actif monétaire baisse de manière considérable lorsque l'on relâche la contrainte de SCR. Or le monétaire est gratuit en SCR, ce qui n'est pas le cas de l'actif obligataire, mais le rendement de l'actif monétaire est nul. Nous sommes ici en face du problème de l'arbitrage entre la recherche du maximum de résultat et celle du minimum de risques encourus.

De plus, pour les sensibilités aux rendements des actifs (action et immobilier), nous observons que les résultats augmentent lorsque l'on assouplit la contrainte sur le SCR marché et que la part de l'actif monétaire diminue (jusqu'à saturation de la contrainte) ce qui traduit bien une augmentation de la prise de risque.

Toutefois, lorsque l'on assouplit la contrainte sur le SCR marché, les résultats augmentent peu (entre 5 et 22 k€) tandis que le SCR augmente de 271 k€. Le rendement du risque marché se dégrade donc très fortement.

Nous observons ici que le rendement du risque n'est pas toujours amélioré lorsque la prise de risque est plus élevée.

#### 4.5.3.2. *Le module de risque souscription*

Nous sommes actuellement dans une situation où nous connaissons le montant de primes global pour l'année N+1 et où l'allocation stratégique d'actifs est fixe (et a été déterminée lors de l'étape précédente). Nous utilisons l'allocation qui est déterminée avec l'allocation de Shapley, c'est-à-dire l'allocation en scénario central avec une borne de SCR marché de 1 086 k€.

La souscription contribue de manière très forte au résultat net de l'entreprise et c'est la raison pour laquelle nous allons nous intéresser à différents critères de sélection d'une allocation de primes entre les trois branches d'activité (LOB). Notons que nous ne modifierons ni la nature de l'activité des LOB, ni les hypothèses d'écoulement ou de sinistralité (S/P) car l'entreprise, que ce soit la direction générale ou l'équipe commerciale, ne peut pas modifier de manière certaine ces paramètres.

Cette hypothèse peut toutefois être remise en cause car les équipes commerciales peuvent essayer d'influencer les ratios de sinistralités (S/P) en changeant le profil des assurés. Ce n'est cependant pas une hypothèse que l'on peut faire évoluer de manière simple. Nous avons donc choisi de considérer que ces hypothèses sont fixes.

##### *i. Exposé de la méthode*

En situation initiale de primes, nous avons la répartition pour l'année N de 5 000 k€ par LOB. Cette répartition est celle de l'année écoulée et ne peut donc pas être modifiée.

Les premières idées de méthode d'allocation sont celles exposées dans la partie théorique : la méthode proportionnelle ou la méthode marginale. Cependant, comme expliqué précédemment, ces méthodes ont leurs limites qui nous ont conduits à nous orienter vers une méthode qui s'appuie sur les valeurs de Shapley sous contrainte d'un maximum de résultat.

La problématique à laquelle nous nous sommes confrontée lors de la mise en place de la méthode de Shapley est le fait que cette dernière est une méthode discrète : les joueurs (ici les LOB) sont supposés indivisibles, c'est-à-dire que la LOB  $i$ , dont le volume de prime pour l'année N s'élève à 5 000 k€ (et donc selon le business plan, 5 500 k€ en prévisionnel pour l'année N+1) sera soit présent dans sa globalité (donc avec un volume de prime de 5 500 k€) soit absent.

L'application de la méthode de Shapley peut fournir une allocation de primes, mais cette dernière serait alors conditionnée par les projections réalisées pour l'année N+1. Dès lors, nous avons envisagé la solution suivante, qui s'appuie sur la méthodologie développée pour l'allocation de Shapley.

La valeur de Shapley d'un LOB correspond à la contribution de ce LOB pour la totalité des coalitions réalisables à l'aide de l'ensemble de LOB qui le contient. Nous nous sommes donc appuyés sur un schéma similaire pour l'allocation de primes avec la contrainte suivante :

*Un montant minimal de 2 000 k€ est affecté à chaque LOB*

Pour cela, nous avons décidé d'étudier la totalité des possibilités d'allocation de primes. Le pas de cette étude pour chaque LOB est de 100 k€ (*ie.* nous faisons varier les volumes de primes de chaque LOB de 100).

Pour chaque allocation de primes possible, nous extrayons du modèle les informations pertinentes à la sélection des scénarii qui fournissent une allocation de primes qui répond au programme d'optimisation suivant différents critères.

Notons que nous prenons en compte la limite de risque définie lors de l'étape de l'appétence au risque lors de la sélection des scénarii, afin de rester en accord avec les objectifs et la tolérance au risque de l'entreprise.

La méthode est unique, cependant il existe plusieurs critères de sélection des allocations de primes optimales selon l'orientation que l'on donne à l'appétence au risque. Ainsi, le critère de sélection ne sera pas le même si la direction souhaite minimiser le risque, ou si elle souhaite maximiser son résultat, sans considération de rendement du risque.

Parmi les critères de sélection des allocations de primes, nous pouvons lister les suivants :

- Maximisation du résultat net
- Minimisation du SCR
- Maximisation du résultat net en utilisant un critère de Shapley
- Maximisation du ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$  (que l'on peut appeler résultat net sous risque ?)

Nous utilisons les valeurs de Shapley comme critère de sélection en calculant la somme des trois valeurs de Shapley des LOB, qui diffèrent selon les scénarii d'allocation de primes. L'utilisation d'un tel critère permet de maximiser la contribution au résultat (ou de minimiser la contribution au SCR) d'une allocation de primes.

## ii. Résultats

Rappelons que le SCR maximal autorisé pour le module de souscription défini à l'aide de l'appétence au risque s'élève à 6 242 k€.

### a) Premier critère : Maximisation du ratio $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$

Nous cherchons à maximiser le ratio qui correspond au couple  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$  afin d'obtenir le plus fort rendement au risque. Ce critère est intéressant lorsque l'on souhaite augmenter la rentabilité de l'entreprise tout en conservant des considérations de risque. En effet, ce critère lie l'augmentation du résultat avec la baisse du SCR.

Notons que cette étude prend en compte les limites fixées par l'appétence au risque puisque seuls les scénarii dont le SCR est inférieur à l'enveloppe globale d'appétence au risque sont considérés.

Le résultat obtenu à l'aide de ce critère de sélection est le suivant :

(k€)	Après sélection (RC 125 %)	Après sélection (RC 100 %)	Scénario 2012
Primes LOB 1	12 500	12 500	5 500
Primes LOB 2	2 000	2 000	5 500

Primes LOB 3	2 000	2 000	5 500
SCR	5 013	5 078	4 964
Résultat net	3 236	3 236	2 391

*Tableau 29 : Allocation de primes, SCR et résultat via le premier critère (en k€)*

Le ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$  vaut alors 64,55 % pour le scénario associé au ratio de couverture de 125 % et 63,72 % pour le scénario associé au ratio de couverture de 100 %. Cette baisse du ratio peut s'expliquer par le fait que le résultat a très peu augmenté grâce au changement d'allocation d'actif mais que le SCR marché a augmenté de manière significative.

La solution proposée est un cas extrême car deux contraintes sont saturées (minima de primes par LOB fixé à 2 000 k€ lors de la construction du programme de maximisation). En effet, nous observons que le SCR est très largement inférieur à l'enveloppe maximale autorisée qui s'élève à 6 242 k€ ; dès lors le programme de maximisation de résultat sous contrainte se transforme en un programme de maximisation de résultat (sans considération de limite de SCR, qui n'est pas atteinte).

L'allocation la plus intuitive est de tout allouer sur la LOB qui apporte le plus de résultat net, qui est dans notre cas la LOB 1 ; sans considération de risque.

#### **b) Deuxième critère : maximisation du résultat net**

Ce critère de sélection est un critère qui peut fortement intéresser les souscripteurs. En effet, seule une considération de résultat entre en jeu, le risque n'est en aucun cas pris en compte lors de la sélection de l'allocation de primes optimale.

Dans le cadre de notre application, le scénario sélectionné à l'aide de ce critère est identique à celui que nous avons obtenu à l'aide du critère de maximisation du ratio mais il est nécessaire de garder à l'esprit que ce n'est pas nécessairement le cas (une chute drastique du SCR et une baisse de résultat peut conduire à un ratio plus élevé).

(k€)	Après sélection (RC 125 %)	Après sélection (RC 100 %)	Scénario 2012
Primes LOB 1	12 500	12 500	5 500
Primes LOB 2	2 000	2 000	5 500
Primes LOB 3	2 000	2 000	5 500
SCR	5 013	5 078	4 964
Résultat net	3 236	3 236	2 391

*Tableau 30 : Allocation de primes, SCR et résultat via le second critère (en k€)*

Le ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$  vaut alors 64,55 % pour le scénario associé au ratio de couverture de 125 % et 63,72 % pour le scénario associé au ratio de couverture de 100 %.

#### **c) Troisième critère: maximisation de la somme des valeurs de Shapley**

Parmi les scénarii qui respectent la contrainte de SCR imposée par l'appétence au risque, nous sélectionnons le scénario qui présente la somme des valeurs de Shapley calculées à l'aide du résultat net maximal.

Le résultat obtenu à l'aide de ce critère de sélection est le suivant :

(k€)	Après sélection (RC 125 %)	Après sélection (RC 100 %)	Scénario 2012
Primes LOB 1	2 000	2 000	5 500
Primes LOB 2	12 500	12 500	5 500
Primes LOB 3	2 000	2 000	5 500

SCR	5 107	5 181	4 964
Résultat net	2 104	2 144	2 391

*Tableau 31 : Allocation de primes, SCR et résultat via le troisième critère (en k€)*

Le ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$  vaut alors 41,20 % pour le scénario associé au ratio de couverture de 125 % et 41,38 % pour le scénario associé au ratio de couverture de 100 %.

Le résultat obtenu via cette méthode est aussi un scénario de primes extrême, qui maximise la somme des valeurs de Shapley des trois LOB calculées en s'appuyant sur les poids suivants :

	Valeur de Shapley
LOB 1	10 %
LOB 2	84 %
LOB 3	6 %

*Tableau 32: Poids de Shapley par LOB pour le résultat*

Ainsi, dans ce scénario, la clé de Shapley associée au LOB 2 s'élève à 84%. On observe la même tendance dans l'allocation de primes, puisque le LOB2 est prépondérant (75,76 %, ce qui correspond au maximum possible)

#### d) Quatrième critère : Minimisation du SCR

Dans un contexte actuel de crise ayant entraînée des faillites, la direction d'une entreprise peut tout à fait considérer l'utilisation d'un tel critère.

Bien que nous ne travaillons qu'avec des scénarii qui respectent les contraintes de SCR imposées par l'appétence au risque, l'entreprise peut faire le choix de minimiser son risque, afin d'essayer d'augmenter ses indicateurs de solvabilité tels que le ratio de couverture.

L'entreprise n'est toutefois pas assurée d'augmenter ces indicateurs en minimisant le SCR car cela peut baisser le résultat et ainsi les fonds propres économiques (nous retrouvons ici un problème similaire d'évolution de ratio).

Sur la base de ce critère, nous obtenons l'allocation de primes suivantes :

(k€)	Après sélection (RC 125 %)	Après sélection (RC 100 %)	Scénario 2012
Primes LOB 1	7 700	7 800	5 500
Primes LOB 2	6 800	6 700	5 500
Primes LOB 3	2 000	2 000	5 500
SCR	4 577	4 648	4 964
Résultat net	2 737	2 747	2 391

*Tableau 33 : Allocation de primes, SCR et résultat via le quatrième critère (en k€)*

Le ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$  vaut alors 59,80 % pour le scénario associé au ratio de couverture de 125 % et 59,10 % pour le scénario associé au ratio de couverture de 100 %.

Nous observons que, par rapport au premier critère, le choix de ce critère fait chuter le résultat de manière conséquente, mais conserve un ratio relativement élevé (du à la baisse simultanée du SCR). On observe bien une baisse du SCR, ce que nous recherchions avec l'utilisation de ce critère.

L'allocation obtenue est plus équilibrée mais les primes sont toutefois réparties sur seulement deux branches d'activité. Cela s'explique par la recherche des bénéfices de diversification entre LOB parmi les deux branches d'activités les moins couteuses en SCR.

A la lumière des résultats présentés ci-dessus, nous remarquons que les allocations de primes peuvent grandement varier selon l'utilisation des différents critères de sélection. En effet, selon l'orientation que souhaite donner la direction, les allocations seront différentes. Il convient donc aux instances en charge de la mise en place de l'appétence au risque de préciser les critères (ou dans une moindre mesure de proposer des orientations) qui seront utilisés pour l'optimisation des sous-modules.

### iii. Sensibilité de l'allocation de primes au S/P

Nous avons souhaité tester la sensibilité du modèle à la sinistralité des différentes branches d'activité (et ainsi à leur rendement). Pour cela, nous nous plaçons dans le cadre de l'allocation obtenue en utilisant le premier critère (maximisation du ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$ ) et nous étudions l'influence d'un changement d'hypothèse de S/P sur l'allocation de primes.

Pour cette étude, nous nous plaçons dans la cadre de l'appétence au risque associée à un ratio de couverture de 125 %.

#### a) Choc de sinistralité sur le LOB 1

Nous avons alors choqué le ratio de sinistralité (S/P) du LOB1 afin d'observer les changements en terme d'allocation de primes. Nous avons fait le choix de ce choc en premier lieu car en augmentant le S/P de cette branche d'activité, nous espérons diminuer sa rentabilité et ainsi modifier l'allocation de primes.

Ainsi, l'application du choc de S/P de 50% sur le LOB 1 augmente le S/P de 60% à 90%.

Nous avons étudié l'impact de ce changement sur la totalité des scénarii et avons alors déduit l'allocation de prime suivante déterminée à l'aide du maximum du ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$  :

	Avec choc	Sans choc
LOB 1	8 700	12 500
LOB 2	5 800	2 000
LOB 3	2 000	2 000
SCR	4 572	5 013
Résultat net	2 050	3 236

*Tableau 34 : Allocation de primes, SCR et résultat via le premier critère – Choc LOB 1 (en k€)*

Le ratio  $\frac{\text{Résultat}}{\text{SCR}}$  est 44,84 %. Rappelons que le ratio dans le scénario central est de 64,55 % (le résultat net est de 3 236 et le SCR de 5 013).

La baisse du ratio est en grande partie expliquée par la chute drastique du résultat (phénomène auquel on s'attendait, puisque que nous avons choqué à la hausse la sinistralité de la branche d'activité la plus rentable) bien que le SCR soit en légère baisse lui aussi.

Nous remarquons sur cet exemple que l'allocation a bien été modifiée suite au changement d'hypothèse de S/P du LOB 1 : en augmentant son S/P, nous avons diminué son rendement et l'allocation de primes s'est modifiée en conséquence.

#### b) Choc de sinistralité sur le LOB 3

Nous observons à l'aide des précédents scénarii de S/P que le LOB 3 est peu rentable par rapport aux deux autres LOB. En effet, sur les allocations obtenues, la contrainte de minimum de volume de prime affectée au LOB 3 est toujours saturée.

Nous avons donc voulu tester les conséquences d'une baisse de S/P du LOB 3, et ainsi une augmentation de sa rentabilité.

Nous avons abaissé le S/P du LOB 3 de 75 % à 40 %, soit une baisse de 35bp.

En s'appuyant sur le critère de maximisation du ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$ , nous obtenons les résultats suivants :

	Avec choc	Sans choc
LOB 1	10 000	12 500
LOB 2	2 300	2 000
LOB 3	4 200	2 000
SCR	4 883	5 013
Résultat net	3 588	3 236

*Tableau 35 : Allocation de primes, SCR et résultat via le premier critère - LOB 3 (en k€)*

Le ratio  $\frac{\text{Résultat}}{\text{SCR}}$  est 73,48 %. Rappelons que le ratio dans le scénario central est de 64,55 % (le résultat net est de 3 236 et le SCR de 5 013).

En améliorant la rentabilité du LOB 3, nous observons une hausse du résultat, une baisse du SCR et une hausse du ratio. Dès lors, cela se ressent dans l'allocation puisqu'aucune contrainte n'est saturée.

Il est intéressant de remarquer que dans ce cas de figure, l'allocation de primes obtenue à l'aide du premier critère est différente de celle obtenue avec le deuxième critère (maximisation de résultat net).

En appliquant le deuxième critère et en respectant la limite de SCR imposée par l'appétence au risque (qui est ici saturée), le scénario sélectionné est :

	Avec choc	Sans choc
LOB 1	6 500	12 500
LOB 2	2 000	2 000
LOB 3	8 000	2 000
SCR	5 550	5 013
Résultat net	3 805	3 236

*Tableau 36 : Allocation de primes, SCR et résultat via le deuxième critère (en k€)*

Le ratio  $\frac{\text{Résultat}}{\text{SCR}}$  est 68,56 %. Rappelons que le ratio dans le scénario central est de 64,55 % (le résultat net est de 3 236 et le SCR de 5 013).

Bien que le résultat soit plus élevé dans l'allocation ci-dessus, le rendement du risque est inférieur. Il n'est donc pas toujours intéressant de maximiser le résultat lorsque l'on cherche à optimiser son rendement.



A l'instar des sensibilités effectuées sur l'allocation stratégique d'actifs, nous remarquons que les allocations de primes sont très sensibles aux variations d'hypothèses. Il est donc primordial que la direction et les équipes opérationnelles déterminent et valident les hypothèses utilisées pour la projection.

#### 4.5.3.3. *Le module de défaut*

Le dernier module que nous devons traiter est celui lié à la réassurance. En effet, nous choisissons de traiter cet élément en dernier lieu car du fait de la simplification utilisée pour le calcul du SCR défaut (cf. précédemment), ce dernier est influencé par l'allocation de primes car les hypothèses de sinistralité et d'écoulement diffèrent selon les LOB et cela impacte les résultats obtenus lors du calcul de la réassurance.

Après utilisation des critères de sélection lors de l'étape précédente, nous avons obtenu des scénarii de primes pour chacun desquels nous avons cherché à respecter les contraintes de SCR applicables au module de défaut (cf. allocation du risque).

##### *i. Exposé de la méthode*

Nous avons alors mis en place plusieurs méthodes afin de déterminer les taux de rétention qui apparaissent optimaux au sens du risque ou au sens du résultat.

##### **a) Méthode 1 : Atteindre le seuil maximal du SCR défaut dans le cas d'un taux de rétention unique par LOB**

Pour cela, nous avons la possibilité de faire varier le taux de rétention du LOB disposant du plus gros volume de prime afin d'atteindre le seuil de SCR default, ou du LOB disposant du second plus gros volume de primes.

##### **b) Méthode 2 : Maximiser le résultat dans le cadre d'un taux de rétention unique par LOB**

Nous utilisons une méthode similaire à celle utilisée pour l'allocation stratégique d'actifs. Nous définissons le programme de maximisation suivant :

*Max Solde rétrocession*

Sous contraintes :

$$\begin{aligned} 50\% < R_i < 100\% \\ SCR_{default} < SCR_{default,cible} \end{aligned}$$

avec  $R_i$  le taux de rétention du LOB  $i$ .

##### **c) Méthode 3 : Atteindre le seuil maximal du SCR défaut dans le cas d'un taux de rétention pour l'ensemble des LOB**

Cette méthode est similaire à la première méthode dans sa mise en œuvre. Toutefois, la différence réside dans le fait qu'il existe un taux unique de rétention pour l'ensemble des trois LOB.

##### *ii. Résultats*



Nous utilisons dans cette partie les allocations fournies par les critères de maximisation de ratio ainsi que minimisation de SCR.

Rappelons que le maximum de SCR défaut autorisé par l'appétence au risque (ratio de couverture 125 %) vaut 2 263 k€.

**a) Optimisation du taux de rétention d'un seul LOB (consommation de SCR)**

- Pour l'allocation issue du premier critère (maximisation du ratio  $\frac{Résultat\ net}{SCR}$ ), puisque l'allocation est extrême, nous déterminons la valeur du taux de rétention du LOB 1 afin d'obtenir un SCR défaut égal au SCR défaut cible défini par l'allocation de Shapley (ie. 2 263 k€)

Le taux de rétention vaut alors : 70,23 %, soit une augmentation de 0,23 % de ce taux.

- Pour l'allocation sur le critère de minimisation de SCR, l'allocation étant plus équilibrée, nous déterminons les valeurs des taux de rétention des deux LOB qui possèdent un volume de prime conséquent.

Soit, pour la LOB 1, un taux de rétention de 61,61 % et donc une augmentation de la part cédée au réassureur (ce qui est un résultat attendu puisque, avec les taux de rétention initiaux et le scénario de primes, nous observons un SCR défaut de 2 035 k€, qui est donc inférieur à la valeur cible).

Pour la LOB 2, un taux de rétention de 60,35 %, qui de même, correspond bien à une augmentation de la part cédée au réassureur afin d'augmenter le SCR défaut

**b) Optimisation du résultat avec un taux de rétention par LOB**

- Dans le cadre de l'allocation issue du premier critère (maximisation du ratio  $\frac{Résultat\ net}{SCR}$ ) :

Nous obtenons l'allocation de réassurance suivante :

	Taux de rétention
LOB 1	56 %
LOB 2	100 %
LOB 3	100 %

*Tableau 37 : Taux de rétention par LOB – premier critère*

Cette allocation de taux donne un résultat net de 3 976 k€. La comparaison des ratios  $\frac{Résultat\ net}{SCR\ Défaut}$  est :

	Ratio
Allocation initiale	134 %
Allocation optimisée	176 %

*Tableau 38 : Performance du résultat au risque défaut – premier critère*

Dans ce cas là, nous observons une très forte amélioration du ratio de rentabilité du risque. Cependant l'allocation proposée est une allocation extrême en termes de réassurance pour optimiser le profit réalisé : pour cela, un maximum de primes est cédé au réassureur pour la LOB 1 et l'entreprise conserve la totalité des primes pour les LOB 2 et 3.

Il semble alors que la LOB 1 soit la LOB le moins pénalisant en terme de résultat car nous observons que si l'on offre à l'équipe de réassurance le choix de consommer ou non son capital de risque, elle supprimera toute la réassurance afin de maximiser le résultat (*ie.* aucune prime ne sera cédée, ce qui traduit la non-rentabilité de la réassurance sous ce jeu d'hypothèses)

Toutefois, en augmentant les commissions de réassurance afin de rendre rentable l'activité de réassurance (*ie.* nous modifions les commissions de réassurance de 20% à 30%) et en laissant la possibilité de ne pas consommer la totalité du capital risque, nous observons l'allocation suivante :

	Taux de rétention (commission 30%)	Taux de rétention (commission 20%)
LOB 1	56 %	100 %
LOB 2	100 %	100 %
LOB 3	100 %	100 %
SCR	2 263	0
Résultat net	4 334	4 178

*Tableau 39 : Sensibilité de l'allocation de réassurance aux commissions*

- Dans le cadre du critère de minimum de SCR

Nous appliquons le programme de maximisation en cherchant à consommer la totalité du capital risque affecté au module de défaut.

Nous obtenons l'allocation de réassurance suivante :

	Taux de rétention
LOB 1	50 %
LOB 2	61 %
LOB 3	100 %

*Tableau 40 : Taux de rétention par LOB – première méthode (2)*

Pour un résultat qui s'élève à 2 828 k€.

Avant allocation de réassurance, nous disposons d'un SCR défaut de 2 035 k€ pour un résultat de 2 737 k€. Par le biais de cette méthode, nous avons donc bien augmenté le résultat tout en respectant la contrainte de SCR imposée pour l'appétence au risque, qui vaut 2 263 k€.

Cependant, si l'on calcule un ratio de rentabilité de la prise de risque sur ces deux allocations, nous observons le phénomène suivant :

	Ratio
Allocation initiale	134 %
Allocation optimisée	125 %

*Tableau 41 : Performance du résultat au risque défaut – quatrième critère*

Ainsi, augmenter le résultat sous la contrainte de risque n'améliore pas nécessairement le rendement associé au risque.

### c) Optimisation avec un seul taux de rétention

- Dans le cadre de l'allocation du critère de ratio (premier critère) :

On obtient un taux de rétention global de 70,16 %. Le résultat net est alors de 3 241 k€ pour un SCR défaut de 2 263 k€.

Nous remarquons que la modification du taux de rétention est très faible ; en effet, sous cette allocation de primes, le SCR défaut vaut 2 275 k€ lorsque l'on utilise le taux de rétention des hypothèses initiales. L'ajustement nécessaire est alors très faible, ce qui explique les faibles variations de résultat.

- Dans le cadre de l'allocation minimum de SCR (quatrième critère)

On obtient un taux de rétention global qui s'élève à 66,65 %. Le résultat net est de 2 657 k€ (2 737 k€ avant ajustement du taux de rétention). Ici, le fait de consommer la totalité du SCR défaut n'est pas bénéfique au résultat de l'entreprise. Un montant plus élevé de primes est cédée alors que l'activité de réassurance n'est pas rentable, ce qui tend à faire baisser le résultat net.

A la lumière des résultats présentés ci-dessus, nous sommes en mesure d'observer que selon les modes de gestion de la réassurance et les choix de critères d'optimisation de la réassurance les résultats (en termes de taux de rétention) peuvent être très différents.

De la même manière que pour le module de souscription, la direction se doit de préciser ses attentes quant à la gestion du couple (résultat, risque) au sein du module de défaut afin que les allocations soient conformes à la stratégie de l'entreprise.

#### 4.5.4. Présentation des résultats de l'allocation retenue

Nous allons présenter ici le compte de résultat projeté ainsi que le bilan de l'allocation optimale obtenue en utilisant le premier critère pour le module de souscription (maximisation du ratio  $\frac{\text{Résultat net}}{\text{SCR}}$ ) et la seconde méthode pour l'optimisation du module de défaut (maximisation du résultat net avec un taux de rétention par LOB, conforme à une gestion d'un contrat de réassurance par branche d'activité).

<b>Actif comptable (k€)</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Immobilier (net)	1 097	432	521	641	745	888
Actions	549	681	820	942	1 146	1 336
Obligations	8 780	11 016	13 080	15 442	18 157	21 284
Cash	549	1 779	2 120	2 508	2 957	3 479
Réassurance	3 128	1 718	1 909	2 099	2 957	3 479
<b>TOTAL ACTIF</b>	<b>14 102</b>	<b>15 626</b>	<b>18 450</b>	<b>21 633</b>	<b>25 314</b>	<b>29 527</b>
<b>Passif comptable (k€)</b>						
Fonds Propres	2 914	6 038	8 836	11 606	14 682	18 132
<i>Dont capital social</i>	750	750	750	750	750	750
Provisions	11 188	9 588	9 614	10 027	10 632	11 395
<b>TOTAL PASSIF</b>	<b>14 102</b>	<b>15 626</b>	<b>18 450</b>	<b>21 633</b>	<b>25 314</b>	<b>29 527</b>

*Tableau 42 : Bilan comptable simplifié après allocation*

<b>Compte de résultat (k€)</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Primes émises	15 000	16 500	18 150	19 965	21 962	24 158
Variation de provisions	0	-875	496	545	600	660
<b>Primes acquises</b>	<b>15 000</b>	<b>17 375</b>	<b>17 654</b>	<b>19 420</b>	<b>21 362</b>	<b>23 498</b>
<b>Sinistres payés</b>	<b>9 063</b>	<b>10 750</b>	<b>11 403</b>	<b>12 214</b>	<b>13 266</b>	<b>14 443</b>
Variation de provisions techniques	0	-795	-427	-120	4	94
<b>Charge de sinistres brute</b>	<b>9 063</b>	<b>9 955</b>	<b>10 976</b>	<b>12 093</b>	<b>13 270</b>	<b>14 537</b>
Recours						
<b>Solde de souscription</b>	<b>5 938</b>	<b>7 420</b>	<b>6 678</b>	<b>7 326</b>	<b>8 091</b>	<b>8 961</b>
Frais généraux	1744	1965	2136	2330	2553	2799
Autres charges	12	61	23	26	31	36
<b>Total Charges Diverses</b>	<b>1 756</b>	<b>1947</b>	<b>2116</b>	<b>2344</b>	<b>2585</b>	<b>2844</b>
Produits financiers	0	766	345	422	483	573
<b>Résultat financier</b>	<b>0</b>	<b>766</b>	<b>345</b>	<b>422</b>	<b>483</b>	<b>573</b>
<b>Résultat brut de réassurance</b>	<b>4 182</b>	<b>6 239</b>	<b>4 907</b>	<b>5 403</b>	<b>5 989</b>	<b>6 690</b>
<b>Primes cédées</b>	<b>4 500</b>	<b>5 500</b>	<b>6 050</b>	<b>6 655</b>	<b>7 321</b>	<b>8 053</b>
Variation de provisions de primes cédées	0	-375	138	151	166	183
<b>Commissions reçues</b>	<b>900</b>	<b>1 110</b>	<b>1 210</b>	<b>1 331</b>	<b>1 464</b>	<b>1 611</b>
<b>Sinistres Payés</b>	<b>2 719</b>	<b>3 102</b>	<b>3 577</b>	<b>3 953</b>	<b>4 349</b>	<b>4 784</b>
Variation de provisions techniques cédées	0	198	53	40	44	48
<b>Solde de rétrocession</b>	<b>-881</b>	<b>-1 475</b>	<b>-1 073</b>	<b>-1 180</b>	<b>-1 298</b>	<b>-1 427</b>
<b>Résultat exceptionnel</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Résultat net de réassurance, brut d'IS</b>	<b>3 301</b>	<b>4 764</b>	<b>4 267</b>	<b>4 224</b>	<b>4 692</b>	<b>5 262</b>
IS	1 136	1 641	1 469	1 454	1 615	1 811
<b>Résultat net</b>	<b>2 164</b>	<b>3 124</b>	<b>2 798</b>	<b>2 769</b>	<b>3 076</b>	<b>3 450</b>

*Tableau 43 : Compte de résultat de l'entreprise*

Suite à la réallocation, nous observons une hausse du résultat net de l'année 2012 qui passe de 2 157 k€ à 3 124 k€. Cela provient de la réallocation du montant de primes sur la LOB la plus rentable (la LOB 1), du changement du plan de réassurance ainsi que de l'amélioration du résultat financier.

<b>Actif en valeur de marché (k€)</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Immobilier	1 646	689	822	972	1 146	1 348
Actions	549	689	822	972	1 146	1 348
Obligations	8 431	10 628	12 668	14 987	17 667	20 788
Cash	549	1 779	2 120	2 508	2 957	3 479
Réassurance	2 377	2 948	2 898	2 984	3 137	3 344
<b>TOTAL ACTIF</b>	<b>13 552</b>	<b>16 733</b>	<b>19 330</b>	<b>22 424</b>	<b>26 052</b>	<b>30 308</b>
<b>Passif "économique" (k€)</b>						

Fonds Propres	4 658	8 153	10 910	13 747	16 930	20 562
Provisions	7 979	7 470	7 331	7 553	7 941	8 471
<i>Dont Marge de Risque</i>	415	335	328	338	356	380
<b>TOTAL PASSIF</b>	<b>13 552</b>	<b>16 733</b>	<b>19 330</b>	<b>22 424</b>	<b>26 052</b>	<b>30 308</b>

*Tableau 44 : Bilan économique prospectif de l'entreprise*

<b>SCR (k€)</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
BSCR	6 482	7 169	7 410	8 160	9 014	9 459
MCR	1 591	1 759	1 825	2 010	2 220	2 337
Risk Margin	415	335	328	338	356	380
SCR	4 545	5 026	5 216	5 743	6 342	7 677
Capital ORSA	4 661	3 413	3 540	3 888	4 284	4 506
Ratio de couverture	102%	162%	209%	239%	267%	308%
Free surplus	112	3 127	5 694	8 003	10 588	13 885
Couverture du Capital ORSA	100%	239%	308%	354%	395%	456%

*Tableau 45 : Exigences réglementaires de l'entreprise*

Nous remarquons ici que le SCR pour l'année 2012 n'est pas consommé dans sa totalité. Cela est issu du choix du critère de sélection pour l'optimisation du module de souscription (premier critère : maximisation du ratio Résultat/SCR).

Nous observons toutefois une forte augmentation du ratio de couverture après allocation, puisque ce dernier augmente de 139 % à 162 %, augmentation que l'on constate aussi sur les années suivantes lors de la projection.

Ainsi, grâce à la réallocation, nous avons pu améliorer la performance de l'entreprise ainsi que son ratio de couverture. Cela répond aux attentes de la direction qui avait pour objectif d'augmenter ces deux indicateurs (ce qui se reflétait dans les choix de critères de sélection). Nous pouvons aussi noter que l'enveloppe de risque n'a pas été consommée dans sa totalité (plus de risque n'impose pas nécessairement un meilleur rendement) ce qui contribue à l'amélioration du ratio de couverture de l'entreprise.

Toutefois, l'allocation proposée est un cas extrême dans lequel la direction ne souhaite peut être pas se retrouver. Cela est une conséquence des choix de méthodes et de critères qui ont été établis au préalable, qui ne conduisent pas toujours à des allocations (de primes) réalistes bien que les allocations de risques (sur les modules marché, souscription, défaut) semblent acceptables.

Cela met en avant une fois de plus l'importance et la prépondérance des hypothèses formulées lors de la définition de l'appétence au risque puisque la simple modification d'un critère peut conduire à des allocations (de risque ou des primes) très différentes.

Par exemple, si la direction préfère utiliser un critère de minimisation de SCR lors de la descente de l'appétence au risque sur les trois modules (marché, souscription, défaut), la répartition obtenue est la suivante :

Répartition	Minimisation SCR	Scenario central
Marché	40 %	15,4 %
Souscription	30 %	59,6 %
Défaut	30 %	25,0 %

*Tableau 46 : Pondération des modules en scenario central et minimisation de SCR*

Il est clair que cette répartition des risques n'est pas en accord avec l'activité d'une entreprise d'assurance non-vie. L'ajout de contrainte, par exemple un minimum de 50% pour le module de souscription, offrira une allocation différente.

La problématique d'allocation de capital et d'appétence au risque ne concerne donc pas simplement le développement et la mise en place d'une méthode mais aussi la définition des hypothèses, des objectifs et des indicateurs clés qui permettront la bonne mise en place de l'appétence au risque afin que les attentes de chaque acteur et décisionnaire soient respectées.

# Conclusion

---

Dans le cadre du processus ORSA, une entreprise du secteur assurantiel doit définir son appétence au risque à partir de son profil de risque, et en cohérence avec sa stratégie commerciale. Le respect de cette appétence devient dès lors l'objectif et le cadre de la stratégie de l'entreprise, qu'elle doit décliner à des niveaux opérationnels. L'allocation de capital est donc une problématique cruciale dans la gestion efficace d'une entreprise.

Nous avons appliqué une méthode d'allocation de capital sur une compagnie d'assurance non-vie n'ayant pas développé de modèle interne. Pour cela, nous avons développé un modèle de projection simple de l'activité d'une entreprise d'assurance non-vie. Il a ensuite été nécessaire de définir puis de « descendre » l'appétence au risque aux niveaux opérationnels, ce que nous avons réalisé à l'aide d'une méthode de Shapley, pour déterminer les enveloppes de risques tolérées pour chaque module (marché, souscription, défaut). La seconde étape a consisté en le choix de méthodes et de critères afin d'optimiser certains indicateurs (résultat, SCR, etc.) par module, dans le respect des contraintes de SCR imposées par les enveloppes d'appétence au risque.

Il en résulte une allocation stratégique d'actifs, une allocation de primes et un taux de rétention optimaux en sens des critères que nous avons sélectionnés (maximum de résultat sous contrainte de SCR pour les modules marché et défaut, maximum de ratio de rentabilité du risque pour le module souscription). Cette réallocation a permis à l'entreprise d'augmenter ses résultats, dans une limite de SCR prédéfinie.

Nous nous sommes cependant confrontés à certaines limites lors de notre étude. En effet, certaines méthodes d'allocation sont applicables seulement lorsque le modèle dispose de caractéristiques spécifiques. Ainsi, d'autres méthodes d'allocation pourront être utilisées dès lors que le modèle dispose d'une fonction ALM par exemple. Cela pourra, à l'avenir, constituer une des difficultés à laquelle les assureurs seront confrontés. Notre modèle simpliste modélise une allocation optimale de l'actif en maximisant le résultat sous contrainte d'un montant global de SCR mais sans contrainte ALM.

De plus, nous avons observé une forte sensibilité des résultats envers les hypothèses ainsi que le choix des critères, ce qui met en avant le fait que les enjeux de l'appétence au risque ne sont pas seulement techniques mais aussi liés à sa définition. En effet, à la lumière de notre étude, il semble que la détermination des seuils d'appétence au risque (qui influencent donc l'allocation de risques sur les modules) modifie de manière significative les résultats d'allocation ; en effet, la performance (ou le rendement) semble très fortement corrélée à l'enveloppe de risque affectée. La question du rôle du choix de la méthode n'est ainsi pas la seule difficulté à laquelle les entreprises qui intègrent l'appétence au risque dans leur processus de pilotage sont donc confrontées : la définition des seuils et des hypothèses, dans le respect des objectifs de développement fixés, est primordiale.

Une fois définie, l'appétence doit être déclinée sous chaque module de risque ou chaque acteur. Nous avons défini un certain nombre d'indicateurs qui semblent pertinents pour le suivi de l'appétence. Malgré cela, si l'on ne décline pas ces indicateurs par sous-module, cela laisse une liberté trop forte à chaque acteur, qui peut selon sa propre appétence au risque modifier le profil

de risque ou la stratégie de l'entreprise. La déclinaison de ces indicateurs sera aussi un des enjeux des entreprises.



# Annexe 1 : Méthode Chain Ladder

La méthode de Chain Ladder est un modèle de développement par cadences, qui repose sur le triangle des montants cumulés. Prenons un triangle de dimension  $n \times n$  de montants cumulés, avec en ligne les années de survenance, et en colonne les années de règlement en nombre d'années depuis la survenance  $N$ .

La charge de sinistres survenus durant l'année  $N$  et payée jusqu'à l'année  $N+i$  est notée  $X_{N,i}$ . Le facteur de développement de sinistre de l'année de règlement  $i$  à  $i+1$  est noté  $C_i$ .

Années de survenance	Années de règlements					
	1	2	...	...	N-1	N
1	$X_{(1,1)}$	$X_{(1,2)}$	...	...	$X_{(1,N-1)}$	$X_{(1,N)}$
2	$X_{(2,1)}$	$X_{(2,2)}$	...	...	$X_{(2,N-1)}$	
...	...	...	...	...		
...	...	...	...			
N-1	$X_{(N-1,1)}$	$X_{(2,N-1)}$				
N	$X_{(N,1)}$					

Ainsi, pour l'année de règlement 2, le coefficient de règlement est  $C_1$ .

Le but de la méthode Chain Ladder est d'estimer la partie inférieure du triangle de montants cumulés, soit l'ensemble des montants sous la diagonale qui correspond au premier règlement des sinistres (survenus la même année).

Cette méthode statistique est basée sur les cadences de règlements et s'appuie sur les deux hypothèses qui suivent :

Les facteurs de développement sont indépendants de l'année de survenance des sinistres

Les règlements de sinistres sont stables

De fait, il est possible d'estimer les coefficients de passage grâce à la moyenne pondérée de la charge sinistre, comme le présente la formule suivante :

$$\widehat{C}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n-j} X_{i,j+1}}{\sum_{i=1}^{n-j} X_{i,j}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-j} X_{i,j} * C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{n-j} X_{i,j}} \text{ pour } j = 1, \dots, n-1$$

Les estimateurs obtenus sont donc sans biais et non corrélés.

Afin d'estimer les valeurs de la partie inférieure du triangle de liquidation, la méthode suivante est appliquée :

$$\widehat{X}_{i,j} = \widehat{C}_{j+1} \cdot \widehat{C}_{j+2} \cdot \dots \cdot \widehat{C}_{n+1-i} * X_{i,n+1-i}$$

Afin de calculer le montant de la provision pour sinistre à Payer, il suffit de soustraire aux montants estimés dans la dernière colonne du triangle de liquidation les derniers montants connus (ceux de la diagonale).

# Annexe 2 : Figures

---

*Figure 1 : Passage du bilan Solvabilité 1 au bilan Solvabilité 2*

*Figure 2 : Les Trois piliers de la directive Solvabilité 2*

*Figure 3 : Organigramme de calcul du SCR*

*Figure 4 : Le processus ORSA dans la Directive Solvabilité 2*

*Figure 5 : Du SCR au capital ORSA*

*Figure 6 : Répartition des responsabilités dans l'intégration du processus d'appétence au risque*

*Figure 7 : L'appétence au risque, une vision stratégique top-down de gestion d'entreprise*

*Figure 8 : Vieillesse des obligations*

*Figure 9 : Mécanisme d'investissement et de désinvestissement*

*Figure 10 : Rentabilité future de l'entreprise*

*Figure 11: SCR et répartition du SCR de l'entreprise pour 15 millions d'euros de primes*

*Figure 12 : SCR, fonds propres économiques et ratios de couverture*

*Figure 13 : Projection des S/P selon les scénarios stressés d'écoulement*

*Figure 14 : Descente de l'appétence au risque*

# Annexe 3 : Tableaux

---

Tableau 1 : Chocs à la hausse et à la baisse sur le taux d'intérêt

Tableau 2 : *F*hausse en fonction des notations et des maturités des obligations

Tableau 3 : matrice de corrélation des éléments de marché

Tableau 4 : Ecart-types par branche d'activité pour les risques de primes et de réserves

Tableau 5 : Matrice de corrélation des branches d'activité

Tableau 6 : Matrice de corrélation des risques non-vie

Tableau 7 : Hypothèses d'écoulement des sinistres

Tableau 8 : Hypothèses de rendement d'actifs

Tableau 9 : Allocations d'actifs cible en valeur de marché et en valeur comptable

Tableau 10 : Bilan comptable simplifié de l'entreprise fictive

Tableau 11 : Compte de résultat de l'entreprise

Tableau 12 : Bilan économique prospectif de l'entreprise

Tableau 13 : Hypothèses du calcul du capital ORSA

Tableau 14 : Résultats du calcul du capital ORSA

Tableau 15 : Exigences réglementaires de l'entreprise

Tableau 16 : montant de SCR par sous-module de risque

Tableau 17 : Niveaux de S/P entraînant la faillite de l'entreprise (fonds propres négatifs)

Tableau 18 : Niveaux de S/P entraînant l'intervention du superviseur (ratio de couverture à 100%)

Tableau 19 : Chocs de primes pour ne pas respecter l'appétence au risque en 2012

Tableau 20 : Chocs de sinistralité appliqués aux S/P par année et par LOB, toute autre hypothèse (initiale) restant égale par ailleurs

Tableau 21 : Scénarios de réassurance pour lesquels l'appétence au risque n'est pas respectée

Tableau 22 : Valeurs de SCR et BSCR selon le ratio de couverture cible

Tableau 23 : Répartition du risque selon les modules

Tableau 24 : Limites opérationnelles de SCR par module

Tableau 25 : Répartition du risque selon les modules – sensibilité LOB 1

Tableau 26 : Répartition du risque selon les modules – sensibilité LOB 3

Tableau 27 : Allocation stratégique d'actifs cible

Tableau 28 : Sensibilités de l'allocation stratégique d'actifs

Tableau 29 : Allocation de primes, SCR et résultat via le premier critère (en k€)

Tableau 30 : Allocation de primes, SCR et résultat via le second critère (en k€)

Tableau 31 : Allocation de primes, SCR et résultat via le troisième critère (en k€)

Tableau 32: Poids de Shapley par LOB pour le résultat

Tableau 33 : Allocation de primes, SCR et résultat via le quatrième critère (en k€)

Tableau 34 : Allocation de primes, SCR et résultat via le premier critère – Choc LOB 1 (en k€)

Tableau 35 : Allocation de primes, SCR et résultat via le premier critère – LOB 3 (en k€)

Tableau 36 : Allocation de primes, SCR et résultat via le deuxième critère (en k€)

Tableau 37 : Taux de rétention par LOB – premier critère

Tableau 38 : Performance du résultat au risque défaut – premier critère

Tableau 39 : Sensibilité de l'allocation de réassurance aux commissions

Tableau 40 : Taux de rétention par LOB – première méthode (2)

Tableau 41 : Performance du résultat au risque défaut – quatrième critère

Tableau 42 : Bilan comptable simplifié après allocation

Tableau 43 : Compte de résultat de l'entreprise

Tableau 44 : Bilan économique prospectif de l'entreprise

Tableau 45 : Exigences réglementaires de l'entreprise

Tableau 46 : Pondération des modules en scenario central et minimisation de SCR

# Bibliographie :

---

*Agrégation des risques et allocation de capital sous Solvabilité II*, Sophie Décupère, 2011

*Annexes to the Technical Specifications for the S2 valuation and SCR calculations Part I*, EIOPA, 18 October 2012

*Appétence au risque : intégration au pilotage d'une société d'assurance*, Pierre Théron, Pierre Valade, 2010

*Appétit pour le risque et gestion stratégique d'une société d'assurance non-vie*, Xavier Agenos, 2006

*Capital Allocation Survey with Commentary*, Venter G.G., 2004

*Final Report on Public Consultation No 11/008 on the Proposal for Guidelines on Own Risk and Solvency Assessment*, EIOPA, 9 July 2012

*L'ORSA, mise en place d'un dispositif de gestion des risques en assurance non-vie*, Alban Marsoin, 2011

*Marginalisme et valeur de Shapley*, Amandine Ghintran, 19 mai 2010

*Mesures de risque et allocation de capital*, Jean-Christophe Bouëtté, Jean-François Chassagneux, 2005

*Méthodes financières et allocation d'actifs en assurance*, Norbert Gautron, Frédéric Planchet, Pierre Therond,

*Pilotage stratégique et appétence au risque sous Solvabilité 2, application dans le cadre d'une société d'assurance vie*, Pauline Laparra, 15 février 2011

*Point d'avancement du groupe de travail de l'Institut des Actuaire sur l'ORSA*, Institut des Actuaire

*Technical Specifications for the S2 valuation and SCR calculations Part I*, EIOPA, 18 October 2012