

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

le _____

Par : Cyrine Gharbi

Titre: Appétence au risque : Quel cadre de prise de risque pour quelle stratégie ?

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

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

*Membre présent du jury de l'Institut
des Actuares :*

Signature : Entreprise :

Nom :  Conseil - Audit - Formation en Actuariat

Signature :

*Membres présents du jury du Master
Actuariat de Dauphine :*

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : David Fitouchi

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 :

Bibliothèque :

Signature du candidat :

Remerciements

En premier lieu, je souhaite remercier l'ensemble des équipes du cabinet Actuelia. En effet, je leur suis reconnaissante de leur disponibilité et leurs efforts qui ont rendu mon stage très agréable.

Je remercie particulièrement MM. David Fitouchi et Frank Boukobza pour m'avoir accueillie au sein de leur entreprise, pour leur amabilité et leur aide ainsi que pour leur bienveillance. Je remercie également M. Louis-Anselme de Lamaze pour son sérieux et sa bonne humeur. Je tiens également à remercier MM. Ma, Martin, Cohen et Mme Piat pour leurs conseils techniques et leurs relectures attentives.

J'adresse évidemment un remerciement à mes co-stagiaires Mme. Lucie Mazzolini et M. Kevin Teboul qui m'ont accompagnée et soutenue dans ce parcours qu'est le stage de fin d'étude.

Je souhaite également remercier M. Christophe Dutang, mon tuteur universitaire, et M. Pierre Cardaliaguet, responsable du master Actuariat, pour leur relecture et leurs conseils avisés. Je remercie également l'ensemble des équipes pédagogiques de l'Université Paris-Dauphine.

Enfin, je souhaite remercier mes parents qui ont toujours été à mes côtés, tout au long de mon cursus scolaire.

Résumé

Depuis le 1^{er} janvier 2016, les organismes d'assurance sont soumis à la Directive Européenne : Solvabilité 2. Afin d'être conforme à cette nouvelle réglementation, les organismes ont dû mettre en place de nouvelles structures organisationnelles et instaurer un système de gouvernance des risques adapté aux exigences de la Directive. Si l'année 2017 permet de rendre compte des premiers résultats, elle permet également de souligner les questions sur lesquelles les organismes se prononcent peu. La notion d'appétence au risque apparaît ainsi très peu détaillée dans les rapports à destination du public diffusés en mai dernier.

Dans sa communication sur ses attentes en termes d'appétit au risque, l'ACPR rappelle qu'elle attend des organes de supervision de gestion, ou de contrôle des organismes qu'ils définissent eux-mêmes leur appétence. En effet, si cette notion peut se définir de manière générale comme le niveau et le type de risque global qu'une compagnie est prête à assumer pour ses expositions et activités étant donné ses objectifs, c'est à chaque organisme de décider de ses indicateurs. Une fois cette appétence globale déterminée, elle doit être déclinée au sein de la compagnie et cela à plusieurs niveaux afin de permettre aux différentes parties prenantes de connaître le périmètre dans lequel elles sont autorisées à agir.

A ce jour, peu d'acteurs ont réussi à objectiver quantitativement une appétence au risque et sa déclinaison. Et pourtant, ce sujet est au cœur des processus de décisions stratégiques d'un organisme et du modèle d'allocation du capital. Le présent mémoire proposera une méthode pour déterminer la déclinaison optimale de l'appétence au risque et cela en s'alignant aux objectifs et à la stratégie de l'organisme.

En premier lieu nous rappellerons le cadre réglementaire en faisant le bilan et la critique des travaux effectués au bout d'un an d'application de la directive. La définition d'appétence sera également abordée afin de mieux comprendre son implication dans l'activité opérationnelle d'un organisme d'assurance.

Dans un second temps, nous proposerons des méthodes pour déterminer l'appétence au risque global d'un organisme d'assurance non-vie, puis nous mettrons en œuvre des approches « Top-Down » afin de décliner cette appétence au sein des différents sous-modules de risques.

Enfin, dans un dernier temps, nous testerons la sensibilité de la méthodologie développée aux prises de décisions des administrateurs.

Mots clés : Appétence au risque, Solvabilité II, Formule Standard, SCR, QIS 4, Value At Risk, Règlement Délégué, EIOPA, Déclinaison de l'appétence.

Abstract

Since the 1st of January 2016, insurance companies have been subject to the European Directive: Solvency 2. In order to comply with this new regulation, insurance organizations have had to set up new organizational structures and establish a system of risk governance adapted to the requirements of the Directive. While the year 2017 allows the report of the first results, it also highlights issues on which organizations have not much communicated. The notion of risk appetite thus does not always appear in the reports sent to the public in May.

In its communication on its expectations in terms of risk appetite, the ACPR recalls that it expects the administrative, management and supervisory body to define its own risk appetite. Indeed, while this notion can generally be defined as the level and type of overall risk that a company is willing to assume for its exhibitions and activities given its objectives, it is up to each organization to decide on its indicators. Once this global risk appetite has been determined, it must be allocated within the company at several levels in order to allow the various stakeholders to know the perimeter in which they are authorized to act.

Nowadays, few players have succeeded in quantitatively objectifying risk appetite and its allocation. Yet this is at the heart of an organization's strategic decision-making processes and the capital allocation model. This dissertation will propose a method for determining the optimal allocation of risk appetite, in line with the objectives and strategy of the organization.

At first, we will recall the regulatory framework by reviewing and criticizing the work carried out after one year of application of the Directive. The definition of risk appetite will also be discussed in order to better understand its involvement in the operational activity of an insurance company.

Secondly, we will propose methods to determine the overall risk appetite of a non-life insurance organization, and then we will implement a "Top-Down" approach to allocate this risk appetite within the different sub-modules of risks.

Finally, we will test the sensitivity of the methodology developed to the decision-making of the directors.

Key words: Risk Appetite, Solvency II, Standard Formula, SCR, QIS 4, Value At Risk, Delegated Regulation, EIOPA, Capital Allocation.

Note de synthèse

L'appétence au risque peut se définir comme le niveau de risque global qu'un organisme accepte de prendre au vu du développement de son activité. Elle va donc en partie dépendre des exigences en capitaux relatifs aux différents risques auxquels est soumis l'organisme.

Le premier enjeu de cette étude est de proposer une formulation de l'appétence au risque globale et d'en faire un outil d'aide à la décision. Pour cela, une métrique a été choisie. La métrique utilisée est la Value at Risk à 10% du résultat à horizon 1 an du fait qu'elle renvoie à un risque décennal plus parlant. Nous avons décidé de nous positionner sur un risque décennal ou avec une probabilité d'une chance sur dix parce qu'un conseil d'administration admet une durée de vie d'environ dix ans et que cette échelle est donc plus parlante.

Une fois ce montant global d'appétence déterminé, le second enjeu du mémoire est de l'allouer entre les différents risques. Pour cela, des méthodes d'allocation ont été mises en œuvre afin de répondre à certains objectifs tels que privilégier un bénéfice de diversification, une recherche de résultat financier, un volume d'affaires cible, etc.

Méthodologie

Dans la suite de nos travaux, nous introduisons deux notions afin de faciliter la définition et la mise en œuvre de l'appétence au risque : « l'appétence intrinsèque » et « l'appétence déclarée ».

L'appétence intrinsèque peut se définir comme la perte qu'un organisme devrait assumer en gardant sa stratégie actuelle qui prend en compte seulement les risques prévus dans le scénario central.

L'appétence déclarée est la perte maximale que l'organisme peut assumer dans le cas où il souhaiterait dévier de sa stratégie actuelle et donc du scénario central. Il s'agit aussi du montant qui sera acté par le conseil d'administration de l'organisme.

- *Calcul de l'appétence intrinsèque à l'organisme*

Le SCR étant une VaR de niveau 0,5 % à horizon 1 an, il s'agit alors de déterminer la VaR de niveau 10 % à horizon 1 an. L'approche proposée permettant de déterminer une appétence de la taille du scénario décennal se base sur une distribution des résultats afin de modéliser le quantile d'un scénario décennal. Afin d'obtenir la valeur du niveau d'appétence au risque, une hypothèse de log-normalité a été émise sur la distribution des résultats de l'organisme.

Les résultats d'un organisme sont distribués de façon asymétrique. En effet, les pertes générées par un organisme peuvent être infinies contrairement aux gains qui sont en général limités. Une loi normale étant symétrique, son utilisation n'aurait pas été appropriée. C'est pour cela qu'une loi log-normale a été retenue.

La distribution des résultats est d'abord décalée puis inversée afin de pouvoir obtenir une distribution qui suit une loi log-normale.

Disposant du quantile à 50 % (le résultat attendu avant impôts) et du quantile à 0,5 % (le résultat avec une perte exceptionnelle du BGS), les paramètres de la loi log-normale peuvent alors être déterminés.

La perte exceptionnelle survenant avec une chance sur dix est alors obtenue en déterminant le quantile à 10% de cette loi. Nous disposons à présent du montant d'appétence intrinsèque de l'organisme.

- *Calcul de l'appétence déclarée par l'organisme*

L'appétence intrinsèque prend en compte uniquement les risques prévus dans le scénario central. Retenir l'appétence intrinsèque engendrerait des difficultés opérationnelles, car l'organisme ne pourrait en aucun cas dévier de sa stratégie actuelle et donc son scénario central. Par conséquent, il est important de disposer d'une « marge de manœuvre ».

Afin de déterminer cette marge de manœuvre, il serait mis en place trois scénarios stratégiques, variantes du scénario central le business plan de l'organisme.

Ces variantes sont des scénarios qui permettront de délimiter une marge de manœuvre à ajouter à l'appétence intrinsèque.

L'appétence déclarée est obtenue en sélectionnant le scénario stratégique ayant la plus grande appétence intrinsèque.

- *Déclinaison de l'appétence déclarée par l'organisme*

Dès lors que le montant d'appétence globale a été calculé, il pourrait être décliné au sein des différents modules de risques. Cela permettrait aux différentes parties prenantes de connaître leur périmètre d'action.

Dans le cadre de cette étude, nous proposerons trois méthodes de déclinaison.

La première méthode sera une déclinaison par optimisation du résultat net. Cette méthode est intéressante lorsque l'organisme a pour stratégie d'améliorer sa rentabilité tout en respectant son appétence. Le but de cette méthode est de proposer à un organisme une autre allocation que celle du scénario central qui optimiserait son résultat au 31/12/2018 tout en respectant son appétence globale. Nous déterminons l'allocation qui maximiserait le résultat de 2018 et celle qui le minimiserait. Ensuite, nous parcourons l'intervalle [Min Résultat₂₀₁₈ , Max Résultat₂₀₁₈] par pas de 1%. Pour chacun des résultats est obtenue une allocation spécifique qui permettrait de l'atteindre. Au final, nous disposons de 101 scénarios possibles en vision centrale. Enfin, nous procédons selon 5 étapes afin de choisir les scénarios les plus pertinents.

La seconde méthode sera une déclinaison par optimisation du résultat net tout en maximisant le ratio de couverture. Cette méthode est intéressante lorsque l'organisme accorde une grande importance à son ratio de couverture. Pour cela, nous appliquons le même cheminement que la méthode précédente de déclinaison par optimisation du résultat. Néanmoins, pour chacun des résultats est obtenue une allocation spécifique qui permettrait de l'atteindre tout en maximisant le ratio

de couverture SCR. Enfin, nous procédons selon les 5 mêmes étapes afin de choisir les scénarios les plus pertinents.

La dernière méthode sera une déclinaison par optimisation du gain de diversification. La diversification étant la différence entre la somme des SCR et leur agrégation, le but de cette méthode est de proposer à un organisme une autre allocation qui optimiserait la diversification d'un SCR cible tout en respectant l'appétence globale. Nous déterminons l'allocation qui maximiserait la diversification de 2018 et celle qui la minimiserait. Ensuite, Nous appliquerons le même cheminement que les méthodes précédentes.

Ainsi, nous avons pu formuler l'appétence au risque d'un organisme et proposer des méthodes de déclinaison.

Résultats

Les analyses et les résultats que nous avons proposés dans le cadre de ce mémoire sont basés sur une mutuelle Santé « Mutélia » dont les données ont été anonymisées.

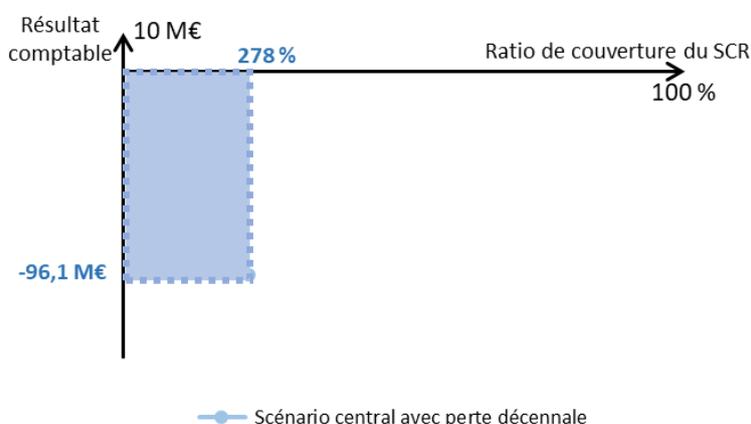
- *Résultat de l'appétence intrinsèque à l'organisme*

Les résultats suivants sont obtenus :

Résultat espéré au 31/12/2018 (Quantile à 50%)		50,4 M€
Résultat Bi-Centennal au 31/12/2017 (Quantile à 0,5%)		-244,2 M€
Paramètres de la loi log-normale	<i>Moyenne</i>	11,8
	<i>Ecart-type</i>	0,1%
Décalage		127 495
Quantile à 0,5% calculé		-244,2 M€
Quantile à 10%		-96,1 M€

Ainsi, la mutuelle a déterminé la perte exceptionnelle correspondant à un risque décennal égale à 146.5 M€. Le résultat net comptable avec une chance sur dix en 2018 est donc égale à -96,1 M€ (quantile à 10%).

Les résultats peuvent être modélisés sous forme de rectangle réunissant les deux indicateurs de l'appétence :



L'appétence intrinsèque de la mutuelle correspond à une exposition d'une chance sur 10 à :

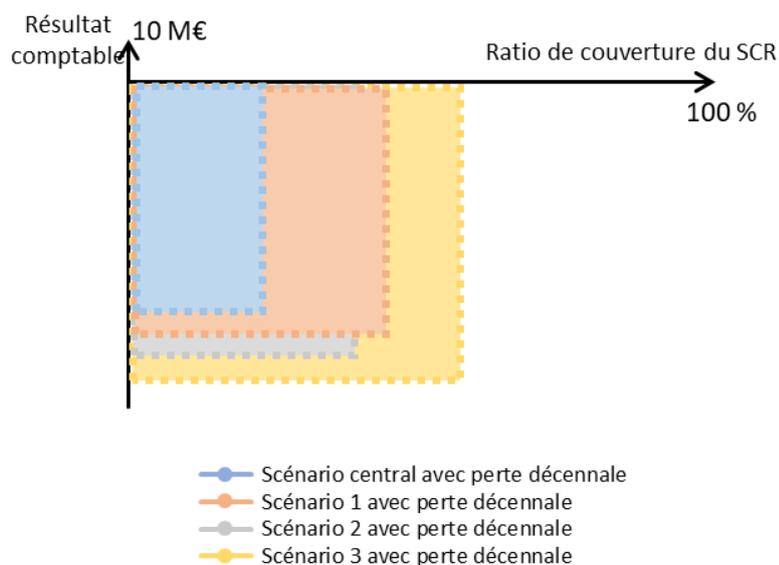
- Un résultat net comptable de -96.1 M€ au 31/12/2018
- Un ratio de couverture de 278% au 31/12/2018

- *Résultat de l'appétence déclarée par l'organisme*

Trois scénarios stratégiques, variantes du scénario central, seront appliqués afin de déterminer l'appétence déclarée :

- Scénario 1 : Réallocation de 10% des Obligations d'entreprises en Actions Cotées.
- Scénario 2 : La mise en place d'un nouveau contrat collectif impliquant la hausse du chiffre d'affaires des contrats « Collectif 1 » de Mutélia de 27 %.
- Scénario 3 : La combinaison des scénarios 1 et 2.

En regroupant ces trois variantes ainsi que le scénario central, il est constaté que le scénario 3 est le plus large en vision perte décennale en 2018. En effet, les résultats suivants sont obtenus :



- *Résultat de la déclinaison de l'appétence*

Nous présentons uniquement les résultats de la déclinaison par optimisation du résultat. Deux stratégies se distinguent. Nous les appellerons solution 1 et solution 2.

	31/12/2017
Actions cotées	10,2%
Actions non cotées	11,9%
Obligations Etats	0,5%
Obligations Entreprises	45,4%
Monétaires	8,9%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	265,02 M€
Evolution	3%

Allocation d'actifs de la solution 1

	31/12/2017
Actions cotées	0,0%
Actions non cotées	1,2%
Obligations Etats	8,5%
Obligations Entreprises	55,2%
Monétaires	12,0%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	273,85 M€
Evolution	6%

Allocation d'actifs de la solution 2

Pour la solution 1, il est constaté qu'une grande partie de la marge de manœuvre est allouée aux actions puisque celles-ci sont plus rentables que les obligations et les contrats collectifs. Le SCR Marché est de 194,9 M€. La mutuelle peut se permettre cette allocation puisque ce scénario respecte parfaitement l'appétence de la mutuelle et lui permet d'avoir un meilleur résultat au 31/12/2018.

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	35,3 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	268%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	272%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	157,3 M€
SCR Marché	194,9 M€
SCR Contrepartie	18,3 M€
BSCR	286,3 M€
SCR Opérationnel	29,2 M€

SCR au 31/12/2017	315,5 M€
-------------------	----------

Résultats prudentiels de la solution 1

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	32,6 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	321%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	324%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	158,9 M€
SCR Marché	126,0 M€
SCR Contrepartie	18,3 M€
BSCR	233,2 M€
SCR Opérationnel	29,4 M€

SCR au 31/12/2017	262,7 M€
-------------------	----------

Résultats prudentiels de la solution 2

Pour obtenir la solution 2, nous avons accordé une importance au ratio de solvabilité en plus du résultat. La stratégie retenue est alors moins risquée. En effet, au sein du module Marché, l'allocation en obligations augmente. Cela s'explique par le fait que les obligations sont moins risquées que les actions et donc moins coûteuses en solvabilité. Une petite partie de la marge de manœuvre est allouée au chiffre d'affaires du collectif puisque celui-ci augmente. Le résultat est certes moindre que celui de la solution 1 (3 M€ de différence), mais le ratio est supérieur de 50 points.

Mots clés : Appétence au risque, Solvabilité II, Ratio de couverture SCR, Formule Standard, SCR, QIS 4, Value At Risk, Règlement Délégué, EIOPA, Déclinaison de l'appétence.

Executive summary

Risk appetite can be defined as the overall level of risk that an organization accepts in view of the development of its activity. It will therefore depend in part on the capital requirements for the different risks to which the organization is subject.

The first challenge of this study is to propose a formulation of risk appetite and to make it a decision-making tool. For this, a metric was chosen. The metric used is Value at Risk at 10% of the income over 1 year as it refers to a 10-year risk. We decided to position ourselves on a 10-year risk or with a probability of one chance in ten because a board of directors admits a life span of about ten years and this scale is therefore more meaningful.

Once this overall amount of risk appetite has been determined, the second challenge of the study is to allocate it between the various risks. For this purpose, allocation methods have been implemented in order to meet certain objectives, such as diversification, profit or loss, target volume of business, etc.

Methodology

In the remainder of our work, we introduce two notions to facilitate the definition and implementation of risk appetite: "intrinsic risk appetite" and "declared risk appetite".

Intrinsic risk appetite can be defined as the loss that an insurance organization should assume by keeping its current strategy that takes into account only the risks envisaged in the central scenario.

The declared risk appetite is the maximum loss that the organism can assume if it wishes to deviate from its current strategy and therefore from the central scenario. It is also the amount that will be declared by the Board of Directors of the organization.

- *Computation of the intrinsic risk appetite*

Since the SCR is a 0.5% VaR at 1 year horizon, it is then necessary to determine the 10% level VaR over 1 year horizon. The proposed approach to determine the desirable size of the ten-year scenario is based on a distribution of the results in order to model the quantile of a decadal scenario. In order to obtain the value of the risk appetite level, a log-normality hypothesis was given on the distribution of the results of the organism.

The results of an organism are distributed asymmetrically. Indeed, the losses generated by an organism can be infinite unlike gains that are generally limited. A normal law being symmetrical, its use would not have been appropriate. This is why a log-normal law has been adopted.

The distribution of the results is first shifted and then reversed in order to obtain a distribution that follows a log-normal distribution.

With the quantile at 50% (the expected income before taxes) and the quantile at 0.5% (the expected income with the BGS as an exceptional loss), the parameters of the log-normal law can then be determined.

The exceptional loss occurring with one chance in ten is then obtained by determining the quantile at 10% of this law. We now have the amount of intrinsic risk appetite of the organization.

- *Computation of the risk appetite declared by the administration board*

Intrinsic risk appetite takes into account only the risks provided in the central scenario. Retaining only the intrinsic risk appetite would create operational difficulties, as the organization could not deviate from its current strategy and then its central scenario. Therefore, it is important to have a "flexibility margin".

In order to determine this flexibility margin, three strategic scenarios would be implemented.

These scenarios will allow to delimit a flexibility margin to add to the intrinsic risk appetite.

The declared risk appetite is obtained by selecting the strategic scenario with the greatest intrinsic risk appetite.

- *Allocation of the risk appetite*

Once the aggregate amount of risk appetite has been calculated, it could be allocated into the various risk modules. This would allow the various stakeholders to know their scope of action.

In this study, we propose three methods of allocation.

The first method will be an allocation by optimization of the net income. This method is interesting when the organization has as goal to improve its profits while respecting its risk appetite. The aim of this method is to propose an allocation to an organization other than that of the central scenario and which would optimize its income on 31/12/2018 while respecting its overall risk appetite. We determine which allocation would maximize the 2018 income and which would minimize it. Then we run through the interval [Min Income2018, Max Income2018] in steps of 1%. For each of the results a specific allocation that would achieve it is obtained. At the end, we have 101 possible scenarios in central vision. Finally, we will proceed in 5 steps to choose the most relevant scenarios.

The second method will be an allocation by optimizing the net income while maximizing the coverage ratio. This method is useful when the organization attaches great importance to its coverage ratio. To do this, we apply the same path as the previous method of allocation by optimizing the income. Nevertheless, for each of the results a specific asset allocation, that would achieve it while maximizing the Solvency II ratio, is obtained. Finally, we will proceed in the same 5 steps to select the most relevant scenarios.

The last method will be an allocation by optimizing the diversification gain. Since diversification is the difference between the sum of SCRs and their aggregation, the aim of this method is to propose another allocation that would optimize the diversification of a target SCR while respecting the overall risk appetite. We determine the asset allocation that would maximize the diversification and minimize it. Then we will apply the same path as the previous methods.

Thus, we were able to formulate the risk appetite of an organism and propose methods of allocation.

Results

The analysis and the results that we will propose in this dissertation are based on an anonymized health mutual that we will call "Mutélia".

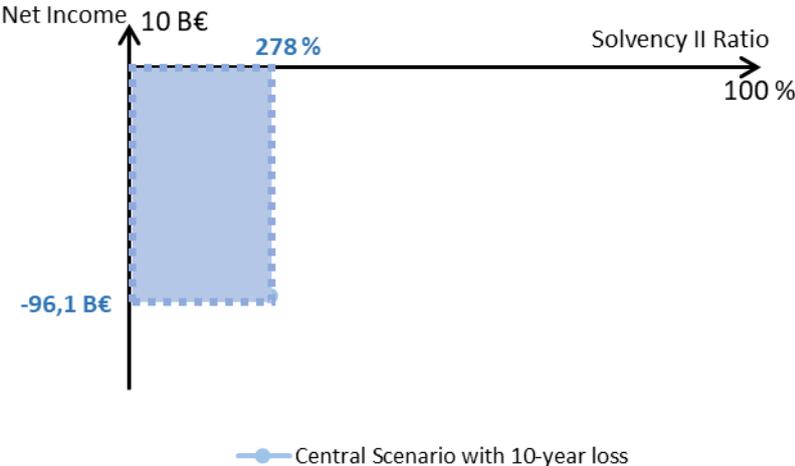
- *Result of the intrinsic risk appetite*

The following results are obtained:

Expected income at 31/12/2018 (50% quantile)		50,4 M€
200-year income at 31/12/2017 (0,5% quantile)		-244,2 M€
Log-normal low parameters	<i>Mean</i>	11,8
	<i>Standard deviation</i>	0,1%
Translation		127 495
0,5% quantile computed		-244,2 M€
10% quantile		-96,1 M€

Thus, the mutual determined the exceptional loss for a ten-year risk equal to 146.5 M€. The net income with one chance in ten in 2018 is thus equal to -96.1 M € (quantile to 10%).

The results can be modeled as a rectangle combining the two indicators of the risk appetite:



The intrinsic risk appetite of the mutual corresponds to an exposure of one chance in 10 to :

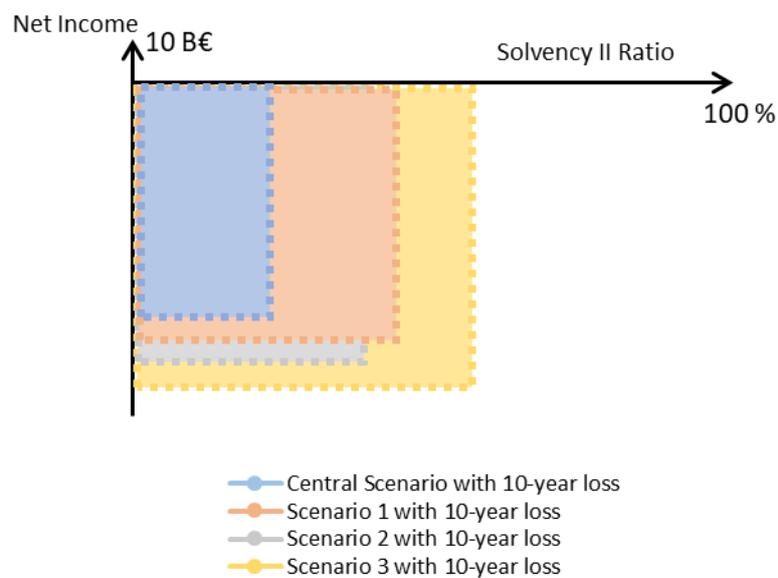
- An accounting net income of -96.1 M€ on the 31/12/2018
- A solvency II ratio of 278% on the 31/12/2018

- *Result of the declared risk appetite*

Three strategic scenarios, variants of the central scenario, will be applied in order to determine the declared risk appetite:

- Scenario 1 : Reallocation of 10% of Corporate Bonds into Shares.
- Scenario 2 : The implementation of a new collective contract involving an increase in the premiums of Mutélia's "Collectif 1" by 27%.
- Scenario 3 : The combination of scenarios 1 and 2.

By combining these three scenarios as well as the central scenario, it is found that Scenario 3 is the largest in decadal loss in 2018. The following results are obtained :



- *Result of the allocation of the risk appetite*

In this summary, we only present the results of the allocation by optimizing the net income (the first method). Two strategies stand out. We will call them solution 1 and solution 2.

	31/12/2017
Equity Type I	10,2%
Equity Type II	11,9%
Government bonds	0,5%
Corporate bonds	45,4%
Monetary	8,9%
Property	13,3%
Strategic participations	9,8%

Collectif 1 premium	265,02 M€
---------------------	-----------

Evolution 3%

Asset allocation of solution 1

	31/12/2017
Equity Type I	0,0%
Equity Type II	1,2%
Government bonds	8,5%
Corporate bonds	55,2%
Monetary	12,0%
Property	13,3%
Strategic participations	9,8%

Collectif 1 premium	273,85 M€
---------------------	-----------

Evolution 6%

Asset allocation of solution 2

Net income at 31/12/2018	35,3 M€
Solvency II Ratio at 31/12/2017	268%
Solvency II Ratio at 31/12/2018	272%

SCR informations at 31/12/2017	
SCR Life	2,0 M€
SCR Health	157,3 M€
SCR Market	194,9 M€
SCR Default	18,3 M€
BSCR	286,3 M€
SCR Operational	29,2 M€

SCR at 31/12/2017	315,5 M€
-------------------	----------

Prudential results of solution 1

Net income on 31/12/2018	32,6 M€
Solvency II Ratio on 31/12/2017	321%
Solvency II Ratio on 31/12/2018	324%

SCR informations on 31/12/2017	
SCR Life	2,0 M€
SCR Health	158,9 M€
SCR Market	126,0 M€
SCR Default	18,3 M€
BSCR	233,2 M€
SCR Operational	29,4 M€

SCR on 31/12/2017	262,7 M€
-------------------	----------

Prudential results of solution 2

It is found that much of the flexibility margin is allocated to equities because they are more profitable than bonds and collective contracts. The SCR Market is € 194.9 million. The mutual can afford this allocation since this scenario perfectly respects the risk appetite of the mutual and allows it to have a better income on 31/12/2018.

To obtain solution 2, we gave importance to the Solvency II ratio in addition to the income. The chosen strategy is then less risky. Indeed, within the Market module, the bond allocation is increasing. This is because bonds are less risky than equities and therefore less expensive in solvency. A small part of the margin of flexibility is allocated to the premium of the collective contracts since this one increases. The income is certainly less than that of solution 1 (3 M € less), but the ratio is 50 points higher.

Key words : Risk Appetite, Solvency II, Solvency II Ratio, Standard Formula, SCR, QIS 4, Value At Risk, Delegated Regulation, EIOPA, Capital Allocation.

Glossaire

ACPR : Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution

AMSB : Administrative Management or Supervisory Body

BSCR : Basic Solvency Capital Requirement

CA : Conseil d'Administration

EEE : Espace Economique Européen

EIOPA : European Insurance and Occupational Authority

GBP : Great British Pound

IPD : Investment Property Data

MCR : Minimum Capital Requirement

NSLT : Non Similar to Life Techniques

ORSA : Own Risk and Solvency Assessment

QIS : Quantitative Impact Study

QRT : Quantitative Reporting Templates

RSR : Regular Supervisory Report

SCR : Solvency Capital Requirement

SFCR : Solvency and Financial Conditions Report

SLT : Similar to Life Techniques

TVaR : Tail Value at Risk

VaR : Value at Risk

XBRL : eXtensible Business Reporting Language

Table des matières

Introduction	21
I - Solvabilité 2 : Un premier bilan un an après son entrée en vigueur	23
1. Premier retour d'expérience sur les exigences quantitatives	26
1.1 Objectifs du pilier 1	26
1.2 Rappel de la formule standard pour déterminer le SCR	27
2. De la gouvernance à l'ORSA : Une première année mouvementée	37
2.1 Objectifs du pilier 2	37
2.2 Bilan de la gouvernance au bout d'un an	37
2.3 Bilan de l'ORSA	38
3. Objectifs et bilan du pilier 3 : Analyse des premiers reportings	41
4. Qu'en est-il de l'appétence au risque sous Solvabilité II ?.....	43
II – L'appétence au risque : Formulation et déclinaison	44
1. Méthodologie de calcul de l'appétence	46
1.1 Méthodes de calcul du risque décennal.....	46
1.2 Détermination du BGS	50
1.3 Indicateurs d'appétence.....	58
2. Quelle déclinaison pour quelle stratégie ?.....	60
2.1 Optimisation du Résultat	60
2.2 Optimisation du Résultat et du Ratio de couverture	65
2.3 Optimisation de la diversification	67
3. Application à un cas pratique.....	69
3.1. Présentation générale de Mutélia.....	69
3.2. Calcul du BGS de Mutélia	73
3.3. Appétence intrinsèque à Mutélia.....	79
3.4. Appétence déclarée par Mutélia	81
3.5. Déclinaison de l'appétence par optimisation du résultat	85
3.6. Déclinaison de l'appétence par optimisation du résultat et du ratio.....	91
3.7. Déclinaison de l'appétence par optimisation de la diversification	95
III-Ajustement de l'appétence aux prises de décisions des administrateurs	98
1. Rappel des prises de décisions et des résultats développés en II.3.5	100
2. Impact des prises de décisions sur le modèle	103
2.1. Changement de la relation d'ordre	103
2.2. Les administrateurs accordent une priorité au résultat.....	104

2.3. Les administrateurs accordent la même importance à chaque année de projection.....	104
2.4. Les administrateurs accordent plus d'importance au moyen terme et donc à la dernière année de projection	105
2.5. Les administrateurs accordent une priorité au résultat ainsi que la même importance à chaque année de projection	105
3. Sensibilité du modèle aux hypothèses de rendements.....	106
3.1. Changement de l'intuition des administrateurs quant aux rendements des actions.....	106
3.2. Changement de l'intuition des administrateurs quant à l'évolution des S/P des contrats « Collectif 1 »	108
3.3. Changement de l'intuition des administrateurs quant à l'évolution des S/P des contrats « Collectif 1 » et des rendements des actions	112
3.4. Effet sur l'optimisation de la diversification d'une amélioration des S/P des contrats « Collectif 1 » et chute du marché des actions :.....	114
Conclusion et axes d'amélioration	116
Bibliographie.....	118
Annexes	120
Annexe 1 : La loi log-normale.....	120
Annexe 2 : Propriété sur la loi log-normale.....	121
Annexe 3 : Définition de la distance euclidienne	122
Annexe 4 : Définition du coefficient de détermination R^2	123
Annexe 5 : Vérification de l'hypothèse de l'indépendance des années de survenance (H1).....	124
Liste des tableaux	126
Liste des figures	128

Introduction

*« Vivre prudemment, sans prendre de risques, c'est risquer de ne pas vivre. »
Wladimir Wolf Gozin (écrivain et peintre français)*

Qu'êtes-vous prêt à perdre pour obtenir le résultat espéré ? Telle est la question qui pourrait définir la notion d'appétence au risque. Cette dernière se définit comme le risque à assumer pour atteindre ses buts.

Cependant, cette notion reste difficile d'appréhension dans le domaine de l'assurance. En effet, une assurance peut être vue comme un organisme qui protège ses adhérents contre certains dangers qu'ils risquent dans leur vie de tous les jours. Cela n'est autre qu'un transfert de risque de l'assuré vers l'assureur que l'on a tendance à oublier. Un organisme d'assurance est donc par essence un organisme prenant de risques.

Cette notion est aussi mal appréhendée, car elle renvoie à une idée d'appétit voire de « gourmandise ». Mais n'est-il pas normal d'avoir de l'appétit et de vouloir se satisfaire d'un besoin ? Dans le cadre d'un organisme d'assurance, ce besoin pourrait être un objectif précis.

Ce concept d'appétit au risque afin d'atteindre un ou des objectifs se retrouve dans des situations quotidiennes comme rouler en ville à 60 km/h au lieu des 50 km/h autorisés pour arriver à l'heure à sa réunion de travail. En effet, lorsqu'une personne est en excès de vitesse alors que cela lui est interdit, elle crée une prise de risque qui est inexistante au départ. Ce risque sera ou non accepté en fonction de ce que la réunion peut effectivement apporter. Autrement dit, la personne mesure alors le risque pris en fonction du gain potentiel qu'elle pourrait tirer pour prendre sa décision.

Sous la Directive Solvabilité II, l'appétence au risque doit donc être comprise comme la prise de risque assumée pour atteindre ses objectifs. Néanmoins, il n'existe pas de mesure réglementaire pour formaliser l'appétence et c'est bien là où réside la difficulté.

C'est dans ce contexte que j'ai effectué mon mémoire au sein du cabinet de conseil Actuelia. Le premier enjeu a été de proposer une formulation de l'appétence au risque globale et d'en faire un outil d'aide à la décision. Pour cela, une métrique a été choisie. La métrique utilisée est la Value at Risk à 10% du résultat à horizon 1 an du fait qu'elle renvoie à un risque décennal plus parlant.

Une fois ce montant global d'appétence déterminé, le second enjeu du mémoire s'est dessiné. Comment allouer ce montant entre les différents risques ? Pour cela, des méthodes d'allocation ont été mises en œuvre afin de répondre à certains objectifs tels que privilégier un bénéfice de diversification, une recherche de résultat financier, un volume d'affaires cible, etc.

Pour répondre aux objectifs soulevés, nous présenterons dans une première partie de ce mémoire, le cadre réglementaire prudentiel dans lequel les compagnies d'assurance doivent établir leurs états financiers. Dans une deuxième partie, nous mettrons d'abord en œuvre une méthodologie afin de formuler l'appétence au risque d'un organisme. Ensuite, nous établirons des méthodes de déclinaison en modules de risques tout en respectant les objectifs de l'organisme. Nous appliquerons ces méthodes à un cas pratique d'une mutuelle Santé Non-Vie tout en explicitant les limites rencontrées. Dans une dernière partie, nous testerons la sensibilité de la méthode de déclinaison établie aux prises de décisions des administrateurs.

I - Solvabilité 2 : Un premier bilan un an après son entrée en vigueur

Introduction de la partie :

Depuis le 1er janvier 2016, les organismes d'assurance sont soumis à la Directive Européenne : Solvabilité II. Afin de se conformer à cette nouvelle réglementation, les organismes ont dû mettre en place de nouvelles structures organisationnelles et instaurer un système de gouvernance des risques adapté aux exigences de la Directive.

Si les exercices préparatoires depuis 2009 ont été l'occasion de se préparer à la mise en place de la Directive, l'année 2016 marque officiellement le début des travaux sous Solvabilité II.

Le but de cette nouvelle réglementation est d'améliorer la gestion des risques au sein des organismes d'assurance en les incitant à étudier les risques réels auxquels ils sont confrontés d'une part et de rendre plus ferme le contrôle interne des entreprises d'assurance d'autre part. Rappelons que sous la précédente réglementation, Solvabilité I, l'aspect qualitatif étant délaissé puisqu'il n'y a aucune surveillance du contrôle interne.

De même, dans le cadre de Solvabilité I, l'aspect quantitatif pouvait apparaître comme incomplet étant donné que les actifs y étaient comptabilisés en valeur historique et que le risque de marché était faiblement considéré.

A contrario, Solvabilité II a fait du profil de risque et de son pilotage l'un des sujets principaux au sein des organismes d'assurance.

De plus, Solvabilité II permet à l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR) de mieux s'assurer de la solvabilité des compagnies d'assurances, mutuelles et instituts de prévoyance et ainsi d'assurer une meilleure protection des adhérents et un marché européen compétitif dans le secteur assurantiel.

Ainsi, les principaux objectifs de l'autorité européenne des assurances EIOPA, apparaissant dans la Directive sont les suivants :

- Harmonisation de la réforme dans tous les pays de l'Espace Economique Européen (EEE),
- Assurer une protection des assurés en renforçant la solvabilité des assureurs,
- Inciter les organismes d'assurance à une meilleure connaissance et gestion de leurs risques,
- Permettre aux autorités de contrôle une supervision plus facile.

Mais qu'en est-il réellement après un an ? Les objectifs visés ont-ils véritablement été atteints ?

Afin de répondre à ces questions, nous allons revenir successivement sur chacun des piliers sur lesquels repose la Directive :

- Pilier 1 : les exigences quantitatives,
- Pilier 2 : les exigences qualitatives et de supervision,
- Pilier 3 : les exigences d'informations

Pilier 1 Exigences quantitatives	Pilier 2 Exigences qualitatives et supervision	Pilier 3 Exigences d'informations
<p>Capital de Solvabilité (SCR)</p> <p>Minimum de capital requis (MCR)</p> <p>Harmonisation des provisions techniques</p> <p>Réglementation de gestion actif / passif</p>	<p>Gouvernance</p> <p>Risk management : identification et gestion des risques internes (garanties, options, réassurance, outils...)</p> <p>Contrôle interne</p> <p>Renforcement et organisation du contrôle, validation de conformité avec le pilier 1</p>	<p>Discipline de marché</p> <p>Transparence</p> <p>Réconciliation des reportings comptables et prudentiels</p> <p>Communication financière</p>

Figure 1 : Les trois piliers de Solvabilité II

Rappelons que les mesures relatives à Solvabilité II sont divisées en trois niveaux :

- Niveau 1 : les textes figurant explicitement dans la Directive.
- Niveau 2 : les textes du Règlement Délégué explicitant les méthodes techniques à mettre en œuvre pour respecter les mesures de Niveau 1.
- Niveau 3 : les textes d'orientations.

1. Premier retour d'expérience sur les exigences quantitatives

1.1 Objectifs du pilier 1

L'objectif principal du pilier 1 pour les organismes d'assurance est la mesure de leur capacité à respecter leurs engagements vis-à-vis des assurés : leur ratio de solvabilité. Il s'agit donc dans un premier temps pour les organismes d'assurance, de mesurer leur richesse. Pour atteindre ce premier objectif, le passage d'une vision historique vers une vision économique a lieu et cela au travers du bilan prudentiel (ou économique).

Le bilan prudentiel intègre principalement les ajustements suivants par rapport au bilan comptable :

- **Actifs en Valeur de Marché** : intégration des plus-values latentes.
- **Calcul des provisions techniques en Best Estimate** : les provisions techniques sont estimées sans prudence en prenant en compte la meilleure estimation des flux futurs de trésorerie de l'organisme.
- **Calcul de la Marge de Risque** : coût du transfert des engagements de l'assureur à un tiers assureur.
- **Intégration des Impôts Différés (ID)** : imposition sur les plus-values latentes et la prudence des provisions ou reconnaissance d'un crédit d'impôt.

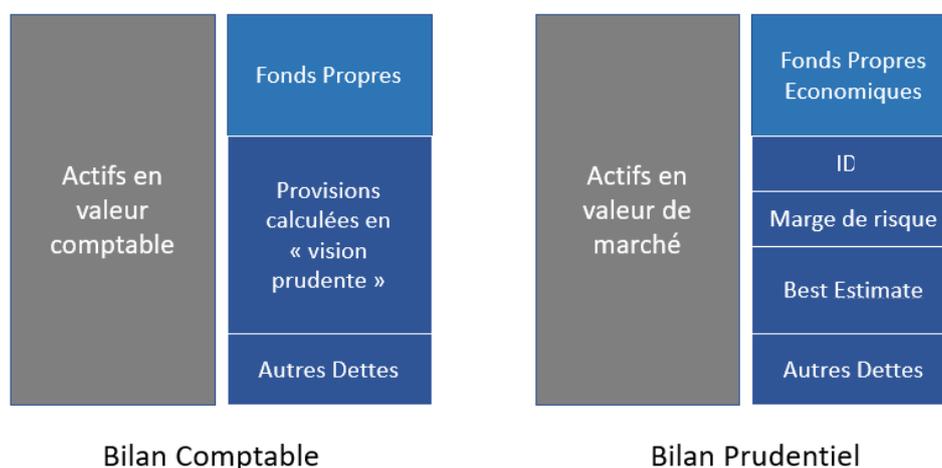


Figure 2 : Du bilan comptable au bilan économique

Le second objectif du pilier 1 étant la mesure du risque auquel est confronté l'organisme, il s'agit alors de mesurer des exigences en capitaux relatifs à ses Fonds Propres Economiques.

Deux seuils quantitatifs d'exigence en capitaux doivent ainsi être mesurés :

- **Le Capital de Solvabilité Requis (SCR** - Solvency Capital Requirement) : Niveau que le montant de Fonds Propres économiques doit excéder afin que l'organisme soit en mesure de respecter ses engagements dans le cas de survenance d'un risque bi-centennal¹. La contrainte réglementaire est respectée si le ratio Fonds Propres Economiques sur SCR est supérieur à 100%.
- **Le Minimum de Capital Requis (MCR** – Minimum Capital Requirement) : Montant minimum de fonds propres constituant le seuil déclencheur de l'intervention prudentielle la plus drastique, dès qu'il est franchi à la baisse.

1.2 Rappel de la formule standard pour déterminer le SCR

La plupart des organismes utilisent une formule standard calibrée au niveau Européen afin de mesurer le SCR. En effet, les organismes utilisant un modèle interne restent rares. Cela peut s'expliquer par les processus de candidatures et de pré-candidatures demandés aux organismes souhaitant en appliquer un.

Les premiers retours d'expérience de l'ACPR indiquent ainsi que seulement 4 Modèles internes ont été validés pour des groupes français, dont 2 groupes transfrontaliers avec une décision jointe européenne.

La formule standard appliquée par presque l'ensemble des acteurs français repose sur l'application de chocs instantanés. Il s'agit d'une approche par variation de la NAV (Actif Net Réévalué) qui correspond à la richesse de l'assureur. Le besoin de capital correspond alors à la variation de NAV après le choc.

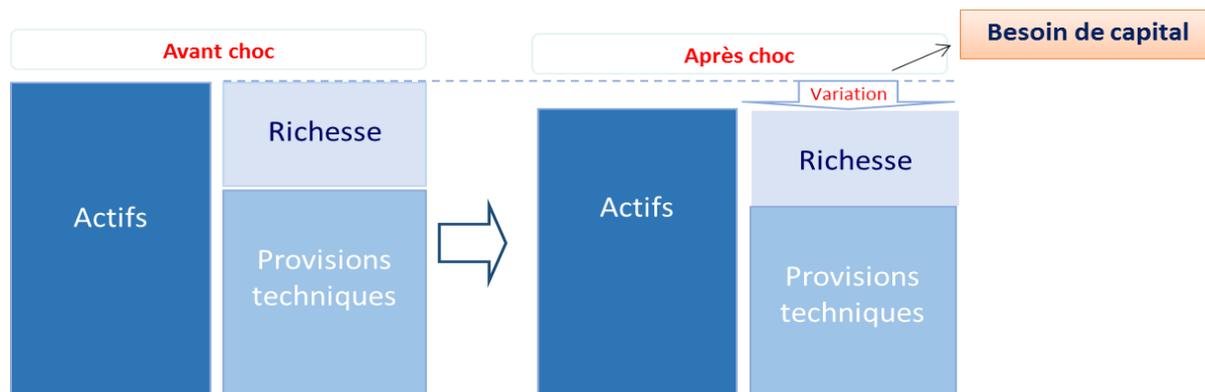


Figure 3 : Mesure du besoin en capital

Une exigence de capital est associée à chacune des sources de risques suivantes :

- Le risque de Marché est le risque de perte qui peut être engendré par la fluctuation des prix des instruments financiers du portefeuille de l'organisme.

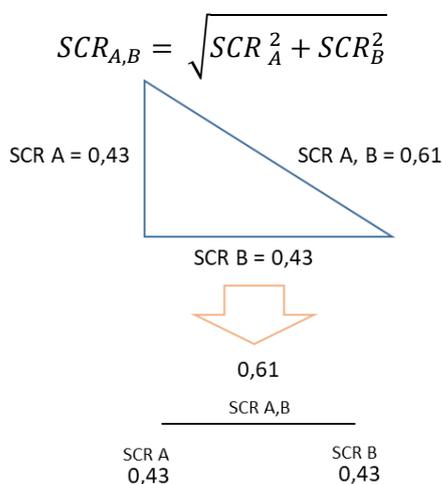
¹ Mathématiquement, le SCR correspond à un quantile à 99,5% sur un horizon d'un an (Value-at-Risk «VaR»).

- Le risque de Souscription Vie est le risque de perte de la valeur des engagements d'assurance vie qui peut être engendré par des hypothèses de tarification ou de provisionnement inadéquates.
- Le risque de Souscription Non-Vie est le risque de perte de la valeur des engagements d'assurance non vie qui peut être engendré par des hypothèses de tarification ou de provisionnement inadéquates.
- Le risque Santé qui regroupe trois types de risques :
 - Risque Santé Non Similaire à la Vie (NSLT) où les engagements sont calculés de la même façon qu'en assurance non vie
 - Risque Santé Similaire à la Vie (SLT) où les engagements sont calculés de la même façon qu'en assurance vie.
 - Risque Catastrophe
- Le risque de contreparties qui est le risque de perte pouvant être engendré par le défaut des contreparties non inclus dans le risque de marché.
- Le risque des actifs intangibles qui est le risque de perte qui peut être engendrée par la fluctuation de la valeur des actifs intangibles.

Une fois tous les risques étudiés, un montant d'exigence en capital est obtenu pour chacun d'entre eux. Cependant, tous ces risques ne sont pas nécessairement liés et peuvent survenir à des moments différents. Par conséquent, les SCR ne sont pas additifs.

Pour des risques indépendants, cela revient à appliquer le théorème de Pythagore.

En effet, en considérant uniquement deux risques A et B que l'on suppose indépendants, le calcul du $SCR_{A,B}$ est effectué de la manière suivante



Pour des risques dépendants, cela revient à appliquer un coefficient de corrélation. Reprenons l'exemple ci-dessous en supposant que les risques A et B sont corrélés à 25% :

$$SCR_{A,B} = \sqrt{SCR_A^2 + 2 * 0,25 * SCR_A * SCR_B + SCR_B^2}$$

Afin de prendre en compte les corrélations existantes entre les différents risques, une matrice de corrélation a été construite par l'EIOPA. Ses coefficients reflètent à quel point les risques sont interdépendants. Les montants de tous les SCR sont alors agrégés grâce à cette matrice.

Le montant ainsi obtenu est le BSCR. Pour obtenir le SCR total, il est ajouté :

- Le risque opérationnel qui est le risque de perte résultant de processus internes défaillants.
- L'ajustement qui absorbe les effets des provisions techniques et des taxes différées.

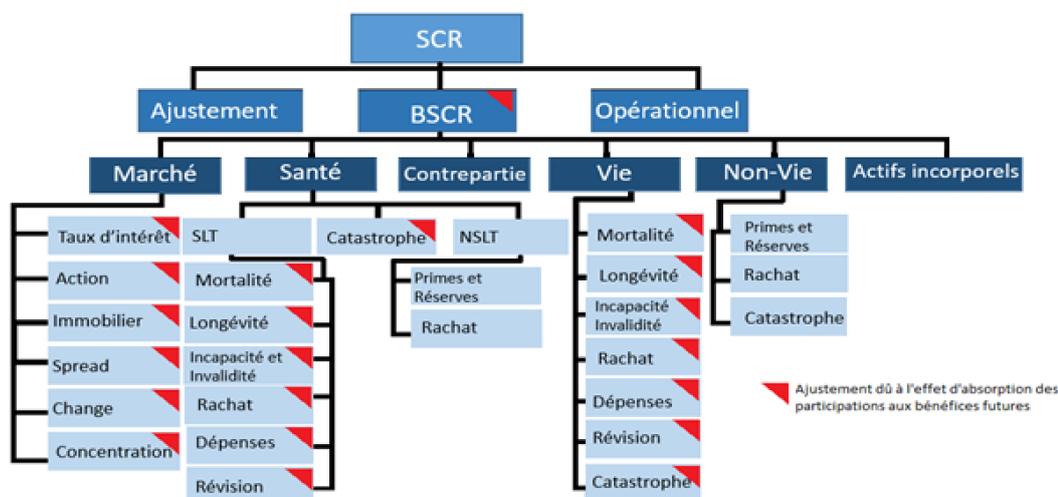


Figure 4 : Composition du SCR

Dans le cadre de ce mémoire, nous allons nous focaliser sur trois modules de risques pour lesquels des critiques et remarques ont été formulées par l'ACPR ou peuvent être constatées au terme de l'année 2016. Les risques étudiés seront ainsi les risques de marché, de santé NSLT et de contrepartie.

Afin de comprendre les remarques émises, nous tâcherons d'expliquer chacun de ces risques de manière claire et concise.

1.2.1 Focus sur le risque de marché

Le risque de marché mesure le risque relatif à l'impact de fluctuations du marché sur la valeur des instruments détenus par les organismes.

Toutefois, certains actifs ne sont pas détenus directement, mais au travers d'organismes de placements collectifs en valeurs mobilières (OPCVM). La question se pose alors au niveau de détail sur la mise en transparence de ces OPCVM.

Actuellement et lorsque cela n'est pas possible, l'assureur n'est pas obligé de mettre en transparence tous ses actifs (par exemple s'il s'agit d'instruments détenus via des fonds) dans la limite de 20% de son actif total et cela d'après l'article 86 du Règlement Délégué.

La question se pose sur la pertinence de ce seuil, afin de savoir s'il permet de traiter l'ensemble des actifs de l'assureur.

1.2.1.1 *Le risque Immobilier*

Il s'agit du risque de perte qui peut être engendré par la fluctuation des prix des actifs immobiliers détenus au sein du portefeuille de l'organisme. D'après le Règlement Délégué, le choc à appliquer pour ce risque est une pénalité de 25% de la valeur de l'actif.

Prenons l'exemple d'un assureur qui détient dans son portefeuille 1,7 M€ d'actifs de biens immobiliers. La pénalité correspondante au risque immobilier est alors de 25% du montant détenu dans son portefeuille, soit :

$$1,7 * 25\% = 0,43 \text{ M€.}$$

Ainsi, le $SCR_{\text{Immobilier}}$ de l'organisme est de 0,43 M€.

Aucune critique ou réévaluation n'a été effectuée sur ce risque alors qu'une pénalité par pays pourrait être envisagée. En effet, ce risque a été calibré selon un indice immobilier britannique non forcément représentatif de la globalité des pays d'Europe, a fortiori dans les événements actuels et suite au Brexit.

1.2.1.2 *Le risque Actions*

Il s'agit du risque de perte qui peut être engendré par la fluctuation de la valeur de marché des actions détenues au sein du portefeuille de l'organisme. Le choc à appliquer pour ce risque est :

- Une pénalité de 39% de la valeur de l'action si elle est de Type 1 (i.e. action cotée sur l'EEE ou l'OCDE)
- Une pénalité de 49% de la valeur de l'action si elle est de Type 2 (i.e. action cotée sur d'autres marchés que l'EEE ou l'OCDE ou action non cotée)

Afin de tenir compte de la position du marché dans le cycle et d'éviter les effets procycliques, les chocs sont corrigés par un ajustement symétrique qui est le dampener. En effet, si le marché est en « haut de cycle », le choc Actions sera majoré par ce dampener, car il est attendu une baisse du marché, et inversement quand le marché est en « bas de cycle ».

Il est utile de rappeler que l'ACPR a mis en place une mesure transitoire pour les actions acquises avant le 1^{er} janvier 2016. Cela permet aux organismes assureurs de disposer d'un temps d'adaptation avant d'appliquer les chocs ci-dessus pour le calcul du risque actions.

Cette mesure transitoire consiste à calculer l'exigence de capital pour le risque actions sur la base d'un choc de 22% la première année, ce niveau de choc progressant ensuite de manière au moins linéaire pour correspondre au choc standard de 39% plus ajustement symétrique ou 49% plus ajustement symétrique le 1^{er} janvier 2023.

1.2.1.3 Le risque de taux

Le risque de taux d'intérêt existe pour tous les actifs et passifs dont la valeur est sensible aux variations de la structure de la courbe de taux d'intérêt établie par l'EIOPA ou à la volatilité des taux d'intérêt. Ce sont donc tous les instruments financiers faisant l'objet d'une actualisation qui sont sensibles à une modification de la courbe.

Le SCR Taux, se définit comme la perte qui résulterait d'une hausse ou d'une baisse de la courbe des taux en fonction de la maturité des produits financiers concernés. Ces chocs à la hausse et à la baisse (respectivement Scénario Up et Scénario Down) sont calculés par rapport à une courbe de taux de référence communiquée par l'EIOPA (Scénario central) et dépendent de la maturité des produits financiers concernés.

Graphiquement, les chocs à appliquer à la courbe des taux fournie par l'EIOPA en fonction de la maturité des produits financiers sont les suivants :

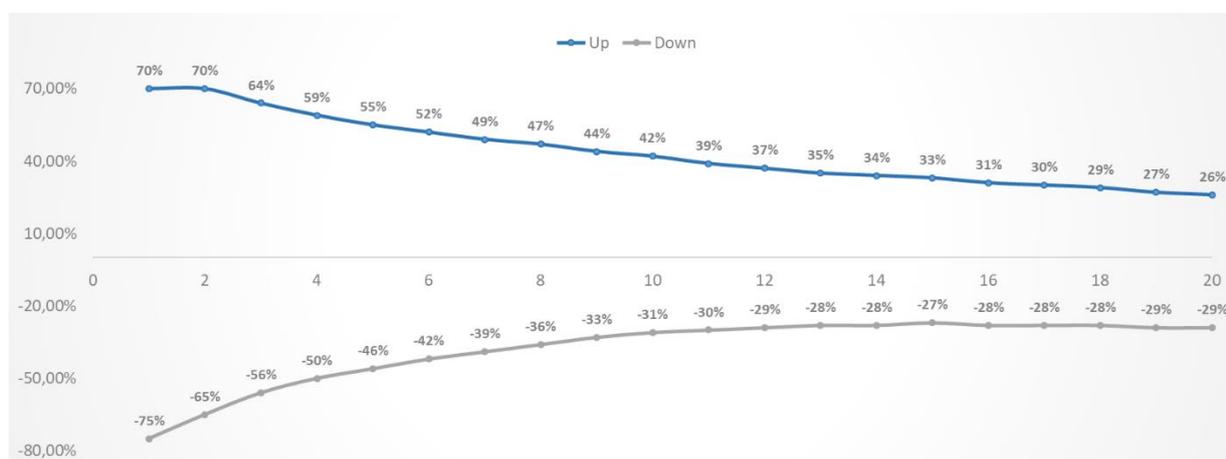


Figure 5 : Choc à appliquer à la courbe des taux selon la maturité

Ainsi, les résultats suivants représentant la courbe des taux au 31/12/2016 à appliquer pour l'actualisation des flux lors du scénario de hausse et de baisse sont obtenus :

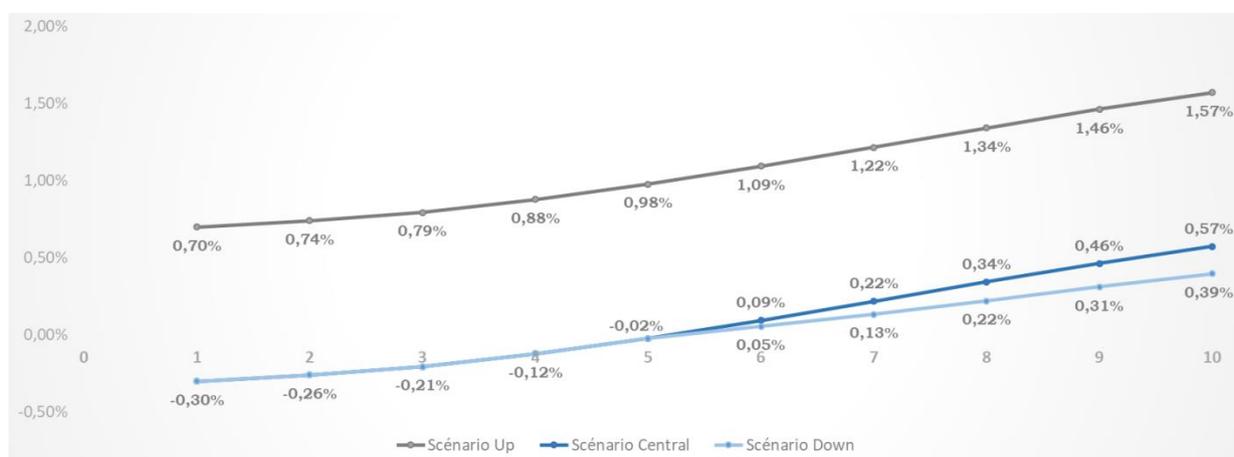


Figure 6 : Courbe des taux sous les scénarios de Hausse et de Baisse des Taux

Par ailleurs, des seuils sont notifiés pour ces chocs. En effet, l'écart entre le scénario haut (ou bas) et le scénario central doit être d'au moins un point. De plus, dans le cas où les taux d'intérêt du scénario central seraient négatifs, les taux d'intérêt du scénario bas ne peuvent être inférieurs.

L'ACPR a récemment indiqué que des changements pourraient être effectués au niveau du SCR taux et notamment en ce qui concerne les seuils notifiés.

En effet, bien qu'un écart minimal d'un point soit demandé, cette diminution minimale n'apparaît pas comme suffisante et sous-estime l'effet des mouvements extrêmes sur les taux du contexte actuel. Les taux sont aujourd'hui négatifs.

1.2.1.4 Les risques de spread et de concentration

Ces risques sont particulièrement sensibles aux notations de qualité de crédit des entreprises émettant des titres financiers, c'est pourquoi nous décidons de les expliciter au sein du même paragraphe.

Le risque de spread résulte d'une évolution défavorable de la solvabilité de l'émetteur provoquant une aggravation du spread (écart de rendement) entre le taux sans risque et le taux de rentabilité attendu des placements.

Le risque de spread résulte du niveau ou de la volatilité des spreads. La charge de capital pour les obligations d'États membres de l'EEE est nulle.

Le risque de spread pour les obligations est calculé en appliquant un facteur de stress à la valeur de marché de l'obligation qui peut s'exprimer selon la formule suivante :

Valeur de Marché x (duration, rating)

Prenons un Exemple :

Soit une obligation d'entreprise de valeur de marché = 100 K€ de Duration = 1 et de Rating = AAA.

Pour des durations entre 0 et 5 ans combinées à des ratings AAA les mesures de niveaux 2 donnent la formule suivante :

$$(x,AAA)= 0\%+0,9\%*(x-0)$$

$$(1,AAA)=0\%+0,9\%*(1-0)=0,9\%$$

$$SCR Spread= 0,9\%*100= 0,9 K€$$

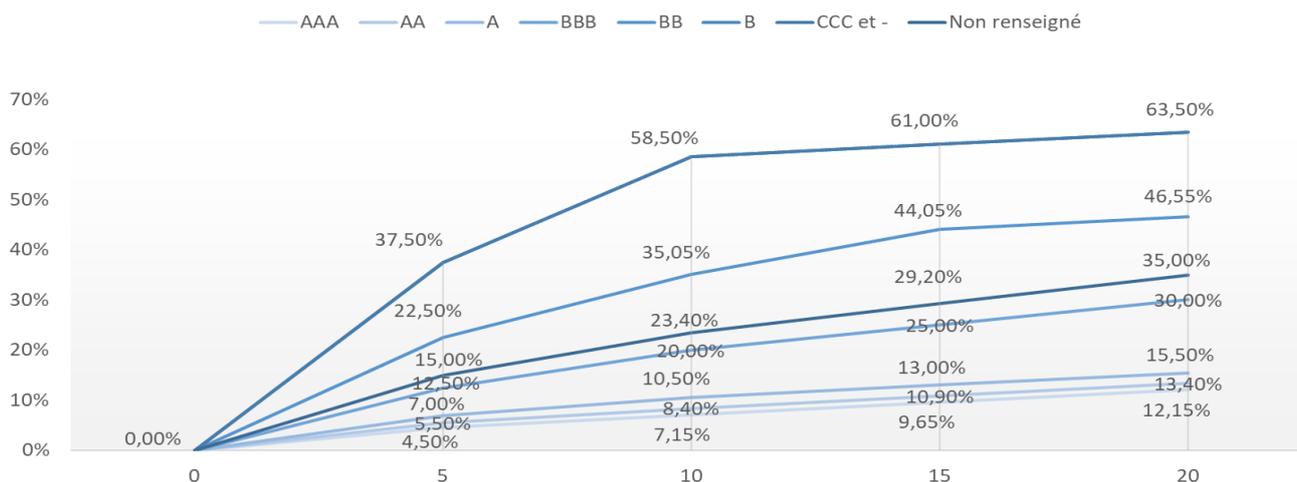


Figure 7 : Evolution du Spread de Crédit selon la durée et la notation de l'obligation

Les concentrations du risque de marché présentent un risque supplémentaire pour un assureur en raison de :

- La volatilité supplémentaire qui existe dans les portefeuilles d'actifs concentrés
- Le risque supplémentaire de perte de valeur partielle ou totale définitive en raison de la défaillance d'un émetteur

L'exposition excédentaire est calculée selon son rating : $XS_{\text{émetteur } x} = \max(0, \frac{VM}{VM_{\text{Totale}}} - CT)$. Une pénalité, toujours selon le rating, est alors appliquée à l'exposition excédentaire.

Rating	Seuil CT	Pénalité
AAA	3%	12%
AA	3%	12%
A	3%	21%
BBB	1,5%	27%
BB	1,5%	73%
Non-noté	1,5%	73%
Immobilier	10%	12%

Tableau 1 : Pénalités à appliquer pour le risque de concentration par notation

Soit une action issue d'un émetteur x, ayant un rating AA et une valeur de marché 0,4 M€ tel que la valeur de marché totale des actifs est de 6 M€. Nous avons donc :

- $XS_x = \frac{0,4}{6} - 3\% = 3,6\%$
- $SCR \text{ Concentration} = 3,6\% * 12\% * 6M€ = 0,026 M€$

Ainsi, une forte dépendance des assureurs aux agences de notations externes est constatée pour la mesure de ces deux risques. Afin de pallier à cette « limite », la Commission Européenne a proposé à l'EIOPA la mise en place de solutions alternatives. Par exemple, pourquoi ne pas songer à un modèle interne pour établir les notations des émetteurs ?

1.2.1.5 *Le risque de change*

Il s'agit du risque de perte qui peut être engendré par la fluctuation du taux de change. Cela concerne donc les titres financiers émis en devise étrangère. Le choc à appliquer est de +/- 25 %. Certaines monnaies européennes (telles que la Couronne Danoise, le Lev Bulgare, Litas, Lats) disposent de chocs spécifiques.

1.2.2 Focus sur le risque de souscription en Santé NSLT

Il s'agit du risque de perte de la valeur des engagements d'assurance santé qui peut être engendré par des hypothèses de tarification ou de provisionnement inadéquates ou par un risque de cessation.

Si le calcul des provisions sous Solvabilité II se fait en vision Best Estimate, il est important de savoir faire la différence entre :

- Le « **Best Estimate de Sinistres** » qui est la meilleure estimation des sinistres déjà survenus
- Le « **Best Estimate de Cotisations** » qui consiste en la meilleure estimation des sinistres qui ne sont pas encore survenus pour les contrats sur lesquels l'assureur est engagé.

1.2.2.1 *Le risque de primes et de réserves*

Il s'agit du risque de sous-tarification et sous-provisionnement. Lors de sa conférence du 16 juin 2017, l'ACPR a indiqué vouloir faire du calcul des provisions techniques en vision Best Estimate l'une des priorités de contrôle. En effet, en assurance, les provisions techniques sont très importantes et des erreurs sur l'évaluation de ces dernières ont un impact très significatif sur les fonds propres de l'organisme d'assurance. Elles doivent être évaluées en conséquence avec le plus grand soin. Les résultats des calculs des provisions techniques sont sensibles aux hypothèses retenues telles que les cadences de règlements, les hypothèses de frais et les hypothèses d'actualisation des flux. L'ACPR a également constaté l'absence des pistes d'audit pour le calcul des provisions. Il est intéressant de noter que la France est l'un des rares pays à ne pas avoir rendu obligatoire l'audit externe du Bilan Solvabilité II et donc du Best Estimate.

Concernant la qualité des données utilisées pour le calcul des provisions, il est nécessaire de disposer d'un historique de données suffisant. L'organisme d'assurance doit également lister les approximations et les hypothèses réalisées et en cas de doute intégrer une marge d'incertitude.

Enfin, l'ACPR insiste sur la prise en compte de tous les frais dans le Best Estimate, y compris ceux liés à la gestion des placements. Cela n'a pas toujours été le cas jusque-là.

Pour rappel, la charge de capital pour le risque de primes et de réserves nécessite un calcul préalable du Best Estimate de Sinistres et se détermine de la façon suivante :

$$SCR_{\text{prime et réserve}} = 3 \cdot \sigma \cdot V$$

Avec :

- V = Best Estimate des provisions de sinistres + le maximum entre les Primes acquises N+1 (nets de réassurance) et les primes acquises N + $\frac{2}{12}$ x les Primes acquises N+1
- σ est la vision consolidée des σ_s de chaque branche s

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

Cette exigence en capital est calibrée pour correspondre à des évènements ayant une probabilité de 0,5 % d'occurrence à horizon 1 an.

1.2.2.2 *Le risque de cessation (ou de rachat)*

Comme indiqué précédemment, le « Best Estimate de Cotisations » dépend donc des cotisations qui seront perçues dans le futur et c'est ce dernier qui sera directement touché par la cessation de contrats. Une perte de contrats et donc une baisse des primes futures va avoir pour conséquence une augmentation des Provisions Techniques actuelles et donc une diminution des Fonds Propres.

L'exigence en capital pour risque de cessation des contrats est alors estimée comme la perte de Fonds Propres qui serait entraînée par une cessation de 40 % des contrats d'assurance émis par l'organisme.

1.2.2.3 *Le risque de catastrophe*

Trois risques sont retenus pour le calcul du risque catastrophe :

- Accident de masse
- Concentration d'accidents
- Pandémie

L'exigence en capital pour chacun de ces risques se calcule en fonction du ratio du nombre de personnes touchées.

1.2.3 Focus sur le risque de défaut de contrepartie

Il concerne le risque de défaut non lié à un risque de marché tel que la titrisation, dérivés, réassurance, courtiers et agents. Ce risque est également dépendant des agences de notations. Il comporte un classement selon deux catégories :

- Contrepartie non diversifiée avec notation : le calcul du SCR pour cette catégorie se fait en fonction de la notation de l'entité :

Notation	Credit Quality Step	Probabilité de défaut
AAA	1	0,010%
AA	1	0,010%
A	2	0,050%
BBB	3	0,240%
BB	4	1,200%
B	5	4,175%
C	6	4,175%

Tableau 2 : Pénalité selon la notation et la qualité du crédit pour le risque de contrepartie

Suivant la notation de la contrepartie, la probabilité de défaut de l'entité est plus ou moins grande. On considère par exemple qu'une entité notée AAA possède un risque de faire défaut de 0,01% (une entreprise sur 10 000).

- Contrepartie diversifiée sans notation
 - Créances < 3 mois => besoin en capital = 15% créance
 - Créances > 3 mois => besoin en capital = 90% créance

Aujourd'hui, l'ACPR songerait à simplifier le calcul du risque de contrepartie. En effet, il est complexe alors qu'il pèse seulement 5 % du SCR en moyenne.

2. De la gouvernance à l'ORSA : Une première année mouvementée

2.1 Objectifs du pilier 2

L'introduction d'une notion de système de gouvernance qui garantit une gestion saine, prudente et efficace de l'activité fait partie de l'un des principaux objectifs attribués au pilier 2. Solvabilité II a mis en place des fonctions clés et a renforcé les exigences envers les Conseils d'Administration. Par ailleurs, elle exige un formalisme accru avec des fonctions de contrôles renforcées : des contre-pouvoirs sont institutionnalisés. Les assureurs devront trouver le bon équilibre entre respect de la réglementation et prise de risque.

Le second objectif du pilier 2 est la réalisation des travaux sur l'ORSA en déterminant le Besoin Global de solvabilité, en retraitant les risques de la formule standard et en effectuant un suivi permanent et prospectif des exigences de solvabilité selon le profil de risque propre à l'organisme. Ce suivi permanent se fait en réalisant le Business Plan de l'organisme. Le Business Plan est un document détaillant les projets d'évolution et stratégie de développement d'un organisme tout en explicitant les dépenses et ressources qui seront utilisées.

Enfin, le pilier 2 a pour objectif la rédaction de politiques écrites qui correspond à un ensemble de processus permettant de mettre en accord plusieurs parties afin de faciliter le pilotage de l'activité. Un des buts des politiques écrites est de s'assurer du respect des règles d'honorabilité et de compétence (Fit and Proper) :

- Des compétences individuelles et collectives,
- Honorabilité et intégrité.

2.2 Bilan de la gouvernance au bout d'un an

Pour rappel, quatre fonctions clés² ont été instaurées sous la Directive afin d'assurer une bonne gouvernance au sein des organismes :

- La fonction actuarielle qui doit assurer une parfaite maîtrise des risques inhérents à l'activité de l'entreprise d'assurances ou de réassurance.
- La fonction gestion des risques qui doit assurer le suivi du système de gestion des risques et du profil général de l'entreprise en identifiant et évaluant les risques émergents.
- La fonction d'audit interne qui est définie comme étant une structure de supervision : elle exerce une fonction de vérification sur la gouvernance, les systèmes et les opérations, pour apporter une expertise indépendante sur la conformité de l'organisme aux dispositions réglementaires et aux orientations données par l'assemblée générale.

² Les définitions détaillées des quatre fonctions clés se trouvent dans la section 2 du chapitre IX du règlement délégué

- La fonction de vérification de la conformité qui se doit de mettre en place un système de contrôle interne, qui permet d'évaluer l'impact que tout changement juridique peut avoir sur la compagnie d'assurance.

L'ACPR a émis une critique quant au système de gouvernance en indiquant que celui-ci ne doit pas être un frein à l'initiative et au développement de l'esprit d'entreprise. Il est important de mesurer les risques pris, mais cela ne signifie pas renoncer à les prendre.

De plus, une externalisation de la fonction clé a été observée au sein de plusieurs organismes. L'ACPR invite les assureurs à renforcer les contrôles sur leurs sous-traitants.

2.3 Bilan de l'ORSA

L'auto-évaluation de la solvabilité et des risques (ORSA pour Own Risk and Solvency Assessment) est un processus qui fournit une évaluation interne des risques propres à l'organisme, ainsi que du niveau de capital correspondant pour les couvrir. Cela permet à l'entité de démontrer sa capacité à apprécier et à maîtriser ses risques, dans une vision prospective et en cohérence avec son niveau de tolérance au risque, en lien avec sa stratégie commerciale.

L'ORSA est défini à l'article 45 de la directive Solvabilité 2. Cet article prévoit que :

« Dans le cadre de son système de gestion des risques, chaque entreprise d'assurance et de réassurance procède à une évaluation interne des risques et de la solvabilité. Cette évaluation porte au moins sur les éléments suivants :

- Le besoin global de solvabilité, compte tenu du profil de risque spécifique, des limites approuvées de tolérance au risque et de la stratégie commerciale de l'entreprise ;
- Le respect permanent des exigences de capital et des exigences concernant les provisions techniques ;
- La mesure dans laquelle le profil de risque de l'entreprise s'écarte des hypothèses qui sous-tendent le capital de solvabilité requis. »

Au bout d'une année d'application de la nouvelle réglementation, certaines critiques ont été émises par les autorités de contrôle au sujet de l'ORSA.

L'ORSA est au cœur de la gestion des risques de chaque entreprise d'assurance. Dans la majorité des cas, il est observé une bonne appropriation de cet outil. Il existe cependant des marges de progrès : les liens entre ORSA et décision opérationnelle doivent être renforcés ainsi que mieux explicités. Plus généralement, l'ORSA doit être pleinement intégré dans le fonctionnement quotidien de l'entreprise d'assurance.

Depuis plusieurs années, l'ACPR incite les organismes à se mettre en danger dans l'ORSA, chose qui apparaît désormais plutôt bien appliquée par le marché. En effet, il a été constaté une prise en compte d'un éventail de risques assez large et des scénarios réalistes et suffisamment sévères pour tester la robustesse des organismes. Cependant, l'évaluation des risques sur les provisions techniques n'a été réalisée qu'auprès de 37% des organismes.

Une des vocations premières de l'ORSA est de pouvoir juger en permanence du respect des exigences réglementaires de fonds propres et donc de s'assurer du suivi continu de la solvabilité. L'idée est donc de projeter les principaux indicateurs de solvabilité sur un horizon temporel cohérent pour l'entreprise, en fonction des anticipations stratégiques et des hypothèses sur l'évolution de ses indicateurs, renseignées dans le business plan. Cependant, l'ACPR a constaté que la plupart des organismes ne font pas d'évaluation avec et sans recours aux mesures transitoires lorsqu'elles seraient applicables pour le risque actions.

L'évaluation prospective permet de valider la stratégie de développement au regard des contraintes Solvabilité II et d'en mesurer la sensibilité. Pour permettre cette analyse prospective, une réévaluation des risques calculés dans le pilier 1 est donc nécessaire.

Partant de la cartographie des risques standards et du SCR, les travaux de l'ORSA permettent aux entités d'adapter et de compléter le SCR en représentation des risques spécifiques identifiés afin d'évaluer un Besoin Global de Solvabilité :

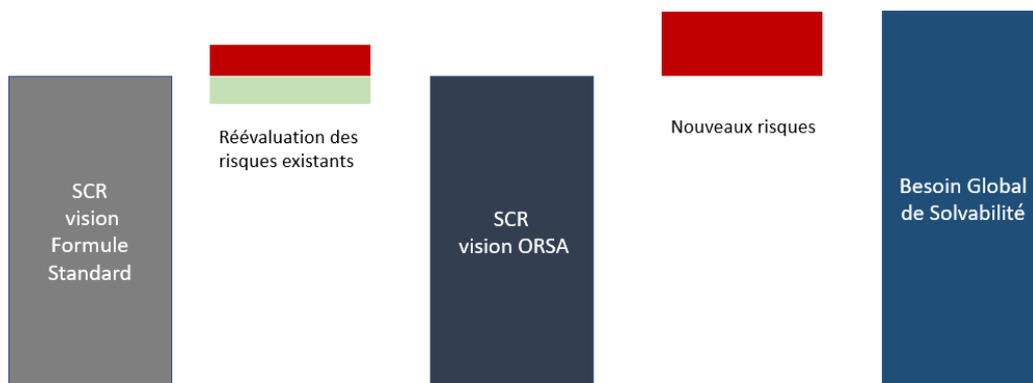


Figure 8 : Passage du SCR au Besoin Global de Solvabilité

La formule standard étant basée sur une moyenne Européenne, elle ne reflète pas forcément le profil de risque propre à chaque entité. Il est donc nécessaire d'adapter les risques existants afin de déterminer un nouveau montant de SCR (dit « Capital ORSA ») qui soit représentatif de l'organisme concerné.

- Critiques des concepts du modèle standard pour le risque immobilier :
La pénalité appliquée aux actifs immobiliers dans la formule standard s'élève à 25%. Elle est construite sur les indices immobiliers du Royaume-Uni. Une revue de cette pénalité est donc nécessaire afin de refléter les risques immobiliers auxquels fait face l'organisme.
- Critiques des concepts du modèle standard pour le risque Spread (dettes d'états) :
Le risque portant sur les dettes souveraines de l'EEE est nul dans la formule standard de la directive. Or, le risque de perte sur des obligations souveraines n'est pas négligeable. En effet, plusieurs états tels que la Grèce ou l'Argentine ont fait défaut dans le passé. Le SCR Spread du capital ORSA pour chaque obligation d'état sera donc évalué de la même manière que pour un État non membre de l'EEE, en prenant en compte le rating des pays concernés. Il en résulte une augmentation du SCR Spread.

Dans sa conférence du 16 juin 2017, l'ACPR a indiqué avoir constaté que les risques les plus cités jusque-là dans les rapports ORSA sont le risque actions, souscription, immobilier et spread.

Le profil de risque doit intégrer l'ensemble des risques inhérents à l'activité et au développement de l'organisme, et ne pas se limiter au seul périmètre retenu dans le modèle de la formule standard.

Dans la vision ORSA de la solvabilité, au-delà des risques réglementaires du SCR, les risques propres à chaque organisme peuvent nécessiter une mobilisation supplémentaire de Fonds Propres et doivent être intégrés pour déterminer le capital ORSA. Quelques risques majeurs peuvent être pris en compte :

- Risque lié à une absence de PCA (Plan de Continuité d'activité) : Il s'agit du risque qu'aucun plan d'action ne soit prévu en cas de survenance d'une défaillance informatique conduisant à un arrêt de l'activité.
- Risque de réputation : Il s'agit du risque relatif à une image dégradée.
- Risque réglementaire : il serait pertinent de s'intéresser à l'impact de la mise en œuvre de la loi Macron dont l'objectif est d'assurer une prise en charge complète pour les frais d'optiques et prothèses dentaire d'ici 2022.

Néanmoins, d'après l'étude menée par l'ACPR, certains risques sont peu cités dans l'ORSA tels que le risque de cybercriminalité. Il serait alors judicieux de le prendre en compte, d'autant plus que les cyberattaques deviennent de plus en plus fréquentes. En effet, en juin 2017, une cyberattaque a touché une centaine de pays en infiltrant les systèmes d'exploitation de tous types d'entreprises.

La détermination de la cartographie des risques est supervisée par la fonction de gestion des risques. En effet, celle-ci s'assure que tous les risques auxquels est sensible l'organisme sont pris en compte.

3. Objectifs et bilan du pilier 3 : Analyse des premiers reportings

Les objectifs principaux du pilier 3 de la nouvelle réglementation sont une remise d'informations au Superviseur : l'ACPR, et une communication à destination du public. De nombreux reportings sont alors à effectuer. La directive impose la remise de certains rapports narratifs :

- Le RSR (Regular Supervisor Report) est édité annuellement et permet au superviseur d'apprécier la solvabilité de l'organisme.
- Le SFCR (Solvency and Financial Condition Report) qui est une version allégée du RSR rendue publique. En effet, les organismes peuvent demander l'autorisation au superviseur de ne pas publier certaines informations dans le SFCR. Ces informations doivent bien entendu être présentes dans le RSR.
- Le rapport ORSA doit contenir les résultats qualitatifs et quantitatifs de l'évaluation interne des risques et de la solvabilité. Il s'agit d'un document prospectif qui doit contenir également des éléments du plan stratégique de l'organisme.

Tous ces rapports doivent être approuvés, préalablement à leur transmission à l'ACPR ou à leur publication, par le conseil d'administration ou le conseil de surveillance.

Ces reportings doivent permettre au superviseur :

- D'apprécier la gouvernance mise en place par l'entité (activité, principes d'évaluation appliqués, risques portés et la mise en place de la gestion des risques, la structure de capital ainsi que ses besoins et sa gestion)
- De prendre les décisions appropriées dans l'exercice de son rôle de superviseur

L'information comprend des éléments qualitatifs et quantitatifs, des données historiques, actuelles et prospectives, des données de source interne ou externe.

L'information communiquée doit refléter la nature, l'étendue et la complexité de l'activité. Elle doit être accessible, complète, comparable et cohérente dans le temps. Elle doit être appropriée, fiable et compréhensible.

Cependant, pour cette première année et selon une étude du cabinet Actuelia, 10% des acteurs ne communiquent pas sur leur ratio de solvabilité dans le SFCR bien que les montants de SCR et de fonds propres économiques soient évoqués. De même, selon une étude du cabinet Galéa, seulement 1/3 des organismes communiquent sur leur résultat annuel dans le SFCR.

Le SFCR et le RSR doivent être remis en même temps que les états quantitatifs annuels (appelés QRT) qui sont destinés au superviseur et pour certains au public. La restitution des QRT doit se faire au format xbrl (standard européen).

L'année 2017 a été marquée par des difficultés au niveau de cette remise informatique, les logiciels de conversion au format xbrl n'étant pas faciles d'appréhension.

Un des enjeux du Pilier 3 repose sur la capacité à produire l'ensemble de la documentation dans des délais extrêmement serrés. Néanmoins, au cours de cette année, de nombreux organismes ont eu un retard au niveau de la production des états quantitatifs.

Pour rappel voici l'évolution du calendrier jusqu'en 2020 :

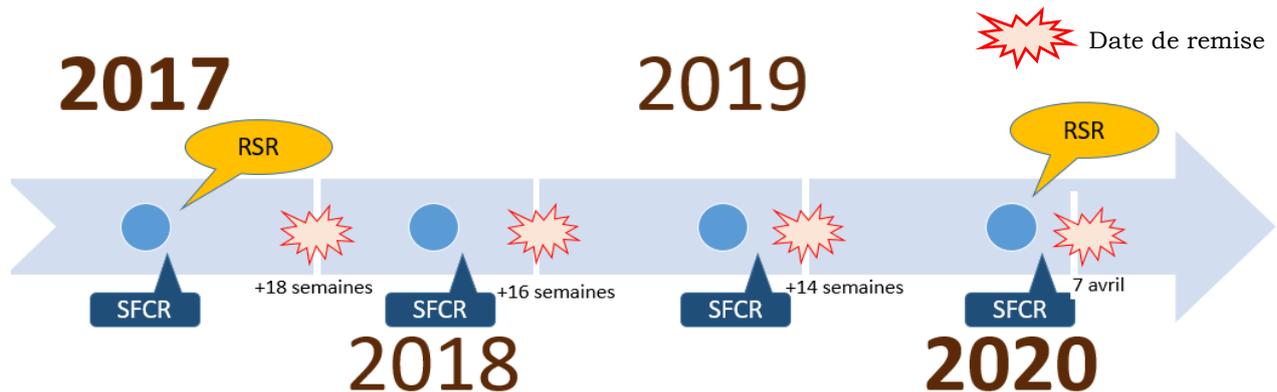


Figure 9 : Calendrier des remises à destination du public et du superviseur

Il est constaté un resserrement des délais d'année en année et cela risquerait d'engendrer une remise de moins bonne qualité.

4. Qu'en est-il de l'appétence au risque sous Solvabilité II ?

A présent que nous avons défini les trois piliers sur lesquels repose Solvabilité II, nous nous intéressons à la place que prend le sujet d'appétence au risque au sein de la Directive.

L'appétence au risque peut se définir comme le niveau de risque accepté par un organisme dans le but d'accomplir ses objectifs de développement. Cette notion n'apparaît ni dans la Directive ni dans le Règlement Délégué. Elle figure uniquement dans les textes d'orientations préparatoires où il est précisé que l'appétence au risque doit traiter de l'attitude de l'organisme envers les principaux risques et exprimer les objectifs stratégiques tout en pouvant inclure une évaluation quantitative en termes de risque ou de capital.

D'après un Benchmark réalisé courant 2016 par le cabinet Milliman, peu d'acteurs ont réussi à ce jour à objectiver quantitativement une appétence au risque et sa déclinaison au sein des différents sous-modules. Il est alors indispensable de remédier à cela.

En pratique, la plupart des conseils d'administration n'arrivent pas à s'approprier la notion d'appétence aujourd'hui. De plus, une difficulté à allier les notions de solvabilité et rentabilité a été observée lors de l'expression de l'appétence par les différents organismes. Or, ces notions sont liées. Enfin, un amalgame entre « appétence » et « inappétence » peut intervenir.

En effet, aucun conseil d'administration ne souhaiterait perdre de l'argent. Cependant, pour obtenir les résultats souhaités, une prise de risque est nécessaire et un risque de perte est donc toujours présent.

Il est donc question de savoir comment exprimer son appétence au risque ?

D'abord, celle-ci peut s'exprimer à l'aide d'indicateurs précédemment définis par les dirigeants (surplus, ratio de couverture, résultat, ...). Ensuite, une métrique doit être définie (Var, TVar, ...). Enfin, l'appétence doit être encadrée par un intervalle de confiance sur un horizon temporel.

Par exemple : sur l'horizon 5 ans, le ratio Solvabilité II sera supérieur à 150% dans 90% des cas

L'objectif est donc de déterminer l'appétence de l'organisme : quelle est la perte maximale acceptée par le Management et avec quelle fréquence ? Une fois ce montant déterminé, comment le répartir au sein des différentes parties prenantes ?

II – L'appétence au risque : Formulation et déclinaison

Introduction de la partie

La partie 1 nous a permis de confirmer l'importance de la gestion des risques dans la Directive Solvabilité II. Cependant, le fait de demander à une compagnie d'assurance, à une mutuelle ou à un institut de prévoyance son appétence au risque peut paraître absurde, car aucune entité ne souhaiterait prendre le risque de perdre de l'argent. Or par définition, il existe un risque intrinsèque à l'activité des organismes d'assurances : Une compagnie d'assurance prend le risque de ses adhérents moyennant une prime, de même pour la mutuelle ou l'institut de prévoyance, qui mutualise les risques de ses adhérents. De ce fait, le risque est existant et il est important pour chaque AMSB de connaître le montant qu'il est prêt à perdre et à assumer.

L'appétence au risque étant propre à chaque organisme, sa détermination est effectuée par rapport au profil de risque de chaque organisme. Cela se fait donc au cours des travaux menés lors de l'ORSA dans le cadre du pilier 2.

Dans cette partie, nous proposerons une méthode qui sera mise en œuvre afin de déterminer l'appétence au risque d'une mutuelle Santé.

L'enjeu est alors double. Il faut d'une part déterminer le niveau d'appétence global et d'autre part, expliciter une méthode de déclinaison au niveau de chaque sous-module de risque qui permettrait à un organisme d'atteindre ses objectifs tout en respectant cette appétence.

Dans la suite de nos travaux, nous introduirons deux notions afin de faciliter la définition et la mise en œuvre de l'appétence au risque : « l'appétence intrinsèque » et « l'appétence déclarée ».

L'appétence intrinsèque peut se définir comme la perte qu'un organisme devrait assumer en gardant sa stratégie actuelle qui prend en compte que les risques prévus dans le scénario central. Le scénario central est un scénario non stressé où il est formulé des hypothèses constantes sur l'évolution des rendements et l'allocation d'actifs ainsi que sur l'évolution des frais. Il s'agit donc du risque intrinsèque à l'organisme.

L'appétence déclarée est la perte maximale que l'organisme peut assumer dans le cas où il souhaiterait dévier de sa stratégie actuelle et donc du scénario central. Il s'agit aussi du montant qui sera acté par le conseil d'administration de l'organisme.

1. Méthodologie de calcul de l'appétence

L'appétence au risque peut se définir comme le niveau de risque global qu'un organisme accepte de prendre au vu du développement de son activité. Elle va donc en partie dépendre des exigences en capitaux relatifs aux différents risques auxquels est soumis l'organisme.

Le SCR se produisant avec une chance sur 200, calculé dans la formule standard, ne retient pas l'attention du conseil d'administration. En effet, cet indicateur est parfois mal appréhendé au vu de la complexité de quantification des risques. De plus, il est difficile de se positionner sur un indicateur qui se produit avec une probabilité de 0,5 % seulement. De ce fait, nous avons décidé de nous positionner sur un risque décennal ou avec une probabilité d'une chance sur dix. La raison de ce choix provient du fait qu'un conseil d'administration admet une durée de vie d'environ dix ans et que cette échelle est donc plus parlante.

Par conséquent, l'appétence au risque de l'organisme sera définie en fonction du montant de la perte exceptionnelle qui surviendrait avec une chance sur dix. Pour cela, nous établirons d'abord la méthode de calcul de l'appétence intrinsèque et déclarée. Puis, nous déterminerons le BGS de l'organisme. Enfin, nous procéderons à la définition des indicateurs d'appétence.

1.1 Méthodes de calcul du risque décennal

1.1.1 Appétence intrinsèque

Le SCR étant une VaR de niveau 0,5 % à horizon 1 an, il s'agit alors de déterminer la VaR de niveau 10 % de la distribution des résultats à horizon 1 an. Deux approches permettant de déterminer une appétence de la taille du scénario décennal sont proposées :

- **Méthode 1** : Utilisation des hypothèses de calibration de la formule standard (cf. *Calibration Paper du QIS 4*)

La calibration du MCR de la Formule Standard est effectuée dans les textes du QIS 4. Dans ce texte il est indiqué que, malgré l'absence de relation linéaire entre les différents quantiles d'une loi et en considérant que le SCR corresponde au quantile de niveau 99,5 % d'une loi log-normale, il est possible de déterminer un intervalle pour le quantile 90 %.

En effet, d'après le texte, les quantités : $25 \% * SCR$ et $45 \% * SCR$ appliquées dans la formule de calcul du MCR sont équivalentes aux VaR de niveaux respectifs 80 % et 90 % à horizon 1 an. Cependant, cette hypothèse n'a été évoquée qu'une seule fois dans les papiers du QIS sans justification préalable.

Une première méthode de détermination du risque décennal revient donc à avoir une perte exceptionnelle de l'ordre de $45\%*SCR$.

- **Méthode 2** : Utilisation d'une distribution des résultats afin de modéliser le quantile d'un scénario décennal

Afin d'obtenir la valeur du niveau d'appétence au risque, une hypothèse de log-normalité a été émise sur la distribution des résultats de l'organisme.

La distribution des résultats est d'abord décalée puis inversée afin de pouvoir obtenir une distribution qui suit une loi log-normale comme il est possible de le voir dans le schéma suivant.

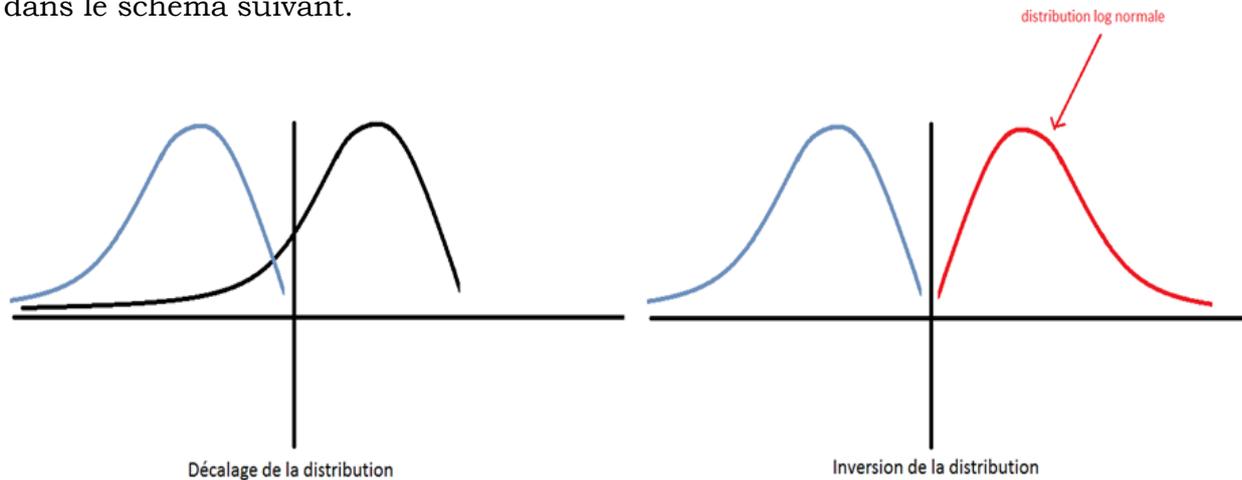


Figure 10 : Décalage et inversion d'une distribution log-normale

Pourquoi utiliser une loi log-normale ?

Les résultats d'un organisme sont distribués de façon asymétrique. En effet, les pertes générées par un organisme peuvent être infinies contrairement aux gains qui sont en général limités. Une loi normale étant symétrique, son utilisation n'aurait pas été appropriée.

De plus, faisant partie de la famille des distributions à queue épaisse, cette loi permet de capter les événements extrêmes. Cependant, le niveau d'appétence sera différent selon le décalage appliqué. En effet, en supposant que X est la distribution des résultats observés (courbe noire dans la figure), d le décalage appliqué et Y la distribution log-normale à obtenir (la courbe rouge).

Les paramètres μ et σ recherchés sont tels que $Y \sim \mathcal{LN}(\mu, \sigma)$:

$$V[Y] = (e^{\sigma^2} - 1)e^{(2\mu + \sigma^2)}$$

$$V[Y] = (e^{\sigma^2} - 1)E[Y]^2$$

$$\sigma^2 = \ln\left(1 + \frac{V[Y]}{E[Y]^2}\right)$$

où $V[Y]$ et $E[Y]$ représentent respectivement la variance et la moyenne de Y .

Par définition de la loi log-normale :

$$e^{\mu} = q_{50\%}$$

où $q_{50\%}$ représente le résultat espéré dans 1 an. Ce résultat est obtenu dans le cadre d'un scénario central.

Le paramètre μ étant alors connu, il reste à estimer l'écart-type σ .

Par hypothèse $Y = -X + d$ d'où :

$$\sigma^2 = \ln \left(1 + \frac{V[X]}{(E[-X] + d)^2} \right)$$

Selon le décalage effectué, le paramètre σ trouvé sera différent. En effet, plus d sera grand, plus la variance σ^2 sera proche de 0. Et plus la variance est proche de 0, plus les quantiles sont grands.

Prenons un exemple :

Soit un résultat espéré dans 1 an de 25 M€ et un résultat bi-centennal de -125 M€. Nous recherchons alors les paramètres de la log-normale des résultats selon le décalage :

Résultat médian (Quantile à 50%)		25,0
Résultat bi-centennal (Quantile à 99,5%)		- 125,0
Paramètres de la loi log-normale	Moyenne	6,9
	Ecart-type	5,6%
Décalage		1 000
Quantile 99,5% calculé		- 125,0
Quantile 90%		- 46,95

Résultat médian (Quantile à 50%)		25,0
Résultat bi-centennal (Quantile à 99,5%)		- 125,0
Paramètres de la loi log-normale	Moyenne	8,5
	Ecart-type	1,2%
Décalage		5 000
Quantile 99,5% calculé		- 125,0
Quantile 90%		- 49,07

Résultat médian (Quantile à 50%)		25,0
Résultat bi-centennal (Quantile à 99,5%)		- 125,0
Paramètres de la loi log-normale	Moyenne	9,2
	Ecart-type	0,6%
Décalage		10 000
Quantile 99,5% calculé		- 125,0
Quantile 90%		- 49,35

Résultat médian (Quantile à 50%)		25,0
Résultat bi-centennal (Quantile à 99,5%)		- 125,0
Paramètres de la loi log-normale	Moyenne	10,8
	Ecart-type	0,1%
Décalage		50 000
Quantile 99,5% calculé		- 125,0
Quantile 90%		- 49,57

Figure 11 : Paramètres de la log-normale selon le décalage

Nous constatons que plus le décalage est grand, plus l'écart-type diminue et plus la perte décennale (quantile à 90%) se dégrade.

Étant donné que nous recherchons la pire perte décennale, nous devons avoir le plus grand décalage possible et donc la plus petite variance possible. La forme de la distribution obtenue en faisant une telle opération risque d'être assez différente de celle de départ. En ajustant la volatilité, la largeur de la distribution sera modifiée.

Ainsi, le calcul de l'appétence revient à égaliser le quantile décalé de la loi du résultat avec le quantile bi-centennal (BGS) tel que l'écart-type soit proche de zéro. Pour trouver le niveau d'appétence, il suffit donc de résoudre un problème d'optimisation sous contraintes.

Disposant du quantile à 50 % (le résultat attendu avant impôts) et du quantile à 0,5 % (le résultat attendu avant impôts diminué du BGS), les paramètres de la loi log-normale peuvent alors être déterminés :

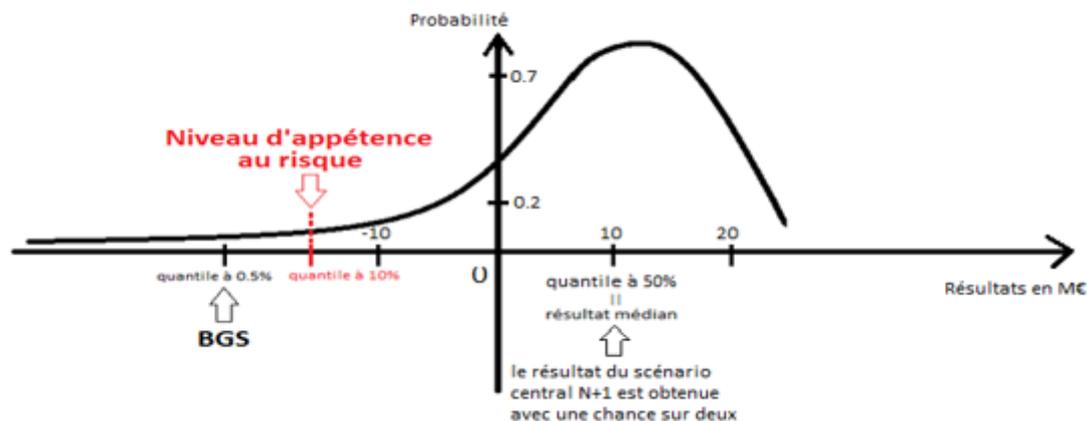


Figure 12 : Distribution des résultats

La perte exceptionnelle survenant avec une chance sur dix est alors obtenue en déterminant le quantile à 10% de cette loi. Nous disposons à présent du montant d'appétence intrinsèque de l'organisme. Qu'en est-il du montant qui sera effectivement déclaré par le conseil d'administration ?

1.1.2 Appétence déclarée

L'appétence intrinsèque prend en compte uniquement les risques prévus dans le scénario central. Retenir l'appétence intrinsèque engendrerait des difficultés opérationnelles, car l'organisme ne pourrait en aucun cas dévier de sa stratégie actuelle et donc son scénario central. Par conséquent, il est important de disposer d'une « marge de manœuvre ».

Afin de déterminer cette marge de manœuvre, il serait mis en place trois scénarios stratégiques, variantes du scénario central à partir de 2017 dans le business plan de l'organisme.

Ces variantes sont des scénarios qui permettront de délimiter une marge de manœuvre à ajouter à l'appétence intrinsèque. Ces scénarios doivent être plausibles au vu du développement de l'organisme. Pour cela, il conviendrait de les faire valider par le conseil d'administration afin de pouvoir disposer de scénarios qui seraient réalisables dans un futur plus ou moins proche.

Remarque :

Dans le cadre de la détermination de l'appétence, il est utilisé des variantes du scénario central qui visent à tester des stratégies de développement plus risquées de l'organisme plutôt que des scénarios de crise (qui testent la robustesse des indicateurs de l'organisme face à des situations de crise).

Dans le cadre de ce mémoire, trois scénarios stratégiques, variantes du scénario central, seront appliqués afin de déterminer une l'appétence déclarée :

- Le premier scénario stratégique sera un scénario financier plus risqué : une réallocation d'une part d'obligations en actions par exemple.
- Le second scénario stratégique sera un scénario technique plus risqué : nous pouvons prendre l'exemple d'une augmentation du chiffre d'affaires dans le cas où l'organisme aurait la possibilité de faire rentrer un nouveau contrat.
- Le troisième scénario sera une combinaison du premier et deuxième scénario stratégique.

L'appétence déclarée est obtenue en sélectionnant le scénario stratégique ayant la plus grande appétence intrinsèque. En effet, cela permet à l'organisme de se laisser l'opportunité de réaliser aussi bien la stratégie 1, 2 ou 3.

Dès lors que le montant d'appétence globale a été calculé, il pourrait être décliné au sein des différents modules de risques. Cela permettrait aux différentes parties prenantes de connaître leur périmètre d'action.

1.2 Détermination du BGS

En second lieu, il est nécessaire d'identifier le profil de risque propre à l'organisme et donc de déterminer son BGS. Il s'agit de la première étape à effectuer dans le processus ORSA. En effet, le calcul de l'appétence défini en II.1.1 sera fait en se basant sur le BGS au 31/12/N+1 et le résultat prévu au 31/12/N+2.

Pourquoi se baser sur le BGS ?

Le BGS est préféré au SCR dans le cadre du calcul de l'appétence, car il représente le vrai profil de risque de la mutuelle. Par contre, dans la suite de la méthodologie le ratio de solvabilité présenté correspond au ratio fonds propres économiques sur le SCR afin de vérifier le respect de la contrainte réglementaire.

Deux raisons pourraient expliquer une différence entre le profil de risque propre à l'organisme et celui établi dans le cadre de la formule standard définie dans la partie I.1.2. La première raison provient du fait que certains risques de la formule standard ne sont pas évalués de façon adaptée à chaque organisme et nécessitent donc d'être recalibrés. La seconde raison est que certains risques propres à chaque organisme ne sont pas pris en compte dans la formule standard.

Pourquoi utiliser le BGS au 31/12/N+1 et le résultat au 31/12/N+2

Le calcul de l'appétence se fait en milieu d'année lors de la réalisation de l'ORSA et est validé par le conseil d'administration à la fin du 3ème trimestre. S'il était utilisé le BGS au 31/12/N et le résultat au 31/12/N+1 prévu dans le scénario central, l'appétence couvrirait cette période :

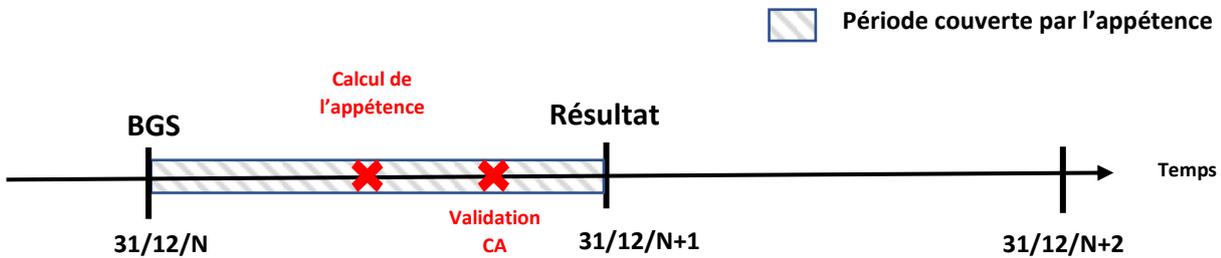


Figure 13 : Calendrier de calcul de l'appétence à horizon 1 an

Il est donc noté que l'appétence sera déjà en partie consommée lors de la validation au conseil d'administration. Le but lors de la réalisation de l'ORSA est de déterminer le montant d'appétence pour l'année prochaine :

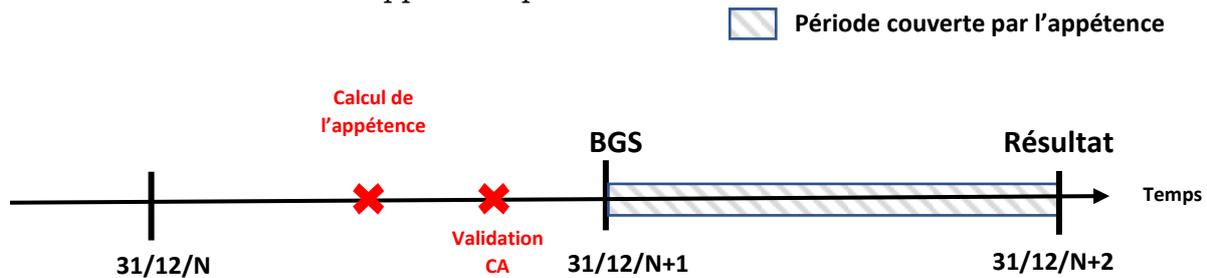


Figure 14 : Calendrier de calcul de l'appétence à horizon 2 ans

C'est pourquoi il sera retenu le BGS au 31/12/N+1 et le résultat au 31/12/N+2.

Remarques :

1/Le BGS au 31/12/N+1 est un montant estimé dans le cadre de la projection du Business Plan en utilisant les paramètres du BGS calculé au 31/12/N.

3/Dans notre exemple $N=2016$, $N+1=2017$ et $N+2=2018$.

1.2.1 Recalibrage des risques de la formule standard

Dans le cadre de ce mémoire, le recalibrage de quatre risques sera étudié :

- *Critique du risque Immobilier*

La pénalité de la formule standard à appliquer sur les actifs immobiliers a été calibrée sur des données extraites de l'Investment Property Databank (IPD) qui produit des indices immobiliers pour la plupart des marchés Européen.

En effet, l'EIOPA considère que l'indice IPD est l'indice immobilier le plus utilisé au sein des pays européens. Les analyses menées par l'EIOPA ont été établies par rapport aux indices de rendements britanniques UK IPD.

L'ordre de grandeur des pires rendements se produisant avec une chance sur 200 étant quasiment identique, quel que soit le type de propriété, l'EIOPA impose aux organismes d'appliquer une pénalité de l'ordre de 25 %.

Toutefois, comme il a été énoncé dans le I.2.3.1, il est nécessaire de revoir cette pénalité afin qu'elle reflète les risques immobiliers auxquels fait réellement face l'organisme, d'autant plus que le Royaume-Uni va sortir de l'UE suite au Brexit. En effet, les indices immobiliers peuvent varier de manière importante d'un pays à l'autre voire même d'une ville à une autre.

Pour recalibrer le risque immobilier, une étude des indices du pays ou de la ville où se trouve l'intégralité des biens immobiliers de l'organisme est donc effectuée afin d'en déduire une pénalité qui lui est propre.

Cette pénalité est calculée en fonction de l'évolution de ces indices. La loi log-normale est traditionnellement utilisée en finance pour modéliser l'évolution des rendements (Black et Scholes, 1973) à l'aide de l'équation suivante :

$$\frac{dS_t}{S_t} = m * dt + s dW_t$$
$$S_t = S_0 * \exp\left(\left(m - \frac{s^2}{2}\right)t + s * W_t\right)$$

Où

- S_t est la valeur du cours de l'actif à l'instant t ,
- S_0 la valeur initiale du cours,
- m et s désignent respectivement la moyenne et l'écart-type du cours,
- W_t est un mouvement Brownien standard (ou processus de Wiener).

Ainsi :

$$\ln(S_t) \sim \mathcal{N}\left(\ln(S_0) + \left(m - \frac{s^2}{2}\right)t, s\sqrt{t}\right)$$

L'hypothèse de log normalité des rendements peut être vérifiée avec le test de Kolmogorov Smirnov.

Le test de Kolmogorov-Smirnov permet de tester l'hypothèse H_0 selon laquelle la distribution observée est engendrée par une loi de probabilité théorique (ici la loi log-normale) considérée comme étant un modèle convenable. L'écart entre la fonction de répartition théorique et la fonction de répartition observée est mesuré.

Soit X une variable aléatoire de fonction de répartition \hat{F}_n , que nous souhaitons comparer à une fonction de répartition théorique F_0 continue. Nous souhaitons tester :

$$H_0 : \hat{F}_n = F_0$$

$$H_1 : \hat{F}_n \neq F_0 .$$

Nous mesurons l'adéquation de la fonction de répartition empirique à la fonction F_0 par la distance de Kolmogorov-Smirnov D_{KS} , qui est la distance de la norme uniforme entre les fonctions de répartition. Cette distance ne possède pas d'expression explicite simple, elle doit être calculée numériquement.

La statistique de test est :

$$T = \sup\{|\hat{F}_n(x) - F_0(x)|, x \in \mathbb{R}\} .$$

L'hypothèse de log normalité implique que l'équation recherchée est de la forme :

$$\begin{aligned} \text{Résultat}_{\text{Immobilier}}^{N+1} &= VM_{\text{immobilier}}^{N+1} - VM_{\text{immobilier}}^N \\ &= VM_{\text{immobilier}}^N(e^{\tilde{r}}) - VM_{\text{immobilier}}^N \end{aligned} \quad (1)$$

Où \tilde{r} suit une loi normale $\mathcal{N}(\tilde{\mu}, \tilde{\sigma})$.

Les paramètres $\tilde{\mu}$ et $\tilde{\sigma}$ sont alors déterminés en fonction des log rendements des indices observés.

On a ainsi : $\ln(VM_{\text{immobilier}}^{N+1}) \sim \mathcal{N}(\tilde{\mu}, \tilde{\sigma})$

Où $\tilde{\mu} = \ln(VM_{\text{immobilier}}^N) + \left(m - \frac{s^2}{2}\right)$ et $\tilde{\sigma} = s$

En remplaçant dans (1), le résultat bi-centennal est obtenu :

$$\text{Résultat}_{\text{Immobilier}}^{N+1} = \exp\left(q_{\mathcal{N}\left(\ln(VM_{\text{immobilier}}^N) + \left(m - \frac{s^2}{2}\right), s\right)}^{0.5\%}\right) - VM_{\text{immobilier}}^N$$

Où $q_{\mathcal{N}\left(\ln(VM_{\text{immobilier}}^N) + \left(m - \frac{s^2}{2}\right), s\right)}^{0.5\%}$ est le quantile à 0.5% de la loi normale $\mathcal{N}\left(\ln(VM_{\text{immobilier}}^N) + \left(m - \frac{s^2}{2}\right), s\right)$

Par suite, le montant de la pénalité à appliquer est :

$$\frac{\text{Résultat}_{\text{immobilier}}^{N+1}}{VM_{\text{immobilier}}^N} - 1$$

- *Critique du risque de Spread*

Ce risque est réévalué lorsque la valeur de marché des obligations souveraines de l'EEE est significative.

Il s'agit alors d'attribuer des notations aux états de l'EEE pour ainsi prendre en compte leur probabilité de défaut. Les agences de notations fournissent les notations de ces états :

Notation des pays de la zone euro au 19 août 2017	
Pays	Notation Standard & Poors
 Allemagne	AAA
 Autriche	AA
 Belgique	AA
 Chypre	BB
 Espagne	BBB
 Estonie	AA
 Finlande	AA
 France	AA
 Grèce	B
 Irlande	A
 Italie	BBB
 Lettonie	A
 Luxembourg	AAA
 Malte	A
 Pays-Bas	AAA
 Portugal	BB
 Slovaquie	A
 Slovénie	A

Figure 15 : Notation Standard & Poors des pays de la zone Euro

Ensuite, le calcul du risque de spread se fait comme précisé dans le paragraphe I.1.2.4 en appliquant les mêmes facteurs de stress indiqués dans le Règlement Délégué pour les états non membres de l'EEE à la valeur de marché de l'obligation.

- *Critique du risque de primes*

Après étude de données s'étalant sur une période de neuf ans et composées d'entreprises de trente pays différents (le rapport EIOPA 11/163 du 12 décembre 2011 contient la liste de ces pays), l'EIOPA a évalué l'écart-type du risque de primes pour chaque branche en Santé NSLT.

Afin d'estimer la volatilité réelle relative au risque de tarification, il pourrait être calculé la volatilité historique des S/P économiques. Cette méthode est utilisée par les organismes d'assurances si les ratios Prestations à l'ultime sur Cotisations ne présentent pas de tendance particulière.

En effet, l'utilisation d'un modèle mathématique n'apporterait pas de plus-value dans le cas où aucune tendance n'est observée.

- *Critique du risque de Réserves*

L'écart- type du risque de réserves a été calibré par l'EIOPA pour toutes les branches en santé NSLT.

Pour réévaluer le risque de réserves propre à chaque organisme, il pourrait être appliqué la méthode de Merz & Wuthrich conformément à ce qui est écrit dans l'annexe XVII du Règlement Délégué. Cette méthode propose de quantifier l'erreur de prédiction du résultat de développement de sinistre ou CDR (Claim Development Result).

Qu'est-ce que le CDR ?

Les cadences de règlement d'un sinistre pouvant s'étendre sur plusieurs années, le but est d'estimer la charge de sinistres à l'ultime pour avoir une idée de la provision dont il faut disposer pour pouvoir honorer toutes les prestations.

Dans ce paragraphe, il sera utilisé les mêmes notations de l'article de Merz et Wulthrich « Modelling The Claims Development Result For Solvency Purposes » publié en 2008. La notation $C_{i,j}$ représente le montant de prestations cumulées pour un sinistre survenu l'année i jusqu'à l'année de développement j . Ainsi avec $i \in \{1, \dots, I\}$ et $j \in \{1, \dots, J\}$, $C_{i,j}$ représente la charge de prestations cumulées à l'ultime pour un sinistre survenu l'année i . Les estimations de $C_{i,j}$ varient selon l'année de l'évaluation, car l'information disponible est différente d'une année à une autre.

En notant D_I l'information disponible l'année I , l'estimation de $C_{i,j}$ sachant D_I est différente de l'estimation de $C_{i,j}$ sachant D_{I+1} . Autrement dit :

$$E(C_{i,j}|D_I) \neq E(C_{i,j}|D_{I+1})$$

Le CDR entre les années I et $I+1$ se définit alors comme la différence de ces estimations :

$$CDR_i(I + 1) = E(C_{i,j}|D_I) - E(C_{i,j}|D_{I+1})$$

Il s'agit du CDR réel qui est différent du CDR observable noté $C\hat{D}R_i(I + 1)$.

En effet, Le CDR observable est un prédicteur \mathcal{D}_N - mesurable du CDR réel.

$$C\hat{D}R_i(I + 1) = \hat{C}_{i,j}^I - \hat{C}_{i,j}^{I+1}$$

En notant $\hat{C}_{i,j}^I$ et $\hat{C}_{i,j}^{I+1}$ comme des estimateurs non biaisés de $E(C_{i,j}|D_I)$ et $E(C_{i,j}|D_{I+1})$, nous avons :

$$\hat{C}_{i,j}^I = C_{i,I-1} \hat{f}_{I-1}^I \dots \hat{f}_{j-2}^I \hat{f}_{j-1}^I, j \geq I - i$$

$$\hat{f}_j^I = \frac{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j+1}}{S_j^I} \text{ et } S_j^I = \sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j}$$

Les hypothèses permettant d'appliquer la méthode de Merz & Wüthrich sont les suivantes :

- Les années de survenance doivent être indépendantes (H1)
- Les $(C_{i,j})_{j \geq 0}$ sont tels qu'il existe des constantes $f_j > 0, \sigma_j > 0$ telles que pour tout $0 \leq i \leq I$ et pour tout $0 \leq j \leq J$:

$$E[C_{i,j}|C_{i,j-1}] = f_{j-1} C_{i,j-1} \quad (H2)$$

$$Var[C_{i,j}|C_{i,j-1}] = \sigma_{j-1}^2 C_{i,j-1} \quad (H3)$$

Merz et Wüthrich expliquent qu'il existe deux approches pour déterminer l'erreur de prédiction du CDR :

- La première est une approche prospective qui mesure l'incertitude entre la valeur nulle et le CDR observable :

$$mse_{\widehat{CDR}_i(I+1)|D_I}(0) = E\left(\left(\widehat{CDR}_i(I+1) - 0\right)^2 | D_I\right)$$

- La seconde est une approche rétrospective analysant la distance entre le CDR réel et observable

$$mse_{CDR_i(I+1)|D_I}\left(\widehat{CDR}_i(I+1)\right) = E\left(\left(CDR_i(I+1) - \widehat{CDR}_i(I+1)\right)^2 | D_I\right)$$

L'estimateur de la variance du CDR est:

$$\widehat{V}(CDR_i(I+1)|D_I) = (\hat{C}_{i,j}^I)^2 * \hat{\Phi}_i^I$$

$$\text{Avec } \hat{\Phi}_i^I = \frac{\hat{\sigma}_{I-i}^2 / (\hat{f}_{I-i}^I)^2}{C_{i,I-i}} \text{ et } \hat{\sigma}_j^2 = \frac{1}{I-j-1} \sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j} \left(\frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}} - \hat{f}_j \right)^2$$

Les erreurs de prédictions en vision prospective et rétrospective peuvent respectivement être estimées par :

$$\widehat{mse}_{\widehat{CDR}_i(I+1)|D_I}(0) = (\hat{C}_{i,j}^I)^2 (\hat{f}_{i,I}^I + \hat{\Delta}_{i,I}^I)$$

$$\text{et } \widehat{mse}_{CDR_i(I+1)|D_I}\left(\widehat{CDR}_i(I+1)\right) = (\hat{C}_{i,j}^I)^2 (\hat{\Phi}_{i,I}^I + \hat{\Delta}_{i,I}^I)$$

Avec :

$$\hat{\Delta}_{i,j}^I = \frac{\hat{\sigma}_{I-i}^2 / (\hat{f}_{I-i}^I)^2}{S_{I-i}^I} + \sum_{j=I-i+1}^{I-1} \left(\frac{C_{I-j,j}}{S_j^{I+1}} \right)^2 \frac{\hat{\sigma}_j^2 / (\hat{f}_j^I)^2}{S_j^I}$$

$$\hat{\Phi}_{i,I}^I = \sum_{j=I-i+1}^{I-1} \left(\frac{C_{I-j,j}}{S_j^{I+1}} \right)^2 * \frac{\hat{\sigma}_j^2 / (\hat{f}_j^I)^2}{C_{I-j,j}}$$

$$\hat{\Gamma}_{i,I}^I = \hat{\Phi}_{i,I}^I + \hat{\Psi}_i^I \geq \hat{\Phi}_{i,I}^I$$

Afin d'estimer l'erreur de prédiction totale des provisions, nous ne pouvons pas sommer les estimateurs de l'erreur de prédiction du CDR de chaque année de survenance. La variabilité à un an des provisions se détermine donc par l'erreur de prédiction du CDR observable agrégée :

$$\widehat{mse}_{\sum_i \widehat{CDR}_i(I+1)|\mathcal{D}_I}(0) = \sum_i \widehat{mse}_{\widehat{CDR}_i(I+1)|\mathcal{D}_I}(0) + 2 \sum_{0 < i < k} \hat{C}_{i,j}^I \hat{C}_{k,j}^I \left[\frac{\hat{\sigma}_{I-i}^2 / (\hat{f}_{I-i}^I)^2}{S_{I-i}^I} + \sum_{j=I-i+1}^{I-1} \left(\frac{C_{I-j,j}}{S_j^{I+1}} \right)^2 \frac{\hat{\sigma}_j^2 / (\hat{f}_j^I)^2}{S_j^I} \right]$$

Dans le cadre de l'ORSA, le risque de réserves peut ainsi être réévalué afin de déterminer la volatilité propre à l'organisme.

Une fois que les risques de la formule standard ont été recalibrés, les nouveaux montants d'exigence en capital obtenus sont agrégés comme indiqué dans le paragraphe I.1.2 grâce à la même matrice de corrélation construite par l'EIOPA. Ainsi, il est obtenu le montant du SCR vision ORSA.

1.2.2 Ajout des nouveaux risques

Pour obtenir le BGS, il est ajouté au SCR vision ORSA le montant des nouveaux risques. Ceux-ci sont considérés comme étant indépendants des risques de la formule standard. Le montant des nouveaux risques est estimé et chiffré par la fonction de gestion des risques.

En effet, celle-ci établit la cartographie des nouveaux risques auxquels fait face l'organisme. Lorsque les nouveaux risques sont indépendants (par exemple le risque d'absence d'un PCA et le risque réglementaire), le coefficient de corrélation entre les nouveaux risques est nul et la formule de calcul du BGS est la suivante :

$$\text{BGS} = \text{SCR Vision ORSA} + \sqrt{\sum_{i=1}^n \text{Nouveau risque}_i^2}$$

Si les nouveaux risques sont corrélés entre eux, une matrice de corrélation doit être établie. Dans ce cas la formule devient :

$$\text{BGS} = \text{SCR Vision ORSA} + \sqrt{\sum_{i=1}^n \text{Nouveau risque}_i^2 + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n \sigma_{i,j} * \text{Nouveau risque}_i * \text{Nouveau risque}_j}$$

Où $\sigma_{i,j}$ est le coefficient de corrélation entre le Nouveau risque_i et le Nouveau risque_j.

Dès lors que le montant du BGS a été obtenu, l'appétence global au risque peut se calculer.

1.3 Indicateurs d'appétence

Plusieurs indicateurs peuvent définir l'appétence au risque. Il peut s'agir d'indicateurs de solvabilité, de performance financière, de performance technique ou de performance totale.

Dans le cadre de ce mémoire, deux indicateurs sont proposés pour définir l'appétence au risque :

- *Ratio de couverture du SCR*
Le ratio de couverture est un indicateur très utilisé et connu du Conseil d'Administration. Il permet de vérifier le respect de la contrainte réglementaire.
- *Le résultat net comptable*
Le résultat net comptable permet d'appréhender la rentabilité du portefeuille (technique et financier).

Remarque :

Il est important d'étudier les résultats au bout du plan stratégique afin d'avoir une vision à moyen terme de l'impact de la perte décennale survenue à horizon un an. En effet, les conséquences du risque pourraient être acceptables la première année, mais pas forcément au bout du plan de planification de l'organisme. De plus, cela permet d'analyser l'évolution du scénario retenu sur le moyen terme en ne prenant pas en considération d'actions correctrices ou de changements de l'allocation d'actifs.

Les indicateurs retenus vont être étudiés dans le cadre de deux visions :

- **Une vision centrale** permettant d'étudier l'évolution du résultat et du ratio de solvabilité afin d'appréhender la rentabilité de la stratégie.
- **Une vision perte décennale** permettant d'étudier l'évolution de la vision centrale en cas de survenance de la perte décennale. Cette vision permet d'appréhender le risque engendré par la stratégie.

2. Quelle déclinaison pour quelle stratégie ?

Nous disposons à présent du montant d'appétence au global. Une question se pose : Comment allouer ce montant entre les différentes branches ?

De nos jours, plusieurs méthodes de déclinaison du montant d'appétence sont proposées dans la littérature des sciences actuarielles :

- Méthode proportionnelle
- Méthode marginale
- Méthode de Shapley
- Méthode d'Euler

Cependant, ces méthodes nous poussent à nous poser la question de l'optimalité d'une allocation. Certaines méthodes sont mieux adaptées pour des questions spécifiques. Dans le cadre de ce mémoire, nous proposerons trois méthodes de déclinaison.

La première sera une déclinaison par optimisation du résultat net. Cette méthode est intéressante lorsque l'organisme a pour stratégie d'améliorer la rentabilité tout en respectant son appétence.

La seconde méthode sera une déclinaison par optimisation du résultat net tout en maximisant le ratio de couverture. Cette méthode est intéressante lorsque l'organisme accorde aussi une grande importance à son ratio de couverture.

La dernière sera une déclinaison par optimisation du gain de diversification.

2.1 Optimisation du Résultat

Le but de cette méthode est de proposer à un organisme une autre allocation que celle du scénario central qui optimiserait son résultat au 31/12/2018 tout en respectant l'appétence globale déterminée dans la partie 1. Les variables dans cette partie seront :

- En marché :
 - La part action α^3 au 31/12/2017
 - La part obligation β au 31/12/2017
 - La part monétaire δ au 31/12/2017

Nous ne ferons pas varier les investissements immobiliers λ et les participations stratégiques μ . En effet, ces deux types d'actifs ne sont pas liquides.

³ Nous garderons ces mêmes notations tout au long de ce mémoire

La somme des allocations doit toujours être égale à un. Nous considérons que l'allocation d'actifs trouvée au 31/12/2017 sera constante pour toutes les années suivantes dans le Business Plan.

- En santé :
 - Seulement l'évolution du chiffre d'affaires des contrats collectifs η au 31/12/2017 sous contrainte que $0 \leq \eta \leq 30\%$. En effet, dans le cadre de notre exemple la mutuelle souhaite développer essentiellement le nombre de gammes dédiées aux branches professionnelles. Cependant, ce développement doit être plausible, c'est pour cela qu'il sera borné. Nous choisissons de ne pas faire dévier les contrats individuels de l'évolution qui leur est prévue dans le cadre du scénario central.

D'abord, nous résoudrons le problème d'optimisation suivant dans une vision centrale c'est-à-dire sans survenance de la perte décennale :

$$\text{Max}_{\alpha, \beta, \delta, \eta} \text{Résultat}_{2018}$$

Sous contraintes :

- $\alpha, \beta, \delta, \eta > 0$
- $0 \leq \eta \leq 30\%$
- $\alpha + \beta + \delta + \lambda + \mu = 1$

En second lieu, nous résoudrons de la même façon le problème d'optimisation suivant :

$$\text{Min}_{\alpha, \beta, \delta, \eta} \text{Résultat}_{2018}$$

Sous contraintes :

- $\alpha, \beta, \delta, \eta > 0$
- $0 \leq \eta \leq 30\%$
- $\alpha + \beta + \delta + \lambda + \mu = 1$

Nous disposons ainsi de l'allocation qui maximiserait le résultat de 2018 et celle qui le minimiserait.

Ensuite, nous parcourrons l'intervalle $[\text{Min Résultat}_{2018}, \text{Max Résultat}_{2018}]$ par pas de 1%. S'agissant d'un algorithme de pas-à-pas, la solution est différente selon le point de départ.

Dans le cadre de ce mémoire, le point de départ de chaque itération sera la solution du problème précédent. Pour chacun des résultats est obtenue une allocation spécifique qui permettrait de l'atteindre. Au final, nous disposons de 101 scénarios possibles en vision centrale.

A chacun de ces scénarios projetés sur 5 ans est associé un résultat, une allocation d'actifs, un ratio de couverture et un SCR. Puis, pour chacun de ces scénarios, nous calculons la perte décennale pour ainsi avoir une vision décennale.

Bien que dans cette partie l'intérêt est porté sur le résultat, nous nous intéresserons également au ratio de couverture afin de choisir les scénarios les plus pertinents.
Pour effectuer ce choix, nous procéderons selon cinq étapes.

Étape 1

La première étape consiste à éliminer toutes les stratégies qui ne respectent pas l'appétence de l'organisme. Pour cela, les stratégies ayant un ratio et/ou un résultat en vision décennale inférieur à celui de l'appétence déclarée sont considérées comme des stratégies inadmissibles. De plus, au cours de cette première étape, nous pouvons déterminer les limites opérationnelles, c'est-à-dire à partir de quelle allocation l'appétence est dépassée dans le cadre de cette méthode de déclinaison.

Étape 2

La seconde étape consiste à choisir la stratégie la plus rentable en 2018. Pour cela, il suffit de prendre le scénario ayant le résultat le plus élevé.

Étape 3

Pour la troisième étape, nous choisirons la stratégie qui sera à la fois la plus rentable et la plus solvable au 31/12/2018. Pour cela, nous calculerons la distance euclidienne entre le point (Résultat au 31/12/2018, Ratio au 31/12/2018) et l'origine (0,0). Dans le cadre de cette partie, nous accorderons la même importance au ratio ainsi qu'au résultat. Cela ne sera pas le cas dans la partie III.

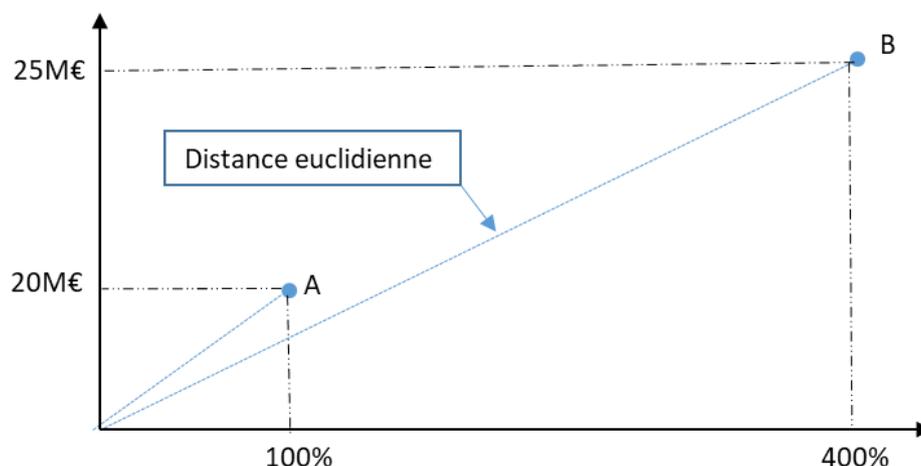


Figure 16 : Exemple d'évaluation de la distance euclidienne

La distance euclidienne sera donc vue comme une relation d'ordre S pour chaque stratégie où $S(\text{Résultat}, \text{Ratio}) = \sqrt{\text{Résultat}^2 + \text{Ratio}^2}$. La stratégie ayant la plus grande relation d'ordre S sera retenue.

Le résultat étant exprimé en millions et le ratio en pourcentage, il est important de de les exprimer dans un ordre de grandeur similaire. Pour cela, tous les résultats obtenus seront divisés par le plus grand résultat sur les 4 ans pour au final être compris dans l'intervalle [0,1]. Nous ferons de même pour les ratios.

Pourquoi vouloir un ratio et un résultat du même ordre de grandeur ?

La différence des ordres de grandeur a pour conséquence une absence d'influence du ratio de solvabilité sur la distance euclidienne comme il est démontré dans l'exemple ci-dessous :

Soit les deux stratégies suivantes :

- Stratégie 1 : Résultat = 22 M€ et Ratio = 400%
- Stratégie 2 : Résultat = 22,001M€ et Ratio = 100%

La meilleure stratégie est la première puisqu'elle permet d'avoir à la fois un bon résultat et un bon ratio contrairement à la stratégie 2 qui a un ratio à la limite de la contrainte réglementaire.

Cependant, en calculant la distance euclidienne de l'origine pour les deux stratégies nous obtenons :

- Distance 1 = $\sqrt{22\,000\,000^2 + 4^2} = 22\,000\,000$
- Distance 2 = $\sqrt{22\,001\,000^2 + 1^2} = 22\,001\,000$

En suivant notre raisonnement, nous aurions tendance à choisir la stratégie 2. D'où la nécessité de rendre le ratio et résultat du même ordre en divisant chacun par le ratio ou le résultat maximale :

- Distance 1 = $\sqrt{\left(\frac{22\,000\,000}{22\,001\,000}\right)^2 + \left(\frac{4}{1}\right)^2} = 1.4141$
- Distance 2 = $\sqrt{\left(\frac{22\,001\,000}{22\,001\,000}\right)^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2} = 1.0308$

Ainsi, le choix de la stratégie la plus rentable et solvable en 2018 se porte sur la stratégie 1.

Étape 4

La quatrième étape consiste à choisir la stratégie la plus rentable sur tout le plan stratégique. Pour cela il suffit de prendre le scénario ayant le résultat cumulé le plus élevé. Nous effectuerons alors une somme pondérée des résultats sur 4 ans pour chaque stratégie.

En effet, afin de tenir compte de la probabilité d'occurrence des projections selon leur horizon de temps, nous choisissons d'appliquer la pondération suivante :

Résultat selon l'année	Facteur de crédibilité
Résultat 2018	60%
Résultat 2019	20%
Résultat 2020	15%
Résultat 2021	5%

Tableau 3 : Facteur de crédibilité par année de projection

Étape 5

La dernière étape consiste à choisir la stratégie qui est à la fois la plus rentable et la plus solvable sur les quatre années du plan stratégique et pas seulement en 2018 afin de considérer également les niveaux de rentabilité et de solvabilité à un horizon 4 ans. Pour cela, nous calculerons d'abord la distance euclidienne entre le Ratio et le Résultat pour chaque année comme précédemment.

Puis, nous calculerons le coefficient directeur du couple (ratio, résultat) d'une année à une autre pour chaque scénario afin de connaître la vitesse d'évolution de chaque stratégie :

Soit une stratégie qui admet pour résultat (respectivement ratio) 21M€ (respectivement 323%) en 2018 et 28M€ (respectivement 332%) en 2019. Sa vitesse d'évolution peut s'exprimer à l'aide du coefficient directeur :



Figure 17 : Évaluation du coefficient directeur

Le coefficient directeur pour passer du point 2018 à 2019 est de 0.1432

La stratégie ayant la plus grande somme pondérée des distances euclidiennes sur les quatre années ainsi que la plus grande vitesse d'évolution (autrement dit, la plus grande somme pondérée des coefficients directeurs sur les quatre années) sera la solution. Pour la somme pondérée de la distance euclidienne, nous prendrons une somme pondérée selon les années comme dans l'étape 3. Pour la somme pondérée des coefficients directeurs nous prendrons les facteurs de crédibilité suivants :

Évolution de 2018 à 2019	70%
Évolution de 2019 à 2020	20%
Évolution de 2020 à 2021	10%

Tableau 4 : Facteurs de crédibilité des coefficients directeurs par année de projection

Ainsi, selon les objectifs de l'organisme, cette méthodologie nous permet d'obtenir quatre stratégies avec quatre allocations respectant toutes l'appétence déclarée :

	Étape 1	Étape 2	Étape 3	Étape 4	Étape 5
La stratégie la plus rentable à horizon 1 an	+	+			
La stratégie la plus rentable et solvable à horizon 1 an	+		+		
La stratégie la plus rentable à horizon 5 an	+			+	
La stratégie la plus rentable et solvable à horizon 5 an	+				+

Tableau 5 : Synthèse des étapes par stratégie

2.2 Optimisation du Résultat et du Ratio de couverture

Le but de cette méthode est de proposer à un organisme une autre allocation que celle du scénario central qui optimiserait son résultat au 31/12/2018 et qui maximiserait son ratio de couverture tout en respectant l'appétence globale déterminée dans la partie 1. Les variables dans cette partie seront encore :

- En marché :
 - La part action α au 31/12/2017
 - La part obligation β au 31/12/2017
 - La part monétaire δ au 31/12/2017

Là encore, nous ne ferons pas varier les investissements immobiliers λ et les participations stratégiques μ , n'étant pas liquides.

La somme des allocations doit toujours être égale à 1. Nous considérons également que l'allocation d'actifs trouvée au 31/12/2017 sera constante pour toutes les années suivantes dans le Business Plan.

- En santé :
 - Seulement l'évolution du chiffre d'affaires des contrats collectifs η au 31/12/2017 sous contrainte que $0 \leq \eta \leq 30\%$. En effet, dans le cadre de notre exemple la mutuelle souhaite développer essentiellement le nombre de gammes dédiées aux branches professionnelles. Cependant, ce développement doit être plausible, c'est pour cela qu'il sera borné. Nous choisissons de ne pas faire dévier les contrats individuels de l'évolution qui leur est prévue dans le cadre du scénario central.

D'abord, nous résoudrons le problème d'optimisation suivant dans une vision centrale c'est-à-dire sans survenance de la perte décennale :

$$\text{Max}_{\alpha, \beta, \delta, \eta} \text{Résultat}_{2018}$$

Sous contraintes :

- $\alpha, \beta, \delta, \eta > 0$
- $0 \leq \eta \leq 30\%$
- $\alpha + \beta + \delta + \lambda + \mu = 1$

En second lieu, nous résoudrons de la même façon le problème d'optimisation suivant :

$$\text{Min}_{\alpha, \beta, \delta, \eta} \text{Résultat}_{2018}$$

Sous contraintes :

- $\alpha, \beta, \delta, \eta > 0$
- $0 \leq \eta \leq 30\%$
- $\alpha + \beta + \delta + \lambda + \mu = 1$

Nous disposons ainsi du résultat maximal qu'il est possible d'obtenir ainsi que du résultat minimal.

Ensuite, nous parcourrons l'intervalle [Min Résultat₂₀₁₈ , Max Résultat₂₀₁₈] par pas de 1%.

Pour chacun des résultats est alors déterminé l'allocation qui permettrait de maximiser le ratio de couverture.

Cela se traduit par la résolution du problème d'optimisation suivant :

$$\text{Max}_{\alpha, \beta, \delta, \eta} \text{Ratio}_{2018}$$

Sous contraintes :

- $\alpha, \beta, \delta, \eta > 0$
- $0 \leq \eta \leq 30\%$
- Résultat = Résultat_i
- $\alpha + \beta + \delta + \lambda + \mu = 1$

Au final, nous disposons de 101 scénarios possibles en vision centrale.

A chacun de ces scénarios projetés sur 5 ans est associé un résultat, une allocation d'actifs maximisant le ratio de couverture en 2018 et un SCR. Puis, pour chacun de ces scénarios, nous calculons la perte décennale pour ainsi avoir une vision décennale.

Ensuite, nous appliquerons les mêmes étapes que dans la partie II.2.1 pour déterminer les stratégies les plus rentables et solvables.

2.3 Optimisation de la diversification

La diversification étant la différence entre la somme des SCR et leur agrégation, le but de cette méthode est de proposer à un organisme une autre allocation qui optimiserait la diversification d'un SCR cible tout en respectant l'appétence globale déterminée dans la partie 1.

Par soucis de simplification, nous optimiserons la diversification uniquement en modules. Le risque de contrepartie n'intervenant ni dans le résultat ni dans les rendements des actifs, il ne sera pas dévié de sa trajectoire centrale. Nous avons donc deux modules variables :

- Risque Marché ψ
- Risque Santé NSLT φ

D'abord, nous résoudrons le problème d'optimisation suivant dans une vision centrale c'est-à-dire sans survenance de la perte décennale :

$$\text{Max}_{\psi, \varphi} \text{Diversification}_{2017}$$

Sous contraintes :

- $BSCR_{2017} = BSCR_{cible}$

Ensuite, une fois que nous disposons des montants solutions du modèle d'optimisation précédent, nous pouvons déterminer $\alpha, \beta, \delta, \eta$ qui permettraient de les atteindre.

Puis, nous résoudrons de la même façon le problème d'optimisation suivant :

$$\text{Min}_{\psi, \varphi} \text{Diversification}_{2017}$$

Sous contraintes :

- $BSCR_{2017} = BSCR_{cible}$

Nous disposons ainsi de l'allocation qui maximiserait la diversification au 31/12/2017 et celle qui la minimiserait. Ensuite, nous parcourons l'intervalle [Min Diversification₂₀₁₇, Max Diversification₂₀₁₇] par pas de 1%.

Pour chacun des pas de diversification sont alors obtenus les montants de modules de risques qui permettraient de l'atteindre. Et pour chaque montant de module de risque nous pouvons déterminer l'allocation qui permettrait de l'atteindre (α, β, δ pour le module de marché et η pour le module Santé NSLT).

Comme dans la méthode d'optimisation du résultat, nous disposons finalement de 101 scénarios possibles en vision centrale. A chacun de ces scénarios projetés sur 5 ans est associé un résultat, une allocation d'actifs, un ratio de couverture et le même SCR cible avec des niveaux de diversifications différents.

Nous considérons que l'allocation trouvée au 31/12/2017 sera constante pour toutes les années suivantes dans le Business Plan. Puis, pour chacun de ces scénarios, nous calculons la perte décennale pour ainsi avoir une vision décennale.

Ensuite, nous appliquerons les mêmes étapes que dans la partie II.2.1 pour déterminer les stratégies les plus rentables et solvables.

3. Application à un cas pratique

3.1. Présentation générale de Mutélia

Pour la suite de nos études, nous nous baserons sur une mutuelle que nous appellerons "Mutélia" dont les données ont été anonymisées. Cette mutuelle se situe dans une région du nord de la France et est soumise aux dispositions du Livre II du Code de la Mutualité.

Mutélia se compose de deux segments d'activité :

- Le segment d'activité « Remboursement des frais de soins »
- Le segment d'activité « Autre assurance vie » qui regroupe les garanties Obsèques (garanties décès viagères)

Pour plus de 99 % du chiffre d'affaires net de taxe et de réassurance, la santé non similaire à la vie est le risque principalement porté par Mutélia. Les 1 % restant concernent les garanties obsèques intégrées dans le risque vie.

Afin de répondre aux accords de branche sur les frais de santé qui se sont fortement développés depuis l'ANI du 11 janvier 2013, Mutélia a développé significativement le nombre de gammes dédiées aux branches professionnelles.

Information générale sur les données :

Les données utilisées dans le cadre de ce mémoire sont issues de données réelles fournies par le cabinet Actuelia ayant été anonymisées afin de respecter la politique de confidentialité du cabinet envers ses clients.

Les données en question proviennent d'une mutuelle Santé ayant deux segments d'activités à savoir les segments frais de soins et assurance vie (Obsèques). Les fichiers transmis au cabinet Actuelia et qui ont par la suite fait l'objet d'un retraitement sont les suivants :

- Un fichier relatif aux résultats comptables de l'exercice 2016,
- Un fichier Excel présentant un historique des ratios Prestations/Cotisations depuis quatre ans,
- Un triangle cumulé des règlements des Prestations au 31/12/2016,
- Les QRT transmis à l'ACPR.

Les données ont été retraitées en multipliant l'ensemble des données fournies par un chiffre aléatoire entre 1 et 5.

Fiche d'identité de Mutélia au 31/12/2016 :

Actif	Valeur Comptable	Valeur Economique
Immobilisations Incorporelles	4 139 M€	0 M€
Actifs d'impôts différés	0 M€	11 298 M€
Immobilisations corporelles détenues pour usage propre	45 277 M€	61 975 M€
Placements	771 234 M€	846 185 M€
Prêt et prêts hypothécaires	2 368 M€	2 372 M€
Montants recouvrables au titre des contrats de réassurance	5 449 M€	- 2 353 M€
Dépôts auprès des cédentes	1 310 M€	1 310 M€
Créances	79 270 M€	79 270 M€
Trésorerie et équivalents de trésorerie	81 853 M€	81 853 M€
Compte de régularisation-Actif	3 170 M€	3 170 M€
Total Actif	994 070 M€	1 085 080 M€

Passif	Valeur Comptable	Valeur Economique
Provisions Techniques non-vie Santé NSLT	84 269 M€	110 617 M€
<i>Best Estimate</i>	0 M€	98 860 M€
<i>Risk margin</i>	0 M€	11 757 M€
Provisions techniques Vie	3 401 M€	3 384 M€
<i>Best Estimate</i>	0 M€	3 243 M€
<i>Risk margin</i>	0 M€	141 M€
Autres provisions	13 340 M€	13 340 M€
Passifs d'impôts différés	0 M€	11 298 M€
Dettes envers des établissements de crédit	4 665 M€	4 665 M€
Dettes nées d'opérations d'assurance	31 290 M€	31 290 M€
Dettes nées d'opérations de réassurance	3 539 M€	3 539 M€
Autres dettes	80 040 M€	80 040 M€
Autres comptes de régularisations	1 457 M€	1 457 M€
Total Passif	222 001 M€	259 629 M€

Excédent d'actif sur passif	772 068 M€	825 451 M€
------------------------------------	-------------------	-------------------

Tableau 6 : Bilan Comptable de Mutélia

Compte de Résultat non technique	Total 2016
Résultat technique des opérations non-vie	-31,7 M€
Résultat technique des opérations vie	0,03 M€
Produits des placements	34,2 M€
Produits des placements alloués du compte technique vie	0,0 M€
Charges des placements	6,8 M€
Produits des placements transférés au compte technique non-vie	2,5 M€
Autres produits non techniques	0,0 M€
Autres charges non techniques	1,2 M€
Résultat exceptionnel	1,5 M€
Impôts sur le résultat	-0,5 M€
Résultat de l'exercice	-6,0 M€
Cotisations acquises brutes	893,2 M€

Tableau 7 : Informations comptables sur Mutélia

Information sur le SCR au 31/12/2016	
SCR Vie	1,6 M€
SCR Santé	151,4 M€
SCR Marché	128,2 M€
SCR Contrepartie	17,4 M€
BSCR	228,1 M€
SCR Opérationnel	26,9 M€
SCR	255,0 M€
Fonds Propres Economiques	825,4 M€
Ratio de couverture SCR	324%

Tableau 8 : Résultats prudentiels de Mutélia

Plan d'affaires et évaluation prospective de l'activité :

Pour la suite des travaux, nous supposons que le Business Plan de notre exemple s'articule comme suit :

- *Hypothèses d'évolution des primes*

Le business plan a été effectué sur la base d'une évolution des cotisations des activités existantes de 4,5% en moyenne.

Cotisations brutes	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Individuel	482,7 M€	486,3 M€	500,4 M€	514,8 M€	526,9 M€	535,1 M€
Collectif 1	258,0 M€	271,4 M€	298,8 M€	328,6 M€	348,6 M€	373,4 M€
Collectif 2	142,9 M€	208,7 M€	198,2 M€	191,2 M€	194,8 M€	198,6 M€
Vie	9,6 M€	9,5 M€	9,7 M€	9,9 M€	10,0 M€	10,2 M€

Tableau 9 : Hypothèses sur l'évolution prospective du chiffre d'affaires

- *Hypothèses d'évolution de la sinistralité*

Le compte de résultat prévisionnel de Mutélia a été établi sur la base des taux de S/P fixés par le conseil d'administration :

S/P	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Individuel	84%	72%	71%	70%	70%	70%
Collectif 1	96%	95%	94%	93%	89%	85%
Collectif 2	86%	86%	86%	85%	85%	85%
Vie	70%	82%	83%	83%	84%	84%

Tableau 10 : Hypothèses sur l'évolution prospective du ratio S/P

- *Hypothèses d'évolution des frais*

	2017	2018	2019	2020	2021
Frais d'administration	6%	6%	6%	6%	6%
Frais d'acquisition	6%	6%	6%	6%	6%

Tableau 11 : Hypothèses sur l'évolution des frais

- *Hypothèses économiques et financières*

Le tableau ci-dessous présente l'allocation d'actifs prise en compte dans le business plan :

	2017	2018	2019	2020	2021
Actions cotées	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%
Actions non cotées	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%
Obligations d'Etats	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
Obligations d'Entreprises	54,8%	54,8%	54,8%	54,8%	54,8%
Monétaires	11,6%	11,6%	11,6%	11,6%	11,6%
Immobilier	13,3%	13,3%	13,3%	13,3%	13,3%
Participations stratégiques	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%

Tableau 12 : Hypothèses sur l'évolution prospective de l'allocation d'actifs

Le conseil d'administration a supposé que les rendements financiers restent identiques entre 2017 et 2021 :

	2017	2018	2019	2020	2021
Actions cotées	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Actions non cotées	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Obligations Etat	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Obligations Autres	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
Monétaires	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
Immobilier	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Participations stratégiques	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tableau 13 : Hypothèses sur l'évolution prospective du rendement des actifs

Une fois les hypothèses fixées, l'évaluation prospective de l'activité de Mutélia (ou le scénario central) a été établie. Le tableau ci-dessous présente la projection du résultat net ainsi que des indicateurs de solvabilité SII :

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	-6,0 M€	29,4 M€	33,6 M€	43,2 M€	56,3 M€	70,8 M€
SCR	255,0 M€	277,4 M€	287,6 M€	299,1 M€	312,4 M€	322,0 M€
Fonds Propres Economiques	825,4 M€	843,7 M€	885,3 M€	930,1 M€	991,4 M€	1 185,3 M€
Ratio de couverture SCR	324%	304%	308%	311%	317%	368%

Tableau 14 : Évolution prospective des résultats prudentiels

L'année 2016 est une année exceptionnelle marquée par un faible résultat technique.

3.2. Calcul du BGS de Mutélia

Dans le cadre de l'ORSA, Mutélia procède à la vérification des hypothèses sous-jacentes à la formule standard.

Cette vérification porte sur les risques principaux portés par Mutélia à savoir le SCR marché (en particulier immobilier et spread) au 31/12/2016 et le SCR de souscription Santé au 31/12/2016.

- *Critique du risque Immobilier*

Le SCR Immobilier de Mutélia s'élève à 28.2 M€. Il s'agit ici d'appliquer la méthodologie développée en II.1.2.1.

La localisation des biens immobiliers de Mutélia, situés exclusivement sur une région du nord de la France, justifie l'analyse de la pénalité à appliquer afin de refléter précisément les risques immobiliers de l'organisme d'assurance. La pénalité à lui appliquer est calculée en fonction de l'évolution des indices de l'immobilier dans la région sur les quinze dernières années environ.

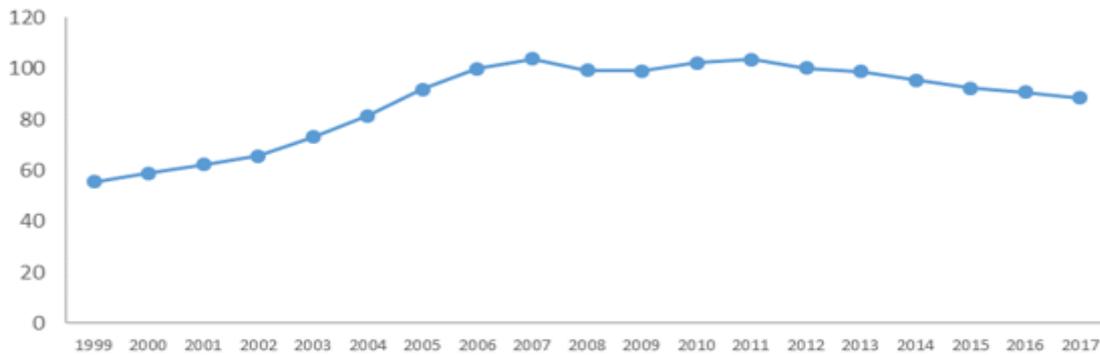


Figure 18 : Historique de l'évolution des indices de l'immobilier

Année	Indice	Log Rendement
2000	58,83	5,87%
2001	62,38	5,13%
2002	65,66	10,63%
2003	73,03	10,96%
2004	81,49	11,97%
2005	91,85	8,54%
2006	100,03	3,75%
2007	103,86	-4,54%
2008	99,25	-0,26%
2009	98,99	3,26%
2010	102,27	1,34%
2011	103,65	-3,46%
2012	100,12	-1,35%
2013	98,78	-3,35%
2014	95,52	-3,46%
2015	92,27	-1,77%
2016	90,65	-2,42%
2017	88,49	

Moyenne	0,024
Ecart Type	5,62%

Tableau 15 : Moyenne et écart-type des log rendement des indices immobilier

D'après II.1.2.1, $\ln(VM_{immobilier}^{2017}) \sim \mathcal{N}(\ln(VM_{immobilier}^{2016}) + (m - \frac{s^2}{2}), s)$

Avec $m = 0.024$ et $s = 5.62\%$.

Dans le cas de Mutélia, $VM_{immobilier}^{2016} = 122.7 \text{ M€}$.

On a donc $\tilde{\mu} = \ln(VM_{immobilier}^{2016}) + (m - \frac{s^2}{2}) = 18.65$ et $\tilde{\sigma} = s = 5.62\%$

$Résultat_{immobilier}^{2017} = \exp(q_{\mathcal{N}(18.63, 5.62\%)}^{0.5\%}) - 122.7 \text{ M€} = 108.5 \text{ M€}$

Par suite, le montant de la pénalité à appliquer est :

$$\frac{\text{Résultat}_{\text{Immobilier}}^{N+1}}{\text{VM}_{\text{immobilier}}^N} - 1 = -12\%$$

Ainsi, en réévaluant le risque Immobilier dans la région concernée, une pénalité de 12% est calculée et appliquée aux actifs concernés de Mutélia et le nouveau SCR immobilier est alors de 13.5 M€ contre 28.2M€ dans la formule standard.

- *Critique du risque de Spread*

Dans le cadre de la politique de placements retenue par Mutélia, le risque de spread est faible. En effet, les obligations souveraines représentent environ 1.5% en valeur de marché du portefeuille d'actifs. Aucune pénalité supplémentaire n'est donc intégrée. Le SCR marché vision ORSA est alors recalculé et est égale à 117.3 M€ contre 128.2 M€ dans la formule standard.

- *Critique du risque de Primes*

Comme explicité dans la partie II.1.2.1 et afin d'estimer la volatilité réelle relative au risque de tarification, il est calculé la volatilité historique des S/P économiques de la branche Fais de Soins de Mutélia.

Année	S/P
2013	98%
2014	86%
2015	89%
2016	88%
Moyenne	90%
Ecart-Type	6%

Tableau 16 : Moyenne et Ecart-Type historique des S/P

La volatilité des primes de Mutélia est donc estimée à 6% contre 5% dans la formule standard.

- *Critique du risque de Réserves*

Afin d'évaluer le risque de réserves, nous appliquerons au triangle de règlement de Mutélia la méthode de Merz & Wuthrich explicitée en II.1.2.1.

Triangle cumulé	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
2011	653 589 723	723 382 322	731 315 895	731 315 904	731 315 904	731 315 904
2012	651 827 451	721 430 427	722 856 341	722 856 350	722 856 350	
2013	652 679 879	722 322 259	723 755 441	723 755 450		
2014	655 679 835	724 877 658	726 303 732			
2015	654 894 375	725 513 198				
2016	668 342 841					

Figure 19 : Triangle cumulé de règlement des prestations de Mutélia

Il nous faut donc vérifier les trois hypothèses suivantes :

- Les années de survenance doivent être indépendantes (H1)
- Les $(C_{i,j})_{j \geq 0}$ sont tels qu'il existe des constantes $f_j > 0, \sigma_j > 0$ telles que pour tout $0 \leq i \leq I$ et pour tout $0 \leq j \leq J$:

$$E[C_{i,j}|C_{i,j-1}] = f_{j-1} C_{i,j-1} \quad (H2)$$

$$VaR[C_{i,j}|C_{i,j-1}] = \sigma_{j-1}^2 C_{i,j-1} \quad (H3)$$

Vérifier l'indépendance des années de survenance (H1) revient à vérifier l'absence d'effets calendaires dans les années de survenance. Pour ce faire, nous effectuerons le test statistique suivant proposé par Mack :

$$\begin{cases} H0 : \text{Absence d'effets calendaires sur les années de survenance} \\ H1 : \text{Présence d'effets calendaires sur les années de survenance} \end{cases}$$

Le rejet de H0 se fait si la statistique de test $T = \frac{z-E(Z)}{\sqrt{V(Z)}}$ n'est pas comprise dans l'intervalle de confiance :

$$]-q_{97.5\%}; q_{97.5\%}[$$

Où Z correspond à la distribution des évènements atypiques, distribution supposée normale et $q_{97.5\%}$ le quantile de niveau 97.5% d'une loi normale centrée réduite. L'hypothèse a été vérifiée pour la branche Frais de Soins de Mutélia et les résultats suivant ont été obtenus :

Z	2
E(Z)	2
V(Z)	1
T	0
Intervalle de confiance]-1,96 ; 1,96[
Test	H0 est VRAI

Tableau 17 : Résultat du test statistique

Les détails du test de Mack seront fournis dans l'annexe 5.

La vérification de l'hypothèse (H2) se fait en s'assurant qu'il existe bien une relation linéaire entre les facteurs de développement du triangle. Cette vérification peut se faire graphiquement en traçant, pour une année N fixée, les facteurs de développement de l'année N en fonction des facteurs de développement de l'année N-1. L'hypothèse se vérifie si le coefficient R² est proche de 1.

Si (H2) est vérifiée, nous étudierons les résidus de Pearson $r_{i,j}^{Pearson}$ du triangle de prestations de Mutélia avec $r_{i,j}^{Pearson} = \frac{C_{i,j+1} - f_j C_{i,j}}{\sqrt{C_{i,j}}}$ afin de valider l'hypothèse (H3).

En effet, si en représentant graphiquement les $r_{i,j}^{Pearson}$ en fonction des $C_{i,j}$ la forme obtenue ne montre aucune tendance particulière alors l'hypothèse (H3) sera vérifiée.

Ainsi, pour la branche d'activité Frais de Soins de Mutélia, les résultats suivants sont obtenus :

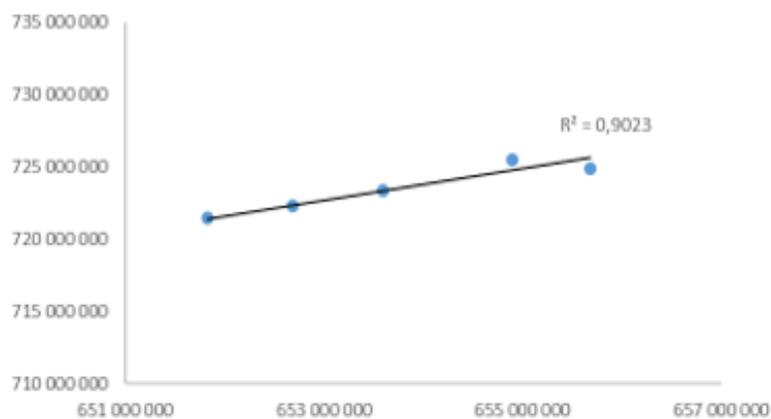


Figure 20 : C-C Plot entre les années de développement 0 et 1

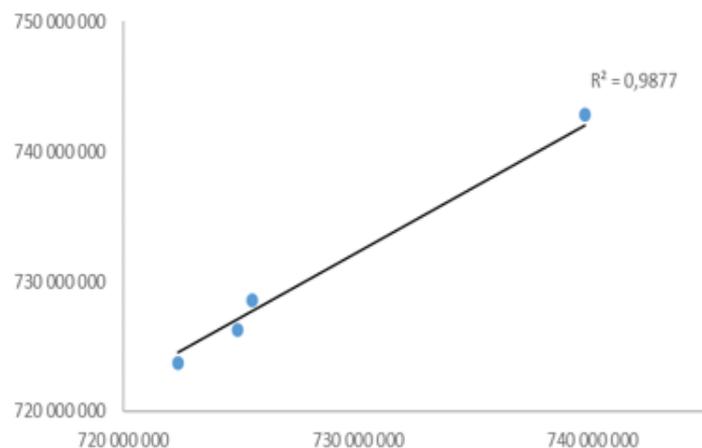


Figure 21 : C-C Plot entre les années de développement 1 et 2

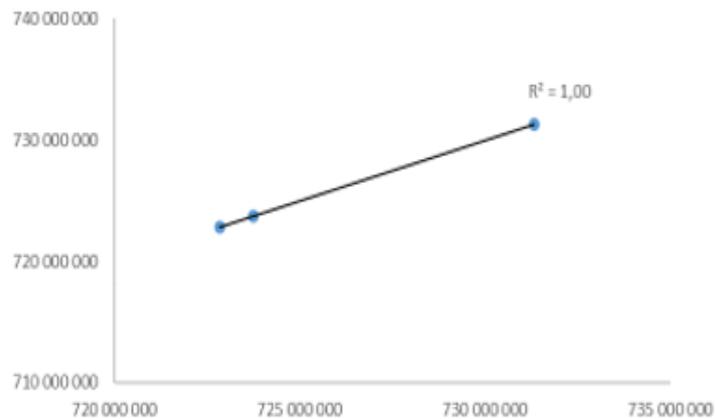


Figure 22 : C-C Plot entre les années de développement 2 et 3

Nous constatons que la droite de régression ne passe pas par l'origine entre les années de développement 0 et 2.

Cela s'explique par le fait que la majeure partie des prestations est payée durant les premières années dans le domaine des frais de soins (environ 90%). Néanmoins, le coefficient R^2 , qui mesure la qualité de la prédiction de la régression linéaire, reste très proche de 1 pour les deux premières années ce qui signifie que le modèle est de bonne qualité.

Puisque l'hypothèse (H2) est vérifiée, nous étudions les résidus de Pearson du triangle de prestations de Mutélia afin de valider l'hypothèse (H3).

Les résultats suivants sont obtenus :

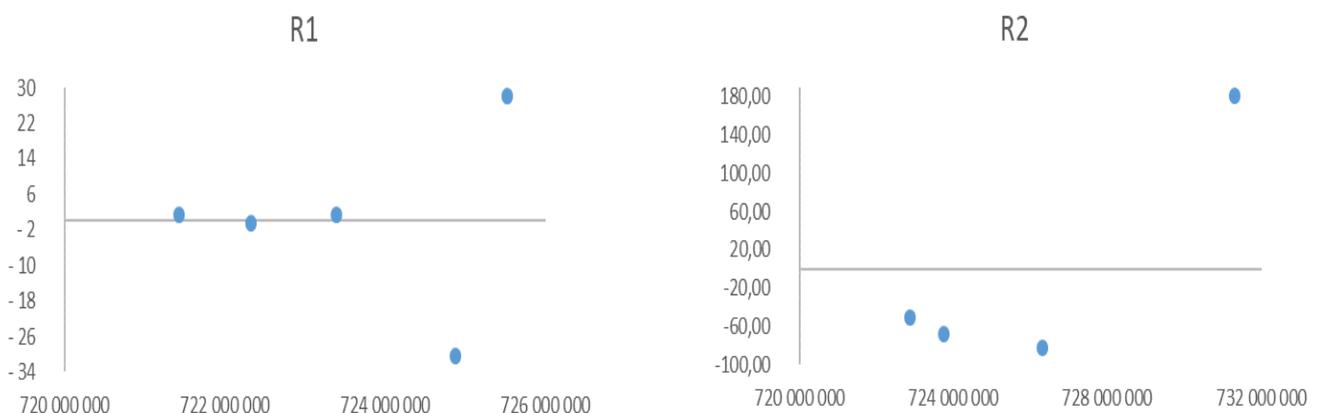


Figure 23 : Graphique des résidus

Aucune tendance particulière n'est observée, l'hypothèse (H3) est donc validée.

Les hypothèses de Merz et Wulthrich étant toutes vérifiées, la volatilité des provisions dans la branche Frais de Soins de Mutélia a été déterminée et est estimée à 6% contre 5% dans la formule standard.

Le SCR Santé est alors recalculé avec 6% en volatilité du risque de primes et 6% en volatilité du risque de réserves et est estimé à 181.4 M€ contre 151.4 M€ dans la formule standard.

Une fois que les risques de la formule standard ont été recalibrés, les nouveaux montants d'exigence en capital obtenus sont agrégés comme indiqué dans le paragraphe I.1.2 grâce à la même matrice de corrélation construite par l'EIOPA. Ainsi, il est obtenu le montant du SCR vision ORSA au 31/12/2016 qui est de 272.8 M€ contre 255 M€ dans la formule standard.

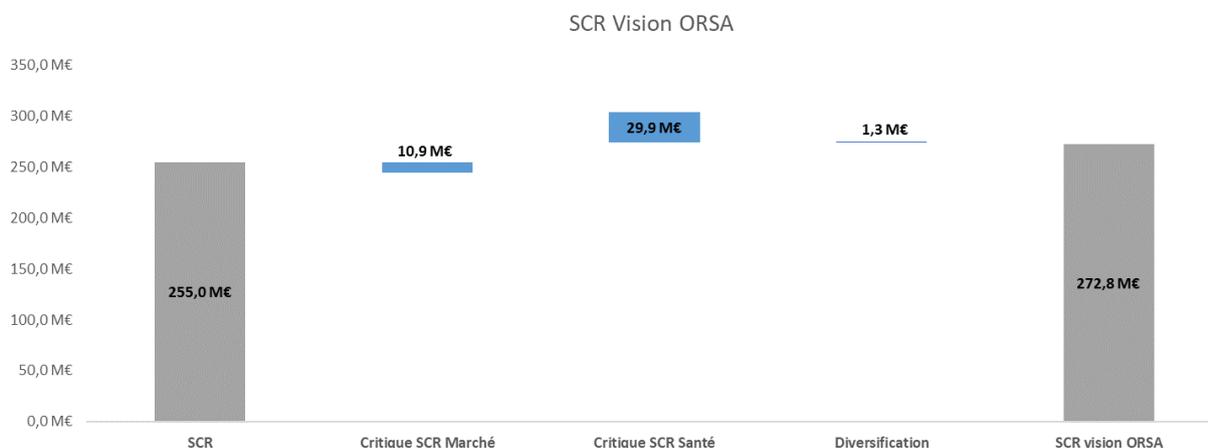


Figure 24 : Évaluation du SCR en vision ORSA

Nous supposons dans le cas de notre exemple que la mutuelle ne possède pas de risques supplémentaires en plus de ceux précités.

Comme précisé en II.1.2, le calcul de l'appétence sera basé sur le BGS au 31/12/2017 qui est un montant estimé en gardant les mêmes hypothèses d'évolution prises dans le scénario central et en utilisant les mêmes paramètres du BGS calculé au 31/12/2016 en II.3.2. En effet, la volatilité du risque de primes et de réserves était également de l'ordre de 6% dans les précédents ORSA. La mutuelle choisit donc de conserver ce seuil pour le calcul du BGS au 31/12/2017. De plus, les indices immobiliers de la région dégagent de la stabilité dans leur évolution sur les dernières années. Il est donc considéré qu'il n'y aurait pas de grandes différences dans la pénalité à appliquer au 31/12/2017. Le BGS au 31/12/2017 est alors estimé à 294.6 M€.

3.3. Appétence intrinsèque à Mutélia

Pour le calcul de l'appétence intrinsèque à Mutélia, nous appliquerons la méthode 2 explicitée en II.1.1 : Utilisation d'une distribution des résultats afin de modéliser le quantile d'un scénario décennal. Disposant du quantile à 50 % (le résultat espéré avant impôts au 31/12/2018 dans le cadre du scénario central) et du quantile à 0,5 % (le résultat espéré avant impôts diminué du BGS au 31/12/2017), les paramètres de la loi log-normale peuvent alors être déterminés en résolvant un problème d'optimisation sous contraintes.

Les résultats suivants sont obtenus :

Résultat espéré au 31/12/2018 (Quantile à 50%)		50,4 M€
Résultat Bi-Centennal au 31/12/2017 (Quantile à 0,5%)		-244,2 M€
Paramètres de la loi log-normale	<i>Moyenne</i>	11,8
	<i>Ecart-type</i>	0,1%
Décalage		127 495
Quantile à 0,5% calculé		-244,2 M€
Quantile à 10%		-96,1 M€

Tableau 18 : Calcul du risque décennal

Ainsi, la mutuelle a déterminé la perte exceptionnelle correspondant à un risque décennal égale à 146.5 M€. Le résultat net comptable avec une chance sur dix en 2018 est donc égale à -96,1 M€ (quantile à 10%).

Les résultats peuvent être modélisés sous forme de rectangles réunissant les deux indicateurs de l'appétence :

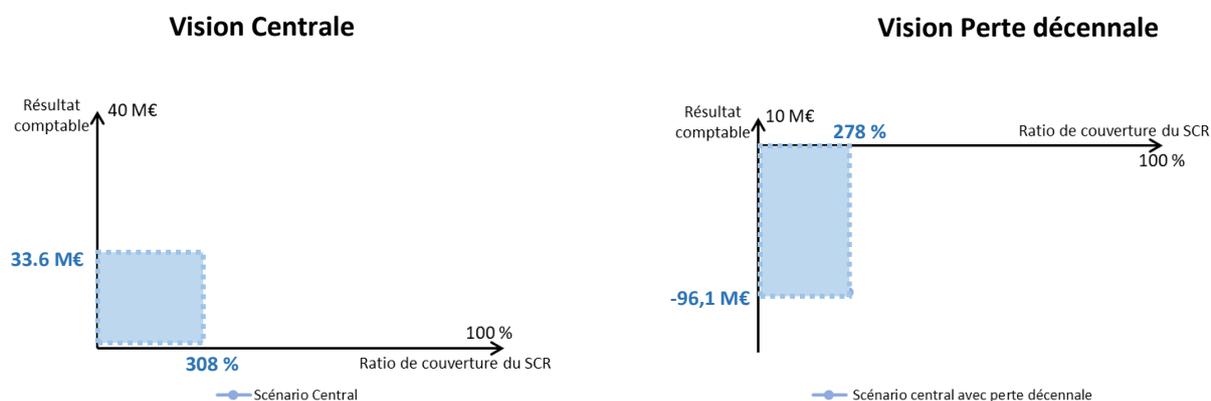


Figure 25 : Indicateurs d'appétence en 2018

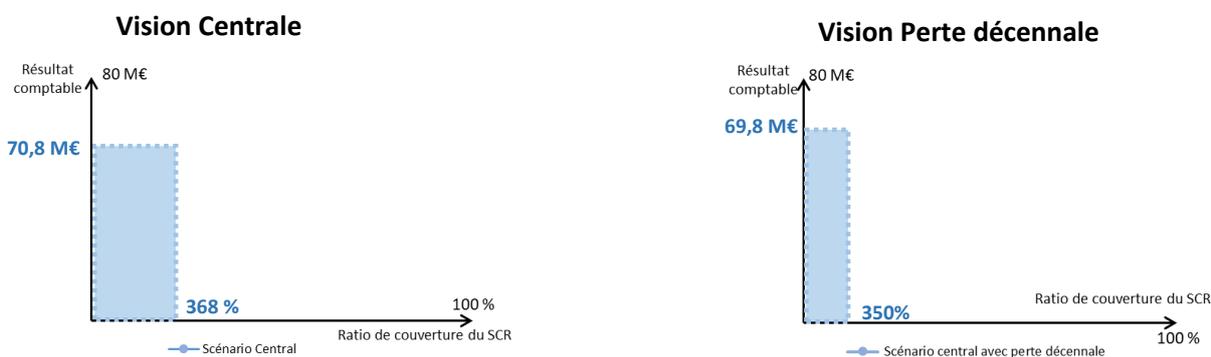


Figure 26 : Indicateurs d'appétence en 2021

Par rapport à l'ensemble des décisions prises par la mutuelle dans le cadre de son scénario central, Mutélia a une chance sur 10 de faire une perte exceptionnelle de l'ordre du risque décennal égale à 146.5 M€ en 2018.

L'appétence intrinsèque de la mutuelle correspond à une exposition d'une chance sur 10 à :

- Un résultat net comptable de -96.1 M€ au 31/12/2018
- Un ratio de couverture de 278% au 31/12/2018

Remarque sur la lecture du graphique :

- *Le résultat augmente au fur et à mesure que l'on s'approche de la flèche verticale.*
- *Le ratio de couverture diminue au fur et à mesure que l'on s'approche de la flèche horizontale.*

3.4. Appétence déclarée par Mutélia

Trois scénarios stratégiques, variantes du scénario central, seront appliqués afin de déterminer l'appétence déclarée :

- Scénario 1 : Réallocation de 10% des Obligations d'entreprises en Actions Cotées.
- Scénario 2 : La mise en place d'un nouveau contrat collectif impliquant la hausse du chiffre d'affaires des contrats « Collectif 1 » de Mutélia de 27 %.
- Scénario 3 : La combinaison des scénarios 1 et 2.

Les résultats suivants sont obtenus pour le premier Scénario Stratégique :

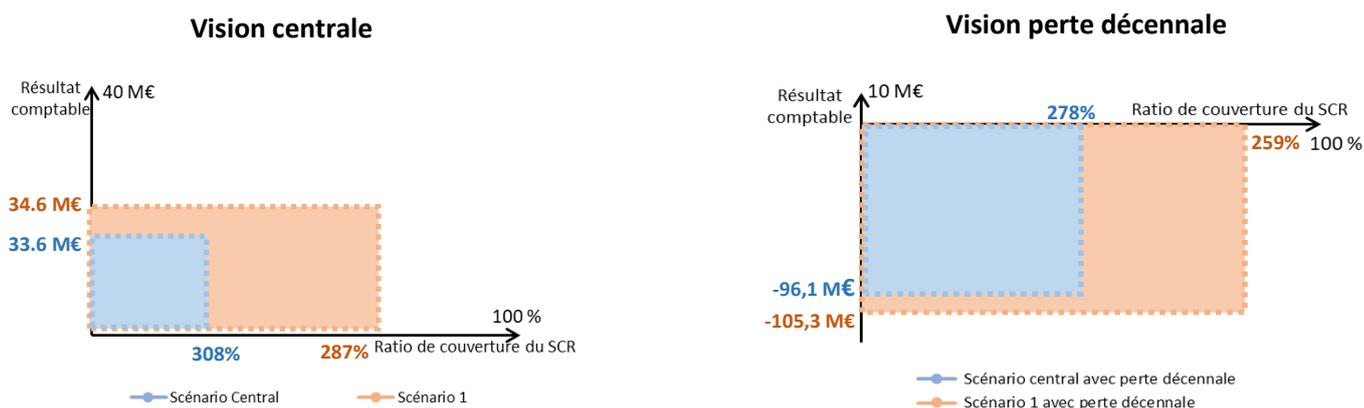


Figure 27 : Indicateurs d'appétence en 2018 pour le scénario stratégique 1

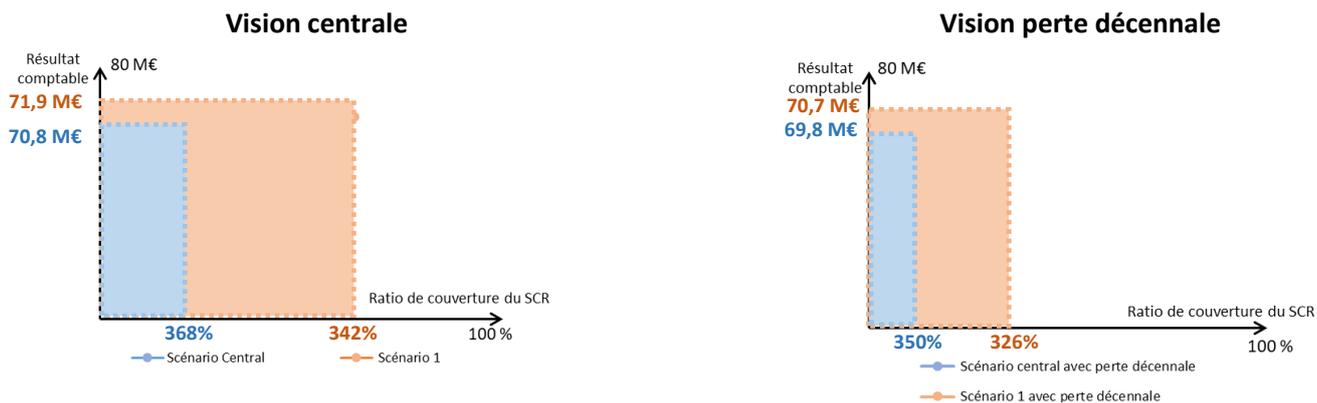


Figure 28 : Indicateurs d'appétence en 2021 pour le scénario stratégique 1

En vision perte décennale, le scénario 1 est plus risqué que le scénario central. En effet, la perte décennale du scénario 1 est plus élevée au niveau des deux indicateurs d'appétence en 2018. La contrainte réglementaire reste largement respectée puisque le ratio est de 259%. En 2021 et après la survenance de la perte décennale, le résultat comptable s'améliore considérablement dépassant même celui du scénario central.

En vision centrale, le scénario 1 est plus rentable sur le court et moyen terme que le scénario central bien que plus couteux en solvabilité. Ce coût en ratio de couverture s'explique par la hausse du SCR actions. Néanmoins, la contrainte réglementaire reste largement respectée puisque le ratio de couverture du scénario 1 atteint 342 % en 2021. De même les résultats suivants sont obtenus pour le scénario 2 :

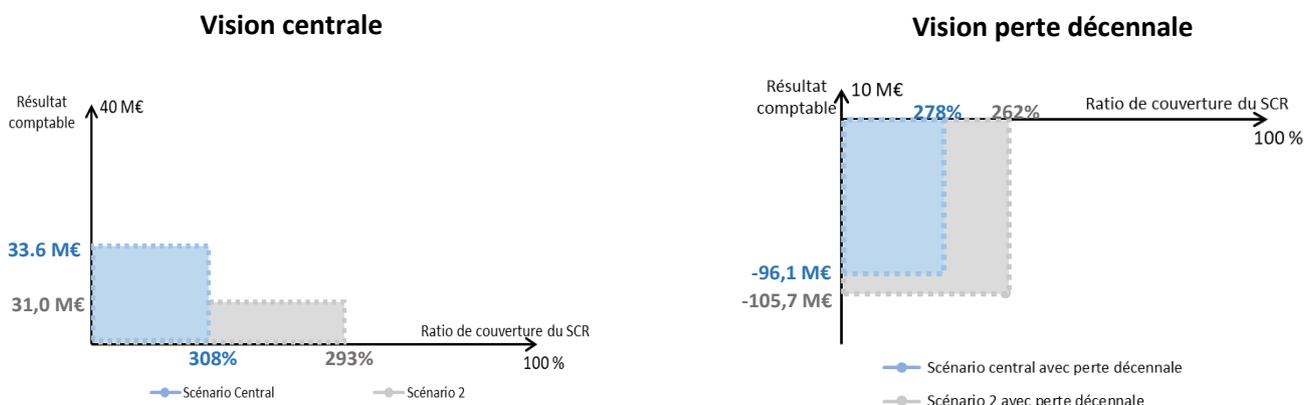


Figure 29 : Indicateurs d'appétence en 2018 pour le scénario stratégique 2

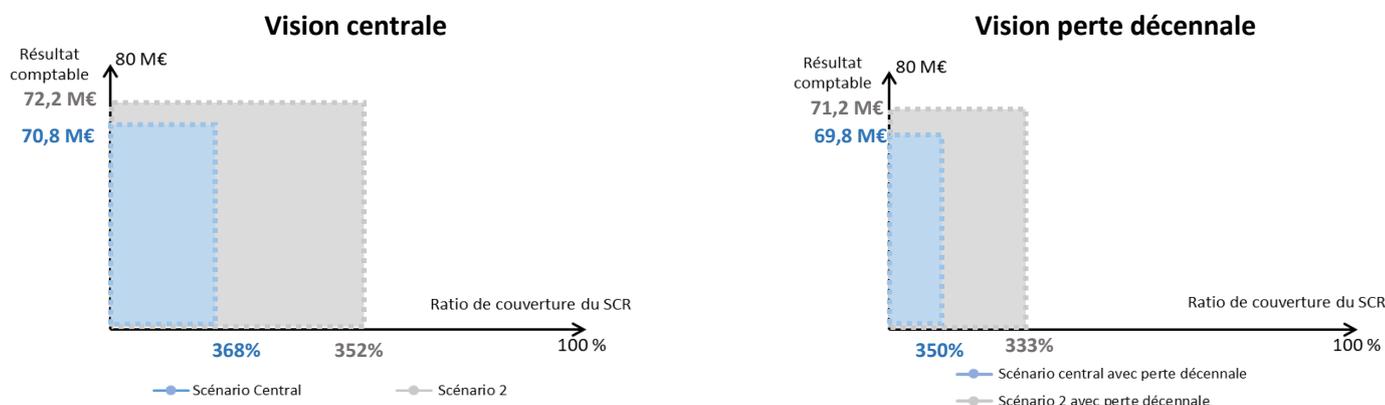


Figure 30 : Indicateurs d'appétence en 2021 pour le scénario stratégique 2

En vision perte décennale, le scénario 2 est plus risqué que le scénario central puisque la perte décennale est plus élevée au niveau des deux indicateurs d'appétence en 2018. La contrainte réglementaire reste largement respectée. En 2021 et après la survenance de la perte décennale, le résultat comptable s'améliore considérablement dépassant même celui du scénario central.

En vision centrale, le scénario 2 est plus rentable sur le moyen terme que le scénario central bien que plus coûteux en solvabilité. Ce coût en ratio de couverture s'explique par la hausse du SCR Santé. La contrainte réglementaire reste largement respectée.

Enfin, les résultats suivants sont obtenus pour la variante 3 du scénario central :

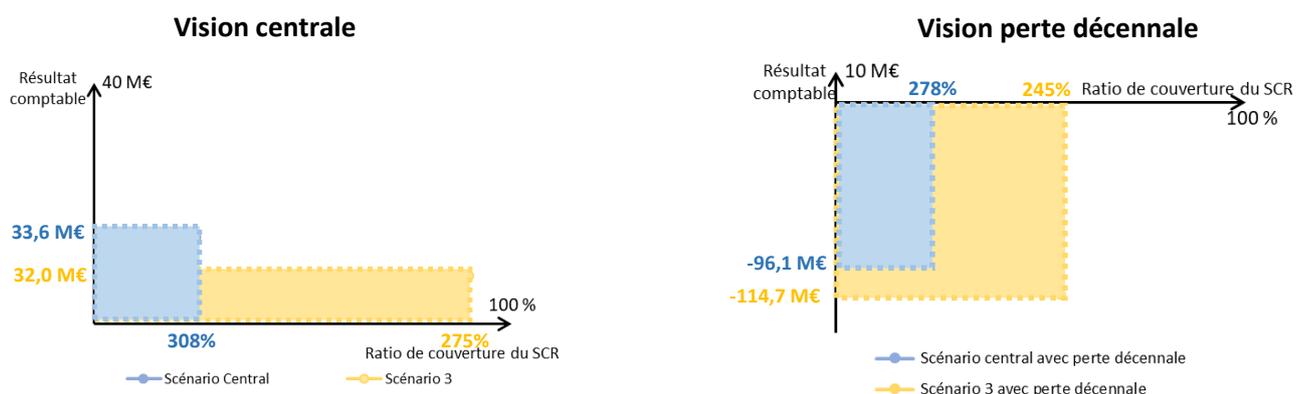


Figure 31 : Indicateurs d'appétence en 2018 pour le scénario stratégique 3

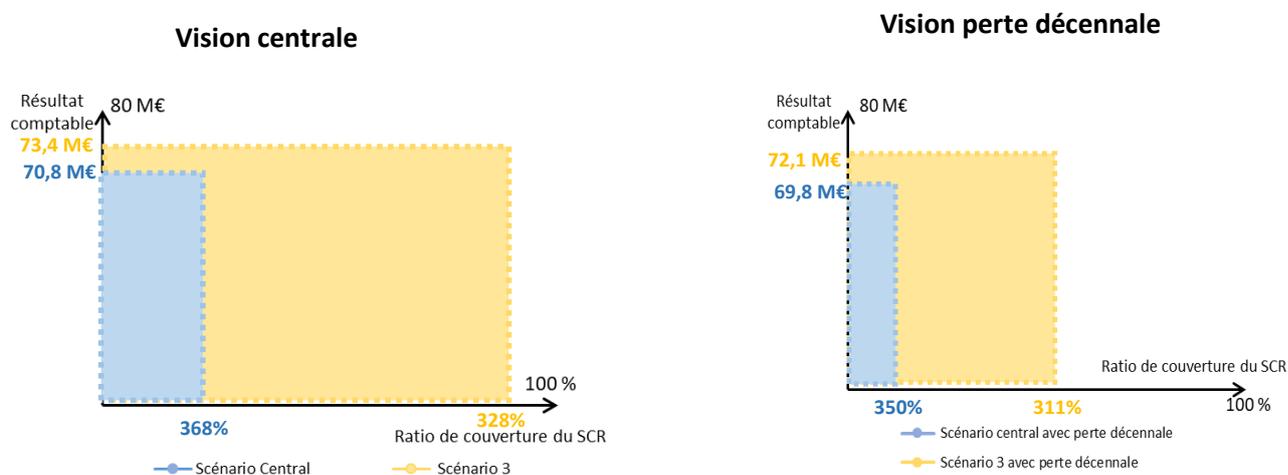


Figure 32 : Indicateurs d'appétence en 2021 pour le scénario stratégique 3

La variante 3 est plus risquée que le scénario central. En effet, la perte décennale est plus élevée au niveau des deux indicateurs d'appétence en 2018.

En vision centrale, le scénario 3 est plus rentable sur le moyen terme que le scénario central bien que plus coûteux en solvabilité. Ce coût en ratio de couverture s'explique par la hausse du SCR Santé et Actions. La contrainte réglementaire reste toutefois largement respectée.

En regroupant ces trois variantes ainsi que le scénario central, il est constaté que le scénario 3 est le plus large en vision perte décennale en 2018. En effet, les résultats suivants sont obtenus :

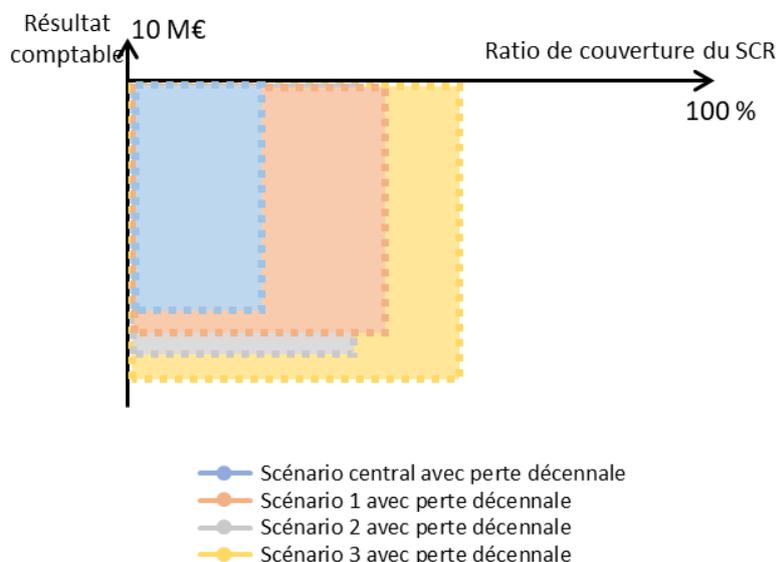


Figure 33 : Vision perte décennale en 2018

En 2018, l'appétence déclarée tend à sélectionner la variante du scénario central la plus large en vision perte décennale i.e. le scénario 3. En effet, cela permet à la mutuelle de se laisser l'opportunité de réaliser aussi bien le scénario 1, 2 ou 3.

Ainsi, Mutélia a une chance sur 10 de faire un résultat comptable -114,7 M€ au 31/12/2018. Cela équivaut à avoir un ratio de solvabilité de 245 % la même année.

La marge de manœuvre est donc égale à 18,6 M€ en résultat comptable en 2018. En effet, ce montant correspond à la différence entre l'appétence intrinsèque avec la stratégie initiale du scénario central (96,1 M€ en résultat comptable 2018) et celle englobant les variantes du scénario central étudiées (114,7 M€ en résultat comptable 2018).

Conclusion

Pour résumer, il a d'abord été déterminé un montant d'appétence intrinsèque défini par deux indicateurs : Mutélia a une chance sur 10 de faire une perte exceptionnelle de 146,5 M€ en 2018.

L'appétence intrinsèque de la mutuelle correspond à une exposition d'une chance sur 10 à :

- Un résultat net comptable de -96.1 M€ en 2018
- Un ratio de couverture de 278% en 2018

Ensuite, afin de disposer d'une marge de manœuvre dans le cas où des opportunités se présenteraient à la mutuelle, une appétence déclarée a été déterminée.

Pour cela, il a été mis en place trois scénarios stratégiques. Le scénario 3 étant le plus large en matière d'appétence, il a été retenu. Ainsi, Mutélia a une chance sur 10 de faire un résultat net comptable de -114,7 M€ en 2018. Cela équivaut à avoir un ratio de solvabilité de 245 % en 2018.

La marge de manœuvre étant la différence entre l'appétence intrinsèque et déclarée, elle est de 18,6 M€.

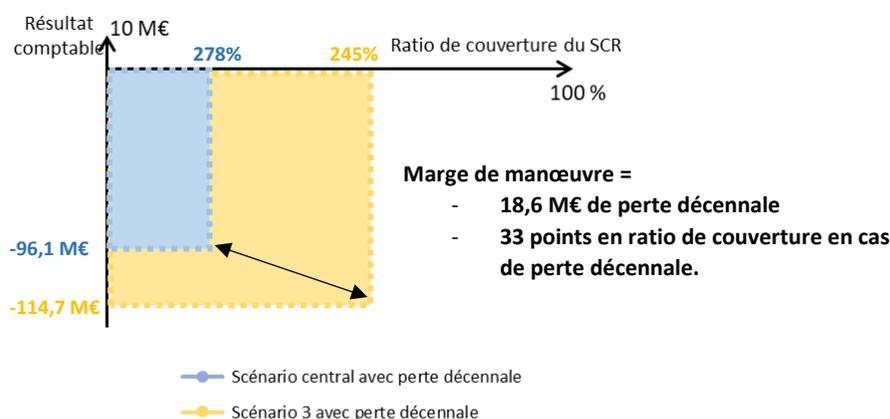


Figure 34 : Détermination de la marge de manœuvre

Une fois ce montant de marge de manœuvre déterminé, il sera décliné au sein de l'organisme afin de permettre aux différentes parties prenantes de connaître le périmètre dans lequel elles sont autorisées à agir.

3.5. Déclinaison de l'appétence par optimisation du résultat

A présent que nous disposons du montant d'appétence que Mutélia va déclarer dans ses politiques écrites, nous allons le décliner en sortant donc du cadre du scénario central pour déterminer la meilleure stratégie qui optimiserait le résultat de la mutuelle au 31/12/2018. Nous appliquons la même méthodologie explicitée en II.2.1. Pour les contrats collectifs, seuls l'évolution des contrats « Collectif 1 » au 31/12/2017 de Mutélia sera déviée de sa trajectoire centrale.

Pour les années suivantes, l'évolution prévue dans le cadre du scénario centrale sera conservée pour tous les contrats. Quant à l'allocation d'actifs au 31/12/2017, elle sera déviée du scénario central et sera conservée pour les années suivantes. Nous disposons donc de 101 scénarios possibles en vision centrale et décennale.

Étape 1

A l'issue de l'étape 1, 39 scénarios ne respectent pas l'appétence déclarée de la mutuelle et sont donc éliminés.

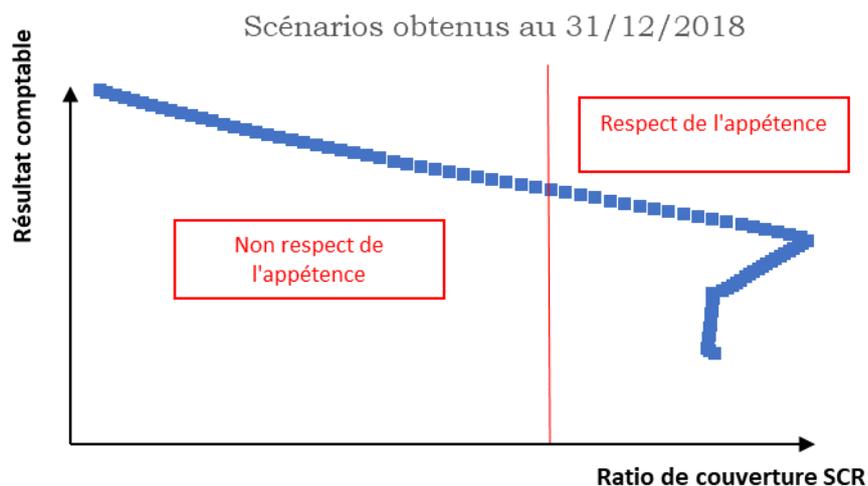


Figure 35 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence de l'organisme pour optimisation du résultat

Explication du graphique :

Dans un premier temps, nous constatons que le résultat diminue mais que le ratio de couverture augmente. Il s'agit des stratégies où l'allocation en actions baisse jusqu'à devenir négligeable et celle en obligations augmente. La hausse de l'investissement en obligations explique l'amélioration du ratio de couverture d'une part et la dégradation du résultat d'autre part. En effet, les obligations sont moins rentables que les actions.

Dans un second temps, nous constatons que le résultat baisse et que le ratio baisse également. Il s'agit des stratégies où l'allocation en actions est négligeable et celle en obligations des plus élevées. Quant au chiffre d'affaires des contrats collectifs, il augmente considérablement jusqu'à atteindre son maximum. Les contrats collectifs n'étant pas rentables en 2018, le résultat se dégrade. De plus, en investissant plus de capital sur ces contrats la prise de risque augmente. Cela explique la baisse du ratio de couverture.

Dans un dernier temps, nous constatons que le résultat diminue mais que le ratio reste quasiment constant. Pour toutes ces stratégies, le chiffre d'affaires des contrats collectifs est à son maximum. D'autre part, l'allocation en obligations diminue et celle en actifs monétaires augmente jusqu'à atteindre son maximum. La hausse de la part du monétaire explique la baisse du résultat sans pour autant affecter le ratio de couverture. En effet, l'investissement dans les actifs monétaires a quasiment le même coût en solvabilité que les obligations.

Les 39 scénarios ne respectant pas l'appétence sont ainsi les plus rentables mais les moins solvables. En effet, ces scénarios admettent une allocation en actions des plus importantes.

Étape 2

L'étape 2 nous permet de déterminer le scénario le plus rentable au 31/12/2018 que nous appellerons solution 1 :

	31/12/2017
Actions cotées	10,2%
Actions non cotées	11,9%
Obligations Etats	0,5%
Obligations Entreprises	45,4%
Monétaires	8,9%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	265,02 M€
----------------	-----------

Evolution 3%

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	35,3 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	268%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	272%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	157,3 M€
SCR Marché	194,9 M€
SCR Contrepartie	18,3 M€
BSCR	286,3 M€
SCR Opérationnel	29,2 M€

SCR au 31/12/2017	315,5 M€
-------------------	----------

Tableau 19 : Allocations de la solution 1

Tableau 20 : Résultats prudentiels de la solution 1

Il est constaté qu'une grande partie de la marge de manœuvre est allouée aux actions puisque celles-ci sont plus rentables que les obligations et les contrats collectifs. Le SCR Marché est de 194.9 M€. La mutuelle peut se permettre cette allocation puisque ce scénario respecte parfaitement l'appétence de la mutuelle et lui permet d'avoir un meilleur résultat au 31/12/2018.

Étape 3

Nous passons maintenant à l'étape 3 où nous rajoutons la dimension de la solvabilité. Nous cherchons donc la stratégie la plus rentable et solvable à la fois au 31/12/2018. Nous déterminons la distance euclidienne pour chaque scénario comme explicité en II.2.1 :

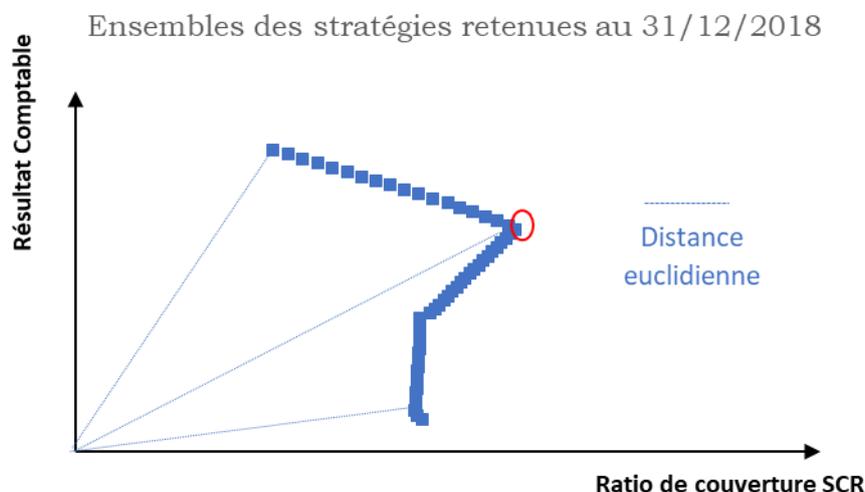


Figure 36 : Calcul de la distance euclidienne pour l'ensemble des scénarios

La stratégie ayant la plus grande distance euclidienne au 31/12/2018 (rond rouge dans la figure) qui sera appelée solution 2, a les caractéristiques suivantes :

	31/12/2017
Actions cotées	0,0%
Actions non cotées	1,2%
Obligations Etats	8,5%
Obligations Entreprises	55,2%
Monétaires	12,0%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	273,85 M€
----------------	-----------

Evolution 6%

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	32,6 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	321%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	324%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	158,9 M€
SCR Marché	126,0 M€
SCR Contrepartie	18,3 M€
BSCR	233,2 M€
SCR Opérationnel	29,4 M€

SCR au 31/12/2017	262,7 M€
-------------------	----------

Tableau 21 : Allocations de la solution 2

Tableau 22: Résultats prudentiels de la solution 2

En rajoutant la dimension solvabilité, la stratégie retenue est moins risquée. En effet, au sein du module Marché, l'allocation en obligations augmente. Cela s'explique par le fait que les obligations sont moins risquées que les actions et donc moins coûteuses en solvabilité. Une petite partie de la marge de manœuvre est allouée au chiffre d'affaires du collectif puisque celui-ci augmente. Le résultat est certes moindre qu'à l'étape 1 (3 M€ de différence), mais le ratio est supérieur de 50 points.

Étape 4

La quatrième étape consiste à choisir la stratégie la plus rentable sur tout le plan stratégique. Pour cela nous prenons le scénario ayant le résultat cumulé le plus élevé.

Nous effectuons alors une somme pondérée des résultats sur 4 ans pour chaque stratégie avec les facteurs de crédibilité explicités en II.2.2.1.

Le scénario retenu est identique à celui de l'étape 2 soit la solution 1 avec la même allocation d'actifs :

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	35,3 M€	45,0 M€	57,9 M€	72,3 M€
SCR	327,2 M€	341,0 M€	357,3 M€	371,0 M€
Fonds Propres Economiques	888,7 M€	935,5 M€	998,4 M€	1 193,3 M€
Ratio de couverture SCR	272%	274%	279%	322%

Tableau 23 : Résultats prospectifs de la solution 1

Étape 5

La dernière étape consiste à choisir la stratégie qui est à la fois la plus rentable et la plus solvable sur les quatre années du plan stratégique. Nous appliquerons la même méthodologie explicitée en II.2.1 en introduisant les coefficients directeurs d'une année à une autre en plus de la distance euclidienne.

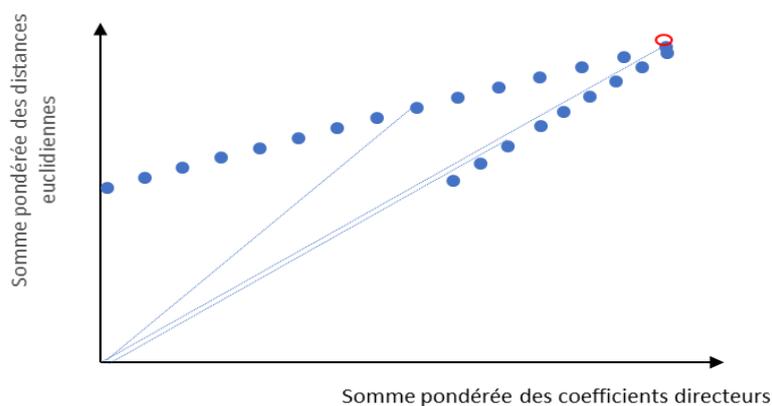


Figure 37 : Détermination de la stratégie la plus rentable et la plus solvable sur le business plan en se basant sur les coefficients directeurs

Le scénario retenu (le rond rouge dans la figure) s'avère être identique à celui de l'étape 3 avec la même allocation d'actifs. Il s'agit donc de la solution 2 :

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	32,6 M€	42,1 M€	55,2 M€	69,7 M€
SCR	272,3 M€	282,9 M€	295,1 M€	302,9 M€
Fonds Propres Economiques	883,2 M€	926,8 M€	987,0 M€	1 180,2 M€
Ratio de couverture SCR	324%	328%	335%	390%

Tableau 24 : Résultats prospectifs de la solution 2 sur tout le business plan

Conclusion et limites

Mutélia est une mutuelle qui peut se permettre de prendre plus de risque au vu de son appétence déclarée déterminée en II.3.5. Ainsi, nous lui proposons une stratégie qui s'écarte de son scénario central et qui lui permettrait de gagner en rentabilité en prenant plus de risque sur les actions.

Il s'agit de la solution 1 trouvée à l'étape 2. Celle-ci implique un plus grand SCR Marché au 31/12/2017 et un meilleur résultat au 31/12/2018. Cependant, cette stratégie est couteuse en solvabilité puisqu'elle nécessite un plus grand investissement en actions. C'est pour cette raison que nous avons introduit la notion de solvabilité à l'étape 3 dans le cas où le conseil d'administration souhaiterait travailler à la fois sur la rentabilité et la solvabilité de l'organisme.

A cette étape, une stratégie se démarque : l'investissement en obligations augmente ainsi qu'en contrats collectifs. Il est obtenu un meilleur ratio qu'à l'étape 2, mais un moins bon résultat bien que très satisfaisant. Les notions de court et moyen terme ont également été introduites afin de vérifier la bonne évolution des stratégies dans le cas où elles seraient appliquées.

Une des limites de cette étude est que pour chaque résultat, il est déterminé une seule solution et non toutes les solutions possibles. En effet, dans un algorithme de pas-à-pas, la solution est différente selon le point de départ. Dans le cadre de ce mémoire, le point de départ de chaque itération sera la solution du problème précédent. Il pourrait donc être envisagé un algorithme qui nous permettrait d'obtenir plusieurs solutions possibles et de laisser au conseil d'administration le choix de la solution qui lui conviendrait.

3.6. Déclinaison de l'appétence par optimisation du résultat et du ratio

Dans cette sous-partie, nous allons décliner le montant d'appétence en sortant du cadre du scénario central pour déterminer la meilleure stratégie qui optimiserait le résultat de la mutuelle au 31/12/2018 ainsi que son ratio de couverture. Nous appliquons la même méthodologie explicitée en II.2.2.

Pour les contrats collectifs, seuls l'évolution des contrats « Collectif 1 » au 31/12/2017 de Mutélia sera déviée de sa trajectoire centrale.

Pour les années suivantes, l'évolution prévue dans le cadre du scénario centrale sera conservée pour tous les contrats. Quant à l'allocation d'actifs au 31/12/2017, elle sera déviée du scénario central et sera conservée pour les années suivantes. Nous disposons donc de 101 scénarios possibles en vision centrale et décennale.

Étape 1

A l'issue de l'étape 1, 29 scénarios ne respectent pas l'appétence déclarée de la mutuelle et sont donc éliminés.

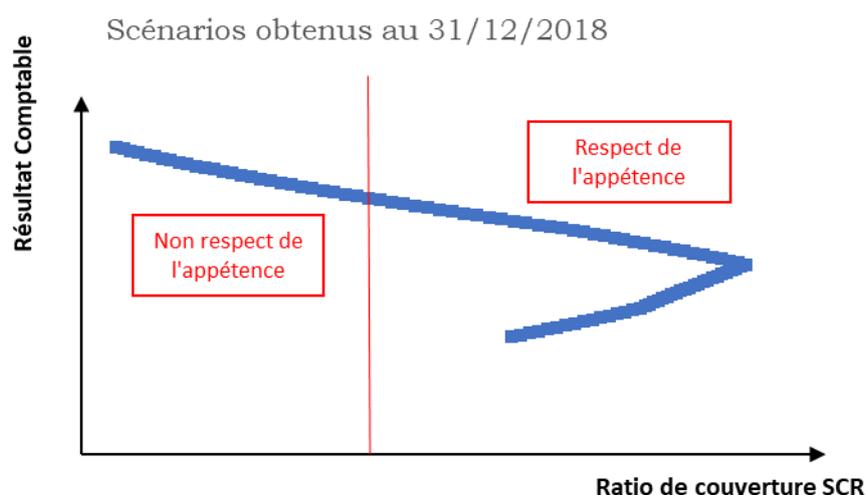


Figure 38 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence de l'organisme pour optimisation du résultat et du ratio de solvabilité

Explication du graphique :

Dans un premier temps, nous constatons que le résultat diminue mais que le ratio de couverture augmente. Il s'agit des stratégies où l'allocation en actions baisse jusqu'à devenir quasiment nulle et celle en obligations augmente. La hausse de l'investissement en obligations explique l'amélioration du ratio de couverture d'une part et la dégradation du résultat d'autre part. En effet, les obligations sont moins rentables que les actions.

Dans un second temps, nous constatons que le résultat baisse et que le ratio baisse également. Il s'agit des stratégies où l'allocation en actions est quasi nulle et celle en obligations des plus élevées. Quant au chiffre d'affaires des contrats collectifs, il augmente considérablement jusqu'à atteindre son maximum. Les contrats collectifs n'étant pas rentables en 2018, le résultat se dégrade. De plus, en investissant plus de capital sur ces contrats la prise de risque augmente. Cela explique la baisse du ratio de couverture.

Comme en II.2.1, il est constaté lors de cette étape, que les 29 scénarios éliminés sont les plus rentables, mais les moins solvables. En effet, il s'agit des scénarios ayant une allocation en actions des plus importantes.

Étape 2

L'étape 2 nous permet de déterminer le scénario le plus rentable au 31/12/2018 qu'on appellera solution 3 :

	31/12/2017
Actions cotées	29,2%
Actions non cotées	0,0%
Obligations Etats	0,0%
Obligations Entreprises	47,8%
Monétaires	0,0%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	257,98 M€
Evolution	0%

Tableau 25 : Allocation associée à la solution 3

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	36,8 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	267%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	271%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	155,9 M€
SCR Marché	197,8 M€
SCR Contrepartie	18,3 M€
BSCR	287,8 M€
SCR Opérationnel	29,0 M€

SCR au 31/12/2017	316,7 M€
-------------------	----------

Tableau 26 : Résultats de la solution 3

Il est constaté que toute la marge de manœuvre est allouée aux actions cotées puisque celles-ci sont plus rentables que les obligations et les contrats collectifs. Le SCR Marché est de 197.8 M€. La mutuelle peut se permettre cette allocation puisque ce scénario respecte parfaitement l'appétence de la mutuelle et lui permet d'avoir un meilleur résultat au 31/12/2018.

Étape 3

Nous passons maintenant à l'étape 3 où nous rajoutons la dimension de la solvabilité pour départager les scénarios retenus. Nous cherchons donc la stratégie la plus rentable et solvable à la fois au 31/12/2018 parmi les scénarios retenus. Nous déterminons la distance euclidienne pour chaque scénario comme explicité en II.2.1 :

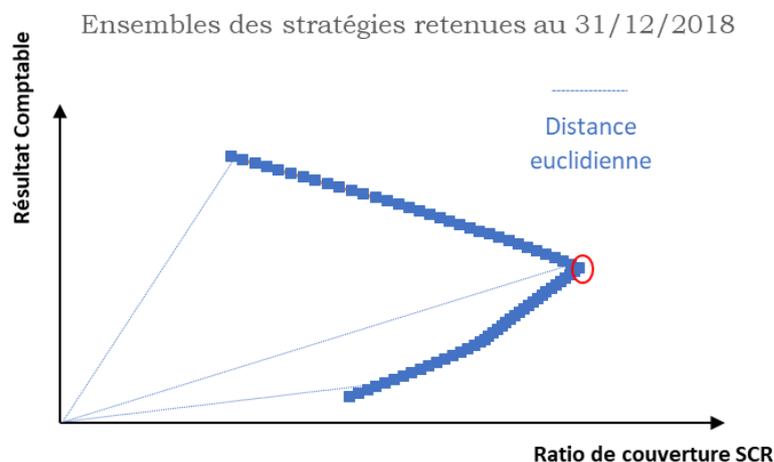


Figure 39 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence de l'organisme pour optimisation du résultat et du ratio de solvabilité

La stratégie ayant la plus grande distance euclidienne au 31/12/2018 (rond rouge dans la figure) que nous appellerons solution 4, a les caractéristiques suivantes :

	31/12/2017
Actions cotées	0,0%
Actions non cotées	0,0%
Obligations Etats	76,9%
Obligations Entreprises	0,0%
Monétaires	0,0%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	257,98 M€
----------------	-----------

Evolution 0%

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	31,8 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	365%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	369%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	155,9 M€
SCR Marché	84,5 M€
SCR Contrepartie	18,2 M€
BSCR	202,1 M€
SCR Opérationnel	29,0 M€

SCR au 31/12/2017	231,1 M€
-------------------	----------

Tableau 27 : Allocation de la solution 4

Tableau 28 : Résultats de la solution 4

En rajoutant la dimension solvabilité, la stratégie retenue est celle où la prise de risque est moindre. En effet, l'allocation en obligations d'états est à son maximum.

Les obligations d'états sont moins couteuses en solvabilité car moins risquées et n'ont pas d'incidence sur le risque de spread qui est donc nul.

L'évolution du chiffre d'affaires des contrats collectifs est nulle. S'il y avait une hausse du chiffre d'affaires des contrats collectifs, cela engendrerait une augmentation du SCR santé et donc une baisse du ratio de solvabilité.

Le résultat est certes inférieur à celui de l'étape 1 (5 M€ de différence), mais le ratio de couverture est bien plus grand.

Étape 4

La quatrième étape consiste à choisir la stratégie la plus rentable sur tout le plan stratégique. Pour cela nous prenons le scénario ayant le résultat cumulé le plus élevé.

Nous effectuons alors une somme pondérée des résultats sur 4 ans pour chaque stratégie avec les facteurs de crédibilité explicités en II.2.2.1.

Le scénario retenu est identique à celui de l'étape 2 soit la solution 3 avec la même allocation d'actifs :

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	36,8 M€	46,5 M€	59,3 M€	73,6 M€
SCR	328,7 M€	342,7 M€	359,4 M€	373,5 M€
Fonds Propres Economiques	891,8 M€	940,5 M€	1 004,8 M€	1 200,3 M€
Ratio de couverture SCR	271%	274%	280%	321%

Tableau 29 : Résultats prospectifs après optimisation du résultat et du ratio de solvabilité de la solution 3

Étape 5

La dernière étape consiste à choisir la stratégie qui est à la fois la plus rentable et la plus solvable sur les quatre années du plan stratégique et pas seulement en 2018 afin de considérer également les niveaux de rentabilité et de solvabilité à un horizon 4 ans.

Nous appliquerons la même méthodologie explicitée en II.2.1 en introduisant les coefficients directeurs d'une année à une autre en plus de la distance euclidienne.

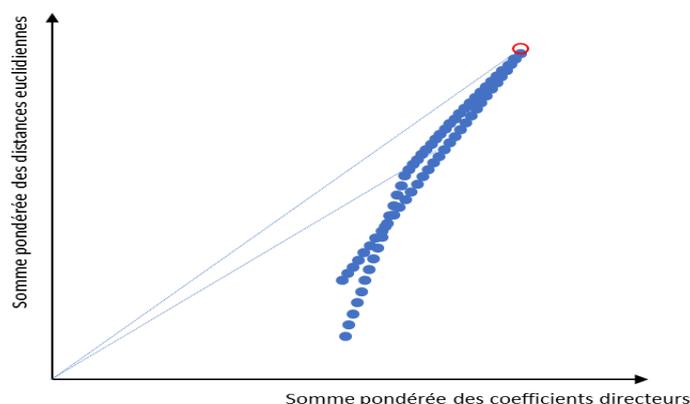


Figure 40 : Détermination de la solution la plus rentable et solvable selon la distance euclidienne

Le scénario retenu (le rond rouge dans la figure) s'avère être identique à celui de l'étape 3 avec la même allocation d'actifs soit la solution 4 :

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	31,8 M€	41,3 M€	53,7 M€	67,6 M€
SCR	239,3 M€	248,2 M€	258,0 M€	262,4 M€
Fonds Propres Economiques	882,4 M€	925,7 M€	984,5 M€	1 174,0 M€
Ratio de couverture SCR	369%	373%	382%	447%

Tableau 30 : Business plan de la solution 4 dans le cadre de l'optimisation du résultat et du ratio

Conclusion et limites

Contrairement à la méthode par optimisation du résultat en II.2.1, la déclinaison de la marge de manœuvre se fait uniquement sur le marché puisqu'ici est privilégiée la solvabilité et que les contrats collectifs sont couteux en solvabilité sans pour autant être rentables les premières années.

3.7. Déclinaison de l'appétence par optimisation de la diversification

La but de cette méthode est de proposer à Mutélia une allocation qui optimiserait la diversification d'un BSCR cible tout en respectant l'appétence globale, mais aussi de vérifier l'hypothèse selon laquelle une grande diversification permet d'avoir une meilleure rentabilité. Le BSCR cible au 31/12/2017 sera celui du scénario 3 déterminé en II.3.4 et égal à 277 M€.

En appliquant cette méthode à Mutélia, il est constaté qu'en maximisant la diversification, le SCR Marché et Santé ont le même montant (puisqu'ils ont le même coefficient de corrélation) mais le résultat au 31/12/2018 est faible.

En effet, les contrats collectifs de Mutélia sont moins rentables que les marchés financiers et pour avoir un meilleur résultat il faudrait prendre plus de risque au niveau du Marché et donc diminuer la diversification. Cela contredit donc l'hypothèse selon laquelle maximiser la diversification permet de gagner en rentabilité. Cela aurait été le cas si Marché et Santé avaient la même rentabilité. Les solutions ayant un meilleur résultat sont donc celles où la diversification est diminuée : le SCR Marché est plus grand que le SCR Santé.

Nous appliquons la même méthode explicitée en II.2.3.

Étape 1

Pour l'étape 1, nous éliminons toutes les stratégies qui ne respectent pas l'appétence de la mutuelle. Nous éliminons également les stratégies où l'évolution des contrats collectifs est négative (une baisse du SCR Santé par rapport à sa trajectoire centrale).

En effet, la mutuelle ne souhaite ni baisser ses tarifs ni arrêter les contrats de ses adhérents. Nous conservons donc 40 scénarios plausibles et respectant l'appétence de Mutélia.

Étape 2

A l'issue de l'étape 2, la stratégie admettant le résultat maximal qu'on appellera solution 5 est la suivante :

	31/12/2017
Actions cotées	6,2%
Actions non cotées	13,1%
Obligations Etats	0,0%
Obligations Entreprises	49,0%
Monétaires	8,7%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	257,72 M€
Evolution	0%

Tableau 31 : Allocation de la solution 5

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	35,4 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	276%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	280%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	155,9 M€
SCR Marché	185,0 M€
SCR Contrepartie	18,3 M€
BSCR	277,1 M€
SCR Opérationnel	29,0 M€

SCR au 31/12/2017	306,0 M€
-------------------	----------

Tableau 32 : Résultats solution 5

Pour ce scénario, la quasi-totalité de la marge de manœuvre est allouée aux actions et l'évolution du chiffre d'affaires des contrats « Collectif 1 » est nulle au 31/12/2017 par rapport à l'année d'avant. Nous constatons que cette allocation admet un meilleur ratio que la solution 1 trouvée à l'étape 2 en II.3.5.

Cela s'explique par l'évolution nulle des contrats « Collectif 1 » et donc un SCR santé inférieur. De plus, cette solution admet une allocation en actions plus faible que la solution 1.

Étape 3, 4 et 5

A l'issue de l'étape 3, 4 et 5, la stratégie retenue est identique à celle de l'étape 2, soit la solution 5.

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	35,4 M€	45,0 M€	57,7 M€	71,8 M€
SCR	317,3 M€	330,5 M€	346,1 M€	358,9 M€
Fonds Propres Economiques	889,1 M€	936,3 M€	999,0 M€	1 192,8 M€
Ratio de couverture SCR	280%	283%	289%	332%

Tableau 33 : Résultats prospectifs de la solution 5 optimisant la diversification

Il est constaté que le résultat augmente en 2021, mais devient inférieur à celui de la solution 1 déterminée en II.3.5 qui admet un investissement en contrats collectifs supérieur. La rentabilité des contrats collectifs s'améliorant considérablement avec le temps, le résultat de la solution 1 augmente alors plus rapidement.

Conclusion et limites

Nous avons pu prouver que maximiser la diversification n'apporte pas forcément plus de rentabilité puisque pour le cas de Mutélia, le Marché est plus rentable que la Santé. Prendre autant de risque sur le Marché et sur la Santé n'est donc pas pertinent puisqu'il est possible d'avoir un meilleur résultat en allouant un plus grand capital sur le Marché et un plus petit sur la Santé.

Au vu de ces trois méthodes proposées et de toutes les solutions obtenues, Mutélia décide de se positionner sur la solution 1 et d'ainsi augmenter son allocation en actions, mais en augmentant légèrement son chiffre d'affaires des contrats collectifs estimant que ceux-ci deviendraient plus rentables dans le futur.

III-Ajustement de l'appétence aux prises de décisions des administrateurs

Introduction de la partie

Dans la partie II, nous avons fait des choix qui pourraient changer d'un conseil d'administration à un autre. En prenant par exemple la déclinaison par optimisation du résultat en II.2.1, nous avons accordé le même poids au résultat ainsi qu'au ratio de solvabilité dans le calcul de la distance euclidienne. Cela peut paraître contradictoire puisque le but de la méthode était avant tout d'améliorer le résultat. Quant aux facteurs de crédibilité, ils pourraient également être modifiés. Un conseil d'administration peut par exemple accorder la même importance à toutes les années et avoir donc les mêmes facteurs de crédibilité.

Dans l'exemple de Mutélia, nous avons été confrontés à un module marché plus rentable que le technique. Et si les marchés financiers étaient moins rentables ?

Le but de cette partie est donc de tester la sensibilité du modèle établi dans la partie II. Nous ferons ces tests uniquement pour la déclinaison par optimisation du résultat développée en II.3.5.

1. Rappel des prises de décisions et des résultats développés en II.3.5

Le but de la méthode de déclinaison par optimisation du résultat développée en II.3.5 a été de proposer à Mutélia une autre allocation que celle du scénario central qui optimiserait son résultat tout en respectant l'appétence globale déterminée dans la partie II.3.4.

Parmi les différents scénarios qui ont été obtenus, nous avons procédé selon cinq étapes afin de choisir les scénarios les plus pertinents.

Au cours de la première étape, il a uniquement été conservé les stratégies respectant l'appétence de Mutélia.

L'étape 2 nous a permis de déterminer le scénario le plus rentable au 31/12/2018 soit la solution 1 :

	31/12/2017
Actions cotées	6,4%
Actions non cotées	15,7%
Obligations Etats	0,5%
Obligations Entreprises	45,4%
Monétaires	8,9%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	265,02 M€
<i>Evolution</i>	<i>3%</i>

Tableau 34 : Allocations de la solution 1

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	35,3 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	268%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	272%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	157,3 M€
SCR Marché	194,9 M€
SCR Contrepartie	18,3 M€
BSCR	286,3 M€
SCR Opérationnel	29,2 M€

SCR au 31/12/2017	315,5 M€
-------------------	----------

Tableau 35 : Résultats prudentiels de la solution 1

A l'issue de l'étape 3, il a été choisi comme relation d'ordre S, la distance euclidienne : $S(\text{Résultat}, \text{Ratio}) = \sqrt{\text{Résultat}^2 + \text{Ratio}^2}$

Cette relation d'ordre a pour but de déterminer la stratégie la plus rentable et la plus solvable. La solution 2 a alors été retenue :

	31/12/2017
Actions cotées	0,0%
Actions non cotées	1,2%
Obligations Etats	8,5%
Obligations Entreprises	55,2%
Monétaires	12,0%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	273,85 M€
----------------	-----------

Evolution 6%

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	32,6 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	321%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	324%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	158,9 M€
SCR Marché	126,0 M€
SCR Contrepartie	18,3 M€
BSCR	233,2 M€
SCR Opérationnel	29,4 M€

SCR au 31/12/2017	262,7 M€
-------------------	----------

Tableau 36 : Allocations de la solution 2

Tableau 37: Résultats prudentiels de la solution 2

La quatrième étape consiste à choisir la stratégie la plus rentable sur tout le plan stratégique. Pour cela nous avons pris le scénario ayant la somme pondérée des résultats des quatre années la plus élevée.

Nous avons appliqué la pondération suivante :

Résultat selon l'année	Facteur de crédibilité
Résultat 2018	60%
Résultat 2019	20%
Résultat 2020	15%
Résultat 2021	5%

Tableau 38 : Facteur de crédibilité par année de projection

Là encore la solution 1 a été retenue. Ses résultats prospectifs sont les suivants :

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	35,3 M€	45,0 M€	57,9 M€	72,3 M€
SCR	327,2 M€	341,0 M€	357,3 M€	371,0 M€
Fonds Propres Economiques	888,7 M€	935,5 M€	998,4 M€	1 193,3 M€
Ratio de couverture SCR	272%	274%	279%	322%

Tableau 39 : Résultats prospectifs de la solution 1, la stratégie la plus rentable sur tout le business plan

La cinquième étape consiste à choisir la stratégie qui est à la fois la plus rentable et la plus solvable sur les quatre années du plan stratégique.

Pour cela en plus de calculer la distance euclidienne sur tous les ans, nous avons déterminé le coefficient directeur du couple (ratio, résultat) d'une année à une autre pour chaque scénario afin de connaître la vitesse d'évolution de chaque stratégie.

La stratégie retenue sera celle ayant la plus grande somme pondérée des distances euclidiennes ainsi que la plus grande vitesse d'évolution et donc la plus grande somme pondérée des coefficients directeurs.

Pour la somme pondérée des distances euclidiennes, nous avons pris une somme pondérée selon les années comme dans l'étape 3. Pour la somme pondérée des coefficients directeurs, les facteurs de crédibilité suivants ont été appliqués :

Évolution de 2018 à 2019	70%
Évolution de 2019 à 2020	20%
Évolution de 2020 à 2021	10%

Tableau 40 : Facteurs de crédibilité des coefficients directeurs par année de projection

Là encore la solution 2 a été retenue. Ses résultats prospectifs sont les suivants :

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	32,6 M€	42,1 M€	55,2 M€	69,7 M€
SCR	272,3 M€	282,9 M€	295,1 M€	302,9 M€
Fonds Propres Economiques	883,2 M€	926,8 M€	987,0 M€	1 180,2 M€
Ratio de couverture SCR	324%	328%	335%	390%

Tableau 41 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable et la plus solvable sur tout le business plan, solution 2

2. Impact des prises de décisions sur le modèle

2.1. Changement de la relation d'ordre

A l'issue de l'étape 3 et en rajoutant la dimension solvabilité, il a été choisi comme relation d'ordre S, la distance euclidienne : $S(\text{Résultat}, \text{Ratio}) = \sqrt{\text{Résultat}^2 + \text{Ratio}^2}$

Cette relation d'ordre peut être modifiée. Par exemple, nous pouvons la remplacer par la relation suivante :

$$S(\text{Résultat}, \text{Ratio}) = \frac{\text{Ratio}}{\text{Ratio}_{\text{maximal}}} \omega(\text{ratio}) + \frac{\text{Résultat}}{\text{Résultat}_{\text{maximal}}} (1 - \omega(\text{ratio}))$$

$$\text{Où } \omega(\text{ratio}) = \begin{cases} \frac{2-\text{ratio}}{2} & \text{si } \text{ratio} \geq 250\% \\ \frac{1}{2} & \text{si } \text{ratio} < 250\% \end{cases}$$

De plus, cette relation permet de regrouper l'étape 2 et 3 puisqu'elle donne plus de poids au résultat dès lors que le ratio est assez confortable (soit supérieur à 250%). En revanche, si le ratio est inférieur à 250%, les poids sont égaux.

En appliquant cette relation aux scénarios obtenus, la solution 2 n'est plus retenue et c'est uniquement la solution 1 qui domine.

2.2. Les administrateurs accordent une priorité au résultat

Supposons que dans le cas de Mutélia, sur les vingt administrateurs, seize accordent une priorité au résultat et quatre au ratio de couverture SCR.

Dans ce cas, les poids attribués à la distance euclidienne sont modifiés :

$$S(\text{Résultat}, \text{Ratio}) = \sqrt{\frac{4}{5} \text{Résultat}^2 + \frac{1}{5} \text{Ratio}^2}$$

La stratégie retenue lors de l'étape 3 deviendrait alors identique à celle retenue lors de l'étape 2 soit la solution 1. Cela s'explique par le fait que la solution 1 est celle ayant le plus grand résultat.

Le fait d'accorder de l'importance au résultat aura aussi un impact sur l'étape 5. En effet, la solution 1 y sera encore retenue au lieu de la solution 2.

Le modèle permet donc de tenir compte des préférences des administrateurs, en leur proposant une déclinaison qui satisfasse leur besoin.

2.3. Les administrateurs accordent la même importance à chaque année de projection

Pour l'étape 4 et 5, nous modifions les facteurs de crédibilité des résultats ainsi que de la distance euclidienne selon les décisions prises par les administrateurs :

Résultat selon l'année	Facteur de crédibilité
Résultat 2018	25%
Résultat 2019	25%
Résultat 2020	25%
Résultat 2021	25%

Tableau 42 : Harmonisation des facteurs de crédibilité des résultats prospectifs

Les coefficients directeurs sont également modifiés :

Évolution de 2018 à 2019	33.33%
Évolution de 2019 à 2020	33.33%
Évolution de 2020 à 2021	33.33%

Tableau 43 : Harmonisation des facteurs de crédibilité des coefficients directeurs

Dans ce cas, nous retombons sur les deux mêmes solutions trouvées à l'issue de l'étape 4 (respectivement 5) soit la solution 1 (respectivement 2) en II.3.5.

2.4. Les administrateurs accordent plus d'importance au moyen terme et donc à la dernière année de projection

Pour l'étape 4 et 5, nous modifions les facteurs de crédibilité des résultats ainsi que de la distance euclidienne selon les décisions prise par les administrateurs :

Résultat selon l'année	Facteur de crédibilité
Résultat 2018	5%
Résultat 2019	15%
Résultat 2020	20%
Résultat 2021	60%

Tableau 44 : Augmentation des facteurs de crédibilité au fur et à mesure de la projection

Les coefficients directeurs sont également modifiés :

Évolution de 2018 à 2019	10%
Évolution de 2019 à 2020	20%
Évolution de 2020 à 2021	70%

Tableau 45 : Augmentation des facteurs de crédibilité des coefficients directeurs au fur et à mesure de la projection

Nous retombons encore sur la solution 1 (respectivement 2) trouvée à l'étape 4 (respectivement 5) en II.3.5.

Il est constaté que quelques soit les facteurs de crédibilité, les stratégies retenues à l'issue de l'étape 4 et 5 ne varient pas. Cela s'explique par le fait que la solution 1 admet le plus grand résultat sur tous les ans. De même, la solution 2 admet le plus grand coefficient directeur ainsi que la plus grande distance euclidienne sur chaque année.

2.5. Les administrateurs accordent une priorité au résultat ainsi que la même importance à chaque année de projection

- A l'issue de l'étape 2, la solution 1 est retenue
- A l'issue de l'étape 3, la solution 1 est retenue
- A l'issue de l'étape 4, la solution 1 est retenue
- A l'issue de l'étape 5, la solution 1 est retenue

En accordant une priorité au résultat ainsi que la même importance à toutes les années de projection, la solution 2 n'est plus retenue et la solution 1 domine. En effet, celle-ci admet le meilleur résultat sur toutes les années.

Ainsi, il est possible d'adapter le modèle établi dans la partie II aux choix stratégiques des administrateurs en matière de rentabilité et de solvabilité.

3. Sensibilité du modèle aux hypothèses de rendements

Dans notre modèle, les hypothèses d'évolution de rendements et d'évolution des S/P sont déterministes et ont été fixées par le conseil d'administration de Mutélia. Il est donc important de tester la sensibilité du modèle à ces hypothèses. Là encore, ces tests se feront uniquement sur la déclinaison par optimisation du résultat développée en II.3.5.

3.1. Changement de l'intuition des administrateurs quant aux rendements des actions

Les administrateurs attribuent un rendement de 1% aux actions dès le 31/12/2017 et cela durant tout le plan stratégique (contre 3% dans le scénario central).

Étape 1

A l'issue de l'étape 1, seulement 34 scénarios respectent l'appétence et sont alors conservés.

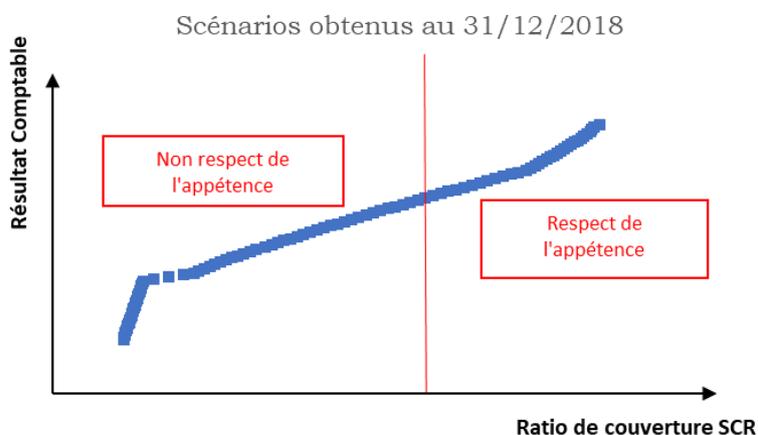


Figure 41 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence

Il est constaté lors de cette étape, que les 66 scénarios éliminés sont les moins rentables ainsi que les moins solvables. En regardant de plus près, il s'agit des scénarios ayant une allocation en actions plus importante. Étant donné que les actions admettent un rendement faible, les scénarios admettant une allocation en actions élevée sont alors moins rentables avec en plus un ratio de couverture faible.

Étape 2

L'étape 2 nous permet de déterminer le scénario le plus rentable au 31/12/2018. L'étude de cette étape n'est pas pertinente puisque nous sommes dans un cas particulier où les actions admettent un rendement faible de 1%. Les obligations d'entreprises deviennent donc les actifs les plus rentables.

Ainsi, le scénario ayant la plus grande rentabilité est le scénario où l'allocation en obligations d'entreprises est des plus importantes :

	31/12/2017
Actions cotées	0,0%
Actions non cotées	0,0%
Obligations Etats	0,0%
Obligations Entreprises	76,9%
Monétaires	0,0%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	257,98 M€
Evolution	0%

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	34,1 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	324%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	328%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	155,9 M€
SCR Marché	127,4 M€
SCR Contrepartie	18,3 M€
BSCR	231,7 M€
SCR Opérationnel	29,0 M€

SCR au 31/12/2017	260,7 M€
-------------------	----------

Tableau 46 : Allocation obtenue

Tableau 47 : Résultats prudentiels obtenus

Étape 3

Nous passons maintenant à l'étape 3 où nous rajoutons la dimension de la solvabilité. Nous cherchons donc la stratégie la plus rentable et solvable à la fois au 31/12/2018 parmi les stratégies retenues. Nous déterminons la distance euclidienne pour chaque scénario comme explicité en II.2.1 :

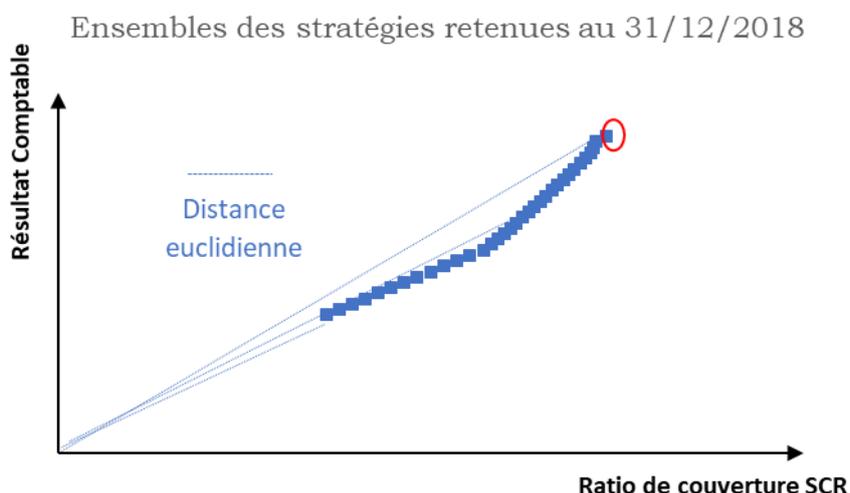


Figure 42 : Calcul de la distance euclidienne pour l'ensemble des scénarios

La stratégie ayant la plus grande distance euclidienne au 31/12/2018 (rond rouge dans la figure) a les mêmes caractéristiques que la stratégie trouvée à l'issue de l'étape 2.

Cela s'explique par le fait que les obligations soient moins risquées que les actions et donc moins couteuses en solvabilité.

Étape 4 et 5

La quatrième étape consiste à choisir la stratégie la plus rentable sur tout le plan stratégique. La cinquième étape quant à elle, consiste à choisir la stratégie à la fois la plus rentable et la plus solvable sur les quatre années du plan stratégique.

Nous retrouvons encore la stratégie retenue lors de l'étape 2 et 3. Le rendement des actions étant supposé faible sur tout le plan stratégique, les obligations restent les actifs les plus rentables. De plus, les obligations sont moins coûteuses en solvabilité que les actions.

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	34,1 M€	43,7 M€	56,3 M€	70,4 M€
SCR	270,2 M€	280,8 M€	292,9 M€	300,8 M€
Fonds Propres Economiques	886,8 M€	932,6 M€	993,9 M€	1 186,3 M€
Ratio de couverture SCR	328%	332%	339%	394%

Tableau 48 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable sur tout le business plan

En conclusion, le modèle établi en II.2.1 est sensible aux rendements des actifs et s'adapte à ceux-ci.

3.2. Changement de l'intuition des administrateurs quant à l'évolution des S/P des contrats « Collectif 1 »

Les administrateurs supposent que les S/P des contrats « Collectif 1 » s'améliorent dès le 31/12/2017 :

S/P	2017	2018	2019	2020	2021
Collectif 1	85%	84%	83%	81%	80%

Tableau 49 : Evolution des S/P

Étape 1

A l'issue de l'étape 1, 37 scénarios ne respectent pas l'appétence déclarée de la mutuelle et sont donc éliminés.

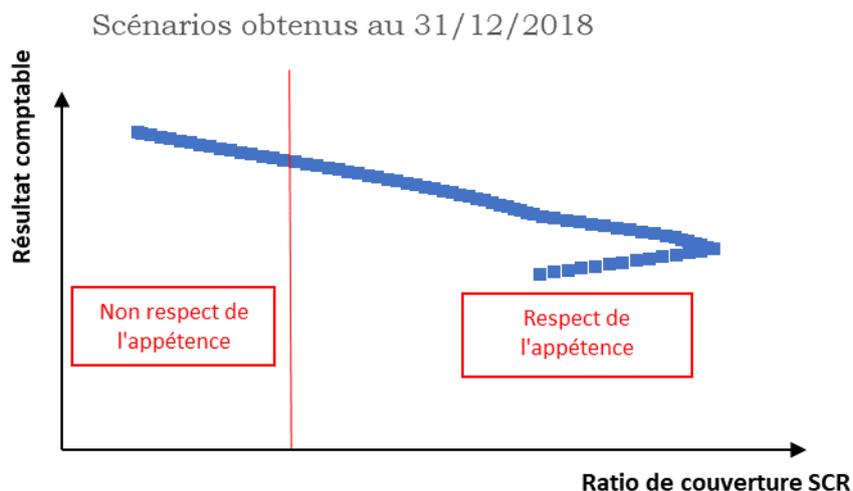


Figure 43 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence de l'organisme pour optimisation du résultat

Il est constaté lors de cette étape, que les 37 scénarios éliminés sont les plus rentables, mais les moins solvables. En regardant de plus près, il s'agit des scénarios ayant une allocation en actions et une évolution des contrats collectifs des plus importantes. Cela engendre un plus grand SCR Actions et Santé et par la suite un plus petit ratio.

Étape 2

L'étape 2 nous permet de déterminer le scénario le plus rentable au 31/12/2018 :

	31/12/2017
Actions cotées	22,7%
Actions non cotées	0,1%
Obligations Etats	0,1%
Obligations Entreprises	49,8%
Monétaires	2,6%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	321,24 M€
Evolution	25%

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	56,9 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	272%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	278%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	167,9 M€
SCR Marché	184,2 M€
SCR Contrepartie	18,5 M€
BSCR	285,6 M€
SCR Opérationnel	30,9 M€

SCR au 31/12/2017	316,5 M€
-------------------	----------

Tableau 50 : Allocations de la solution 1

Tableau 51 : Résultats prudentiels de la solution 1

Dans cette situation, il est constaté que la marge de manœuvre est allouée entre actions cotées et contrats collectifs. En effet, les actions sont les actifs les plus rentables et les contrats collectifs admettent des S/P combinés inférieurs à 1.

Dans le cas où les S/P s'améliorent, Mutélia peut se permettre cette allocation puisque ce scénario respecte parfaitement l'appétence de la mutuelle et lui permet d'avoir un meilleur résultat au 31/12/2018.

Étape 3

Nous passons maintenant à l'étape 3 où nous rajoutons la dimension de la solvabilité. Nous cherchons donc la stratégie la plus rentable et solvable à la fois au 31/12/2018 parmi celles retenues lors de cette situation. Nous déterminons alors la distance euclidienne pour chaque scénario comme explicité en II.2.1 :

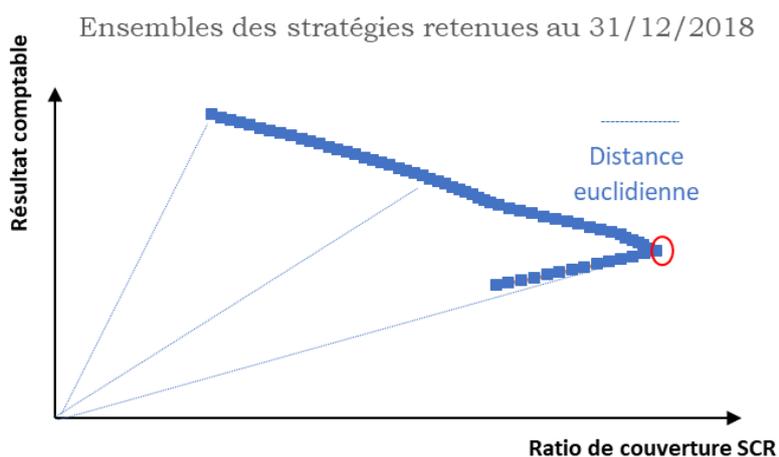


Figure 44 : Calcul de la distance euclidienne pour l'ensemble des scénarios

La stratégie ayant la plus grande distance au 31/12/2018 (rond rouge dans la figure) a les caractéristiques suivantes :

	31/12/2017
Actions cotées	0,0%
Actions non cotées	0,0%
Obligations Etats	60,1%
Obligations Entreprises	0,0%
Monétaires	16,8%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	257,98 M€
----------------	-----------

Evolution 0%

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	50,2 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	362%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	371%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	155,9 M€
SCR Marché	93,9 M€
SCR Contrepartie	18,4 M€
BSCR	208,2 M€
SCR Opérationnel	29,0 M€

SCR au 31/12/2017	237,2 M€
-------------------	----------

Tableau 52 : Allocations de la solution

Tableau 53: Résultats prudentiels de la solution

En rajoutant la dimension solvabilité, la stratégie retenue est celle où la marge de manœuvre est allouée uniquement au Marché et plus particulièrement aux obligations d'états. En effet, l'investissement dans les contrats collectifs et en actions est couteux en solvabilité contrairement aux obligations d'états qui le sont beaucoup moins. Le résultat est certes moindre qu'à l'étape 1, mais le ratio est supérieur.

Étape 4

La quatrième étape consiste à choisir la stratégie la plus rentable sur tout le plan stratégique. Pour cela nous prenons le scénario ayant le résultat cumulé le plus élevé.

Nous effectuons alors une somme pondérée des résultats sur 4 ans pour chaque stratégie avec les facteurs de crédibilité explicités en II.2.1.

Le scénario retenu est identique à celui de l'étape 2 avec la même allocation d'actifs :

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	56,9 M€	69,4 M€	80,5 M€	90,1 M€
SCR	332,1 M€	349,4 M€	369,2 M€	385,0 M€
Fonds Propres Economiques	924,6 M€	1 002,9 M€	1 093,1 M€	1 322,0 M€
Ratio de couverture SCR	278%	287%	296%	343%

Tableau 54 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable sur tout le business plan

Étape 5

La dernière étape consiste à choisir la stratégie qui est à la fois la plus rentable et la plus solvable sur les quatre années du plan stratégique. Nous appliquerons la même méthodologie explicitée en II.2.1 en introduisant les coefficients directeurs d'une année à une autre en plus de la distance euclidienne. Le scénario retenu s'avère être identique à celui de l'étape 3 avec la même allocation d'actifs. Ses résultats prospectifs sont les suivants :

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	50,2 M€	61,7 M€	71,1 M€	79,3 M€
SCR	246,9 M€	257,0 M€	268,2 M€	273,9 M€
Fonds Propres Economiques	915,0 M€	986,1 M€	1 066,1 M€	1 276,2 M€
Ratio de couverture SCR	371%	384%	398%	466%

Tableau 55 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable et la plus solvable sur tout le business plan

Le modèle s'adapte à l'amélioration des S/P puisque la stratégie la plus rentable est celle où une grande partie de la marge de manœuvre est allouée aux contrats collectifs. Cependant, en rajoutant la dimension solvabilité, la prise de risque diminue. Étant dans le cas d'une mutuelle qui admet une large appétence au risque, elle peut se permettre de prendre plus de risque sur le technique dans le cas où les S/P s'améliorent, car cela sera source de rentabilité.

3.3. Changement de l'intuition des administrateurs quant à l'évolution des S/P des contrats « Collectif 1 » et des rendements des actions

Dans cette sous-partie, il est supposé que les rendements des actions soient de 1% dès le 31/12/2017 et cela durant tout le plan stratégique. Les S/P des contrats collectifs s'améliorent dès le 31/12/2017 comme en III.3.2.

Étape 1

A l'issue de l'étape 1, seulement 57 scénarios respectent l'appétence. Ceux-ci sont alors conservés.

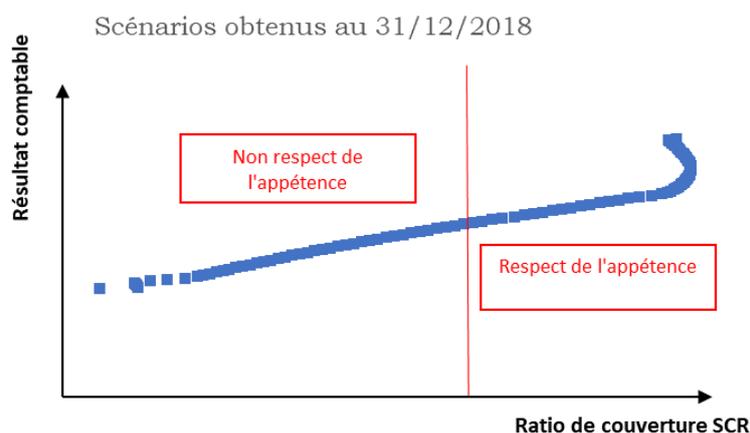


Figure 45 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence

Il est constaté lors de cette étape, que les 43 scénarios éliminés sont les moins rentables ainsi que les moins solvables. En regardant de plus près, il s'agit des scénarios ayant une allocation en actions plus importante. Étant donné que les actions admettent un rendement faible, les scénarios admettant une allocation en actions élevée sont alors moins rentables en plus d'un ratio de couverture élevé.

Étape 2

L'étape 2 nous permet de déterminer le scénario le plus rentable au 31/12/2018.

Le scénario admettant la plus grande rentabilité est le scénario où l'allocation en obligations d'entreprises est des plus importante ainsi que l'évolution des contrats collectifs.

	31/12/2017
Actions cotées	0,0%
Actions non cotées	0,0%
Obligations Etats	0,0%
Obligations Entreprises	76,9%
Monétaires	0,0%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	335,37 M€
----------------	-----------

Evolution 30%

Tableau 56 : Allocation obtenue

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	55,4 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	309%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	317%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	170,6 M€
SCR Marché	130,3 M€
SCR Contrepartie	18,5 M€
BSCR	246,3 M€
SCR Opérationnel	31,3 M€

SCR au 31/12/2017	277,6 M€
-------------------	----------

Tableau 57 : Résultats prudentiels obtenus

Lorsque le rendement des actions baisse et les S/P des contrats collectifs s'améliorent, il est constaté que la marge de manœuvre est allouée entre obligations d'entreprises et contrats collectifs. En effet, les obligations deviennent les actifs les plus rentables et les contrats collectifs deviennent également source de rentabilité puisqu'ils deviennent bénéficiaires.

Étape 3

Nous passons maintenant à l'étape 3 où nous rajoutons la dimension de la solvabilité. Nous cherchons donc la stratégie la plus rentable et solvable à la fois au 31/12/2018. Nous déterminons la distance euclidienne pour chaque scénario comme explicité en II.2.1 :

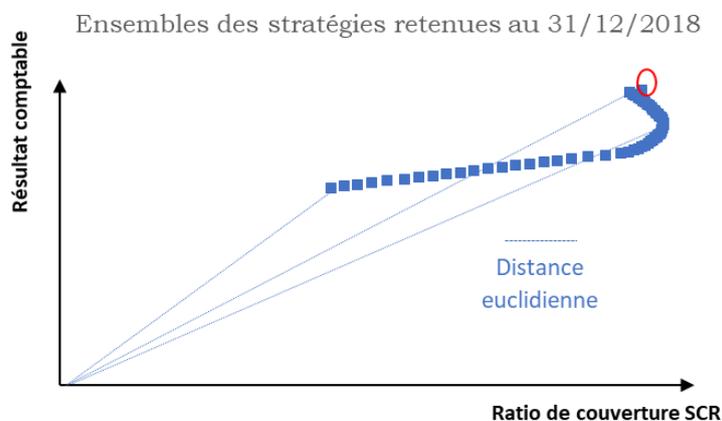


Figure 46 : Calcul de la distance euclidienne pour l'ensemble des scénarios

La stratégie ayant la plus grande distance euclidienne a les mêmes caractéristiques que la stratégie trouvée à l'issue de l'étape 2.

Cela s'explique par le fait que les obligations d'entreprises sont moins couteuses en solvabilité.

Étape 4 et 5

La quatrième étape consiste à choisir la stratégie la plus rentable sur tout le plan stratégique. La cinquième étape consiste à choisir la stratégie qui est à la fois la plus rentable et la plus solvable sur les quatre années du plan stratégique.

Nous retrouvons encore la stratégie retenue lors de l'étape 2 et 3. Le rendement des actions étant supposé faible sur tout le plan stratégique, les obligations restent les actifs les plus rentables. De même, les S/P des contrats collectifs continuent à s'améliorer. De plus, un grand investissement en obligations est moins couteux en solvabilité. Cette stratégie est donc la plus solvable sur le moyen terme :

	2018	2019	2020	2021
Résultat de l'exercice	55,4 M€	67,9 M€	79,1 M€	88,6 M€
SCR	290,6 M€	304,4 M€	319,8 M€	330,2 M€
Fonds Propres Economiques	921,0 M€	997,7 M€	1 086,6 M€	1 315,9 M€
Ratio de couverture SCR	317%	328%	340%	399%

Tableau 58 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable et la plus solvable sur tout le business plan

En conclusion, le modèle établi en II.2.1 est sensible aux rendements des actifs et aux S/P du portefeuille fixés par les administrateurs et s'adapte à ceux-ci.

3.4. Effet sur l'optimisation de la diversification d'une amélioration des S/P des contrats « Collectif 1 » et chute du marché des actions :

Nous avons pu montrer en II.3.7 qu'augmenter la diversification n'apporte pas forcément plus de rentabilité puisque pour le cas de Mutélia, le Marché est plus rentable que la Santé. Nous nous proposons de vérifier cette hypothèse dans le cas où le rendement des contrats en Santé s'améliore, mais que le rendement des actions baisse.

Le BSCR cible au 31/12/2017 sera toujours celui du scénario 3 déterminé en II.3.4 et égal à 277 M€.

Nous appliquons la même méthode explicitée en II.2.3 avec les rendements des actions égale à 1% sur tout le plan stratégique et les S/P qui s'améliorent comme en III.3.3.

Nous constatons que la stratégie la plus rentable est celle où la diversification entre les SCR est minimale puisque toute la marge de manœuvre est allouée au SCR Santé :

	31/12/2017
Actions cotées	7,5%
Actions non cotées	0,8%
Obligations Etats	1,7%
Obligations Entreprises	55,1%
Monétaires	11,8%
Immobilier	13,3%
Participations stratégiques	9,8%

CA Collectif 1	445,90 M€
Evolution	73%

Tableau 59 : Allocations de la stratégie

Résultat de l'exercice au 31/12/2018	57,0 M€
Ratio de couverture SCR au 31/12/2017	272%
Ratio de couverture SCR au 31/12/2018	280%

Information sur le SCR au 31/12/2017	
SCR Vie	2,0 M€
SCR Santé	191,6 M€
SCR Marché	148,4 M€
SCR Contrepartie	18,7 M€
BSCR	277,2 M€
SCR Opérationnel	37,6 M€

SCR au 31/12/2017	314,2 M€
-------------------	----------

Tableau 60 : Résultats prudentiels de la stratégie

Avec une évolution des contrats « Collectif 1 » de 73%, cette stratégie n'est pas plausible au vu du développement de Mutélia. Contrairement à la partie II.3.7, la stratégie la plus rentable est celle où le SCR Santé augmente considérablement.

Cela s'explique par l'amélioration des S/P du collectif qui engendre un portefeuille en Santé plus rentable.

Cela conforte donc bien l'idée que maximiser la diversification entre les modules n'est pas forcément une source de rentabilité. Pour gagner en rentabilité, il est nécessaire d'investir plus de capital sur le module le plus rentable.

Conclusion et axes d'amélioration

L'objet du présent mémoire était, dans un premier temps, de définir une méthodologie qui vise à déterminer le montant d'appétence au risque déclaré par les dirigeants d'un organisme d'assurance. Pour cela, il a d'abord été calculé le montant d'appétence intrinsèque qui peut se définir comme la perte qu'un organisme devrait assumer en gardant sa stratégie actuelle.

La notion d'appétence au risque n'ayant pas de définition explicite dans la Directive Solvabilité II, un choix de définition pour le niveau d'appétence a été établi dans le cadre de ce mémoire : pour calculer le risque intrinsèque, il a été choisi de se positionner sur un risque décennal se produisant avec une probabilité d'une chance sur dix. La raison de ce choix provient du fait qu'un conseil d'administration admet une durée de vie d'environ dix ans et que cette échelle est donc plus parlante pour les administrateurs.

Cependant, l'appétence intrinsèque prend en compte uniquement les risques prévus dans le scénario central. Retenir l'appétence intrinsèque engendrerait des difficultés opérationnelles, car l'organisme ne pourrait en aucun cas dévier de sa stratégie actuelle. Par conséquent, il est important de disposer d'une « marge de manœuvre ».

Afin de déterminer cette marge de manœuvre, il a été mis en place trois scénarios stratégiques afin de délimiter une marge de manœuvre à ajouter à l'appétence intrinsèque. L'appétence déclarée est alors obtenue en sélectionnant le scénario stratégique ayant la plus grande appétence intrinsèque.

Par ailleurs, la formulation de l'appétence au risque a mis en avant l'importance de bien choisir ses indicateurs de prise de risque. En effet, ces derniers permettent d'assurer le bon pilotage de l'organisme tout en étant un outil de communication financière. Ainsi, deux indicateurs ont été choisis pour définir l'appétence :

- Le ratio de couverture permettant de vérifier le respect de la contrainte réglementaire.
- Le résultat net comptable permettant d'appréhender la rentabilité du portefeuille (technique et financier).

Dans un second temps et dès lors que le montant d'appétence globale a été déterminé, trois méthodes de déclinaison ont été proposées afin de permettre aux différentes parties prenantes de connaître leur périmètre d'action.

La première méthode est une déclinaison par optimisation du résultat net. Cette méthode est intéressante lorsque l'organisme a pour but d'améliorer sa rentabilité.

La seconde méthode est une déclinaison par optimisation du résultat tout en maximisant le ratio de solvabilité. Cette méthode est intéressante lorsque l'organisme souhaite se concentrer sur sa solvabilité en plus de sa rentabilité. Dans le cas de Mutélia, cette étude n'est pas pertinente puisque la mutuelle dispose d'un ratio de couverture largement supérieur à la contrainte réglementaire et préfère prendre plus de risque.

La dernière sera une déclinaison par optimisation du gain de diversification. Il a été conclu que maximiser la diversification n'est pas forcément synonyme de rentabilité. Cela serait le cas dans un modèle où Marché et Santé admettraient la même rentabilité, ce qui n'est pas le cas du portefeuille de Mutélia où le Marché est bien plus rentable. Il est donc plus intéressant de diminuer la diversification en investissant plus de capital sur le Marché pour ainsi avoir un meilleur résultat.

Dans un dernier temps et une fois que ces différentes méthodes ont été établies, leur sensibilité aux prises de décisions et aux hypothèses de rendements émises par les administrateurs a été mise en évidence. En effet, les hypothèses d'évolution de rendements et d'évolution des S/P sont déterministes et ont été fixées par le conseil d'administration de Mutélia.

Une des limites de ce mémoire se trouve dans la première méthode de déclinaison. En effet, pour chaque résultat, il est déterminé une seule solution (et non toutes les solutions possibles) puisque dans un algorithme de pas-à-pas, la solution est différente selon le point de départ. Il serait ainsi intéressant d'établir un autre type d'algorithme : par exemple, un algorithme stochastique démarrant de plusieurs simulations pour ensuite retenir la solution convergente.

Une seconde limite de ce mémoire est l'hypothèse de log-normalité des résultats retenue. En effet, il pourrait s'agir d'une autre loi asymétrique.

Cette étude nous a finalement permis de fournir au conseil d'administration un outil lui permettant de s'exprimer. En effet, ce modèle met en application les choix et les idées des administrateurs tout en présentant leurs intuitions. De ce fait, l'appétence au risque est un choix ainsi qu'un sujet de dialogue sur lequel les Conseils d'Administration doivent se positionner afin que chaque membre exprime ses idées. Cette étude confirme donc que l'appétence au risque n'est pas simplement une contrainte imposée par la Directive Solvabilité II. Ce concept doit avoir pour but de créer un consensus auprès des administrateurs afin de faciliter les prises de décision et le pilotage de l'organisme.

En quelques mots :

« Le consensus est primordial mieux vaut avoir tort en groupe que d'avoir raison tout seul. Ce qui compte, c'est d'avancer tous ensemble, peu importent la direction et les moyens employés. »

Corinne Maier (écrivain française)

Bibliographie

Textes réglementaires

COMMISSION EUROPEENNE [10 octobre 2014] « *Règlement délégué (UE) 2015/35 de la commission du 10 octobre 2014* »

ACPR Banque de France [2009], « *Directive Européenne 2009/138/CE (« directive Solvabilité II)* »

EIOPA [2008], « *QIS4 background document : Calibration of SCR and MCR* ».

EIOPA [2016] « *Discussion Paper on the review of specific items in the Solvency II Delegated Regulation* ».

COMMISSION EUROPEENNE [2016] « *Request to EIOPA for technical advice on the review of specific items in the Solvency II Delegated Regulation (Regulation (EU) 2015/35)* ».

COMMISSION EUROPEENNE [2017] « *Request to EIOPA for technical advice on the review of specific items in the Solvency II delegated regulation as regards unjustified constraints to financing (Regulation (EU) 2015/35)* ».

Articles, publications et ouvrages

TASCHE D. [2007] « *Euler allocation : theory and practice* », Technical Report arXiv :0708.2542.

TASCHE D. [2008] « *Capital allocation to business units and sub-portfolios : the euler principle* », Papers 0708.2542, arXiv.org.

MACK T. [1994], « *Measuring the Variability of Chain Ladders Reserve Estimates* », Casualty Actuarial Society Forum, Vol 1, pp 101-182.

MERZ M. et WUTHRICH M. [2008], « *Modelling the Claims Development Result For Solvency Purposes* », Casualty Actuarial Society Forum, pp 542-568.

ACTUELIA [2017] « *Premiers éléments de benchmark des SFCR à J+10* ».

MILLIMAN White Paper [2017] « *Les pratiques ORSA du marché français* ».

BNP PARIBAS White Paper [2017] « *Determining a strategic asset allocation in a Solvency II framework* ».

GALEA & ASSOCIES [2017] « *Baromètre 2017 – Les rapports annuels publics Solvabilité 2 au 31/12/2016* ».

CPR Asset Management [2017] « *Révision de la formule standard Solvabilité 2* ».

EDHEC Business School [2016] « *Comment calibrer l'appétence, les tolérances et les limites de risques et quels en sont les enjeux pour l'allocation de capital, l'ERM et la performance des entreprises ?* »

Mémoires et thèses

COHEN P. [2017]. De l'appétence aux risques déclarée par les dirigeants d'assurance à la mise en œuvre opérationnelle. Mémoire de fin d'étude, Université Paris Dauphine.

GONDRAN E. et LAGRESLE R. [2013]. Appétence au risque et allocation de capital à partir de critères de performance sous Solvabilité 2. Mémoire de fin d'étude, ENSAE.

DECUPERE S. [2011]. Agrégation des risques et allocation de capital sous Solvabilité II. Mémoire de fin d'étude, ENSAE.

SAID K. [2015]. Une approche gestion de risque de l'allocation du capital. Mémoire de fin d'étude, ISFA.

DIOP M. [2015]. Démarche d'intégration de l'appétit aux risques dans le pilotage du profil de risques d'une société commercialisant des produits d'épargne en euros - Application au pilotage de l'allocation stratégique d'actifs. Mémoire de fin d'étude, ISUP.

ROUDERE L. [2013]. Mise en place d'un processus ORSA pour une institution de prévoyance. Mémoire de fin d'étude, ISUP.

ELMALEH C. [2012]. Solvabilité II : ORSA, des principales clés à la mise en œuvre opérationnelle. Mémoire de fin d'étude, Université Paris Dauphine.

PIAT V. [2015]. Modélisation du risque de provisionnement non-vie dans le cadre d'un modèle interne sous Solvabilité II. Mémoire de fin d'étude, Université de Strasbourg.

Conférences

Conférence ACPR [16 Juin 2017] « *Solvabilité II, un an après : Quel bilan ? Quelles perspectives ?* ».

Sites internet

<https://www.cpr-am.fr>

Annexes

Annexe 1 : La loi log-normale

Une variable aléatoire Y suit une loi log-normale de paramètres μ et σ (μ réel et $\sigma > 0$) si $Y = e^X$ où X est une variable aléatoire suivant une distribution normale de moyenne μ et d'écart-type σ .

Les moyennes et la variance de Y sont alors respectivement : $e^{(\mu + \frac{\sigma^2}{2})}$ et $(e^{\sigma^2} - 1)e^{(2\mu + \sigma^2)}$

Annexe 2 : Propriété sur la loi log-normale

Propriété :

Soient $q_{\alpha\%}$ et $q_{50\%}$ les quantiles de niveaux respectifs $\alpha\%$ et 50% avec $q_{\alpha\%} \neq q_{50\%}$ et $\alpha\% \neq 50\%$. Alors, il existe une unique distribution log-normale $\mathcal{LN}(\mu, \sigma)$ passant par ces deux quantiles.

Preuve :

Supposons qu'il existe deux distributions log-normales $\mathcal{LN}(\mu, \sigma)$ et $\mathcal{LN}(\mu', \sigma')$ passant par les deux quantiles $q_{\alpha\%}$ et $q_{50\%}$. Par définition du quantile à 50% et de la fonction de répartition d'une loi log-normale :

$$\begin{cases} \mu = \ln(q_{50\%}) \\ \mu' = \ln(q_{50\%}) \end{cases} \Leftrightarrow \mu = \mu'$$

$$\text{Et} \quad \begin{cases} \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left(\frac{\ln(q_{\alpha\%}) - \mu}{\sigma\sqrt{2}}\right) = \alpha\% \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left(\frac{\ln(q_{\alpha\%}) - \mu'}{\sigma'\sqrt{2}}\right) = \alpha\% \end{cases}$$

Or la fonction erf étant injective, elle ne peut associer à deux nombres différents la même valeur donc, nécessairement :

$$\frac{\ln(q_{\alpha\%}) - \mu}{\sigma\sqrt{2}} = \frac{\ln(q_{\alpha\%}) - \mu'}{\sigma'\sqrt{2}}$$

C'est-à-dire :

$$\sigma = \sigma'$$

■

Annexe 3 : Définition de la distance euclidienne

Définition :

Dans le plan muni d'un repère orthonormé, la distance entre deux points A et B s'exprime en fonction de leurs coordonnées cartésiennes à l'aide du théorème de Pythagore par :

$$AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$

Où x (respectivement y) représente l'abscisse (respectivement l'ordonnée) d'un point.

Annexe 4 : Définition du coefficient de détermination R^2

Définition :

Soit un jeu de données composé de n -valeurs y_1, \dots, y_n pour chacune desquelles il existe une valeur de prédiction $\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_n$. Le résidu e_i associé à la valeur y_i est défini par : $e_i = y_i - \hat{y}_i$.

Soit \bar{y} la moyenne des données observées : $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$.

Le coefficient de détermination R^2 est alors défini par la relation suivante :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i e_i^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}$$

Lorsque ce coefficient est proche de 0 cela signifie que la qualité de la prédiction est mauvaise. A l'inverse, s'il est proche de 1 alors la qualité des prédictions est considérée comme bonne.

Annexe 5 : Vérification de l'hypothèse de l'indépendance des années de survenance (H1)

Pour vérifier l'hypothèse de l'indépendance des années de survenance, il faut étudier les effets calendaires. Ils vont avoir un impact sur une des diagonales $d_k = \{C_{k,1}, C_{k-1,2}, \dots, C_{1,k}\}$ $0 \leq k \leq n$ mais aussi sur les facteurs de développement individuels liés à cette diagonale :

$$A_k = \left\{ \frac{C_{k,2}}{C_{k,1}}, \frac{C_{k-1,3}}{C_{k-1,2}}, \dots, \frac{C_{1,k+1}}{C_{1,k}} \right\} \text{ et } A_{k-1} = \left\{ \frac{C_{k-1,2}}{C_{k-1,1}}, \frac{C_{k-2,3}}{C_{k-2,2}}, \dots, \frac{C_{1,k}}{C_{1,k-1}} \right\}.$$

Si, à cause d'un effet calendaire, les éléments de d_k sont plus élevés (respectivement faibles) qu'espérés alors les éléments de A_{k-1} seront aussi plus élevés (respectivement faibles) et les éléments de A_k seront plus faibles (respectivement élevés).

Pour examiner les effets calendaires, il faut séparer les facteurs individuels de chaque colonne du triangle en deux groupes : « larger » et « smaller ». Le premier groupe sera constitué des facteurs supérieurs à la médiane des facteurs individuels (notés LF_k) et le second sera respectivement caractérisé par les facteurs inférieurs à la médiane (notés SF_k).

Après avoir suivi cette procédure pour chaque diagonale, les facteurs individuels appartiendront à l'une des trois catégories :

1. Ensemble des valeurs non prises en compte (c'est le cas des éléments égaux à la médiane ou à l'unique facteur individuel entre $n - 1$ et n) ;
2. Ensemble des facteurs supérieurs à la médiane : $L = \{LF_1, \dots, LF_{n-2}\}$;
3. Ensemble des facteurs inférieurs à la médiane : $S = \{LS_1, \dots, LS_{n-2}\}$.

Chaque facteur individuel a 50% de chance d'être dans l'ensemble L ou S . A présent, nous devons compter le nombre de facteurs supérieurs et inférieurs à la médiane (L_j et S_j) pour chaque diagonale A_j , $0 \leq j \leq n - 1$. Si L_j est significativement supérieur (ou inférieur) S_j ou de manière équivalente si $Z_j = \min(L_j, S_j)$ est significativement plus petit que $\frac{L_j + S_j}{2}$, alors il y a des chances d'avoir un effet calendaire l'année j .

Il est primordial de connaître les deux premiers moments de la variable aléatoire Z_j . Comme expliqué précédemment, les facteurs individuels retenus sont soit inférieurs à la médiane, soit supérieurs. Il est possible d'en conclure que L_j suit une loi binomiale $\mathcal{B}\left(L_j + S_j, \frac{1}{2}\right)$.

Lemme :

Si X suit une loi binomiale $\mathcal{B}\left(n, \frac{1}{2}\right)$ avec $n \geq 2$, alors les deux premiers moments de $Z = \min(X, n - X)$ sont :

$$\mathbb{E}(Z) = \frac{n}{2} - C_{n-1}^m * \frac{n}{2^n} ;$$
$$\text{Var}(Z) = \frac{n(n-1)}{4} - C_{n-1}^m * \frac{n(n-1)}{2^n} + \mathbb{E}(Z) - \mathbb{E}(Z)^2$$

où m est la partie entière de $\frac{n-1}{2}$.

En se basant sur le résultat de ce lemme, nous connaissons les deux premiers moments de Z_j . Le fait de tester séparément tous les Z_j pourrait mener à une accumulation d'erreurs. A la place, nous considérerons la somme des Z_j tel que :

$$Z = Z_2 + \dots + Z_{n-1}.$$

Z_1 n'est pas pris en compte dans la somme, car A_1 ne contient qu'un seul élément. Il faut également enlever les Z_j où $L_j + S_j \leq 1$. Nous pouvons maintenant poser les hypothèses du test :

H_0 : Il n'y a pas d'effets calendaires sur les années de souscription.

H_1 : Il y a des effets calendaires sur les années de souscription.

Sous l'hypothèse H_0 , les différents Z_j sont non-corrélés. L'espérance et la variance de la somme des Z_j sont égaux à :

$$\mathbb{E}(Z) = \mathbb{E}(Z_2) + \dots + \mathbb{E}(Z_{n-1}) \text{ et } \text{Var}(Z) = \text{Var}(Z_2) + \dots + \text{Var}(Z_{n-1}).$$

Dans son article, Mack suppose que Z suit approximativement une loi normale. Nous rejetons l'hypothèse H_0 si la statistique de test T tel que :

$$T = \frac{Z - \mathbb{E}(Z)}{\sqrt{\text{Var}(Z)}}$$

ne se trouve pas dans l'intervalle $]-q_{0,975}; q_{0,975}[$ (où $q_{0,975}$ est le quantile de la loi normale centrée réduite au seuil de 97,5%).

Liste des tableaux

Tableau 1 : Pénalités à appliquer pour le risque de concentration par notation	33
Tableau 2 : Pénalité selon la notation et la qualité du crédit pour le risque de contrepartie	36
Tableau 3 : Facteur de crédibilité par année de projection.....	64
Tableau 4 : Facteurs de crédibilité des coefficients directeurs par année de projection.....	65
Tableau 5 : Synthèse des étapes par stratégie	65
Tableau 6 : Bilan Comptable de Mutélia.....	70
Tableau 7 : Informations comptables sur Mutélia.....	71
Tableau 8 : Résultats prudentiels de Mutélia	71
Tableau 9 : Hypothèses sur l'évolution prospective du chiffre d'affaires.....	72
Tableau 10 : Hypothèses sur l'évolution prospective du ratio S/P	72
Tableau 11 : Hypothèses sur l'évolution des frais	72
Tableau 12 : Hypothèses sur l'évolution prospective de l'allocation d'actifs	72
Tableau 13 : Hypothèses sur l'évolution prospective du rendement des actifs	73
Tableau 14 : Évolution prospective des résultats prudentiels	73
Tableau 15 : Moyenne et écart-type des log rendement des indices immobilier.....	74
Tableau 16 : Moyenne et Ecart-Type historique des S/P	75
Tableau 17 : Résultat du test statistique.....	76
Tableau 18 : Calcul du risque décennal	80
Tableau 19 : Allocations de la solution 1 prudentiels de la solution 1	87
Tableau 20 : Résultats	
Tableau 21 : Allocations de la solution 2 solution 2.....	88
Tableau 22: Résultats prudentiels de la	
Tableau 23 : Résultats prospectifs de la solution 1.....	89
Tableau 24 : Résultats prospectifs de la solution 2 sur tout le business plan.....	90
Tableau 25 : Allocation associée à la solution 3 la solution 3.....	92
Tableau 26 : Résultats de	
Tableau 27 : Allocation de la solution 4 la solution 4.....	93
Tableau 28 : Résultats de	
Tableau 29 : Résultats prospectifs après optimisation du résultat et du ratio de solvabilité de la solution 3.....	94
Tableau 30 : Business plan de la solution 4 dans le cadre de l'optimisation du résultat et du ratio	95
Tableau 31 : Allocation de la solution 5 solution 5.....	96
Tableau 32 : Résultats	
Tableau 33 : Résultats prospectifs de la solution 5 optimisant la diversification....	97
Tableau 34 : Allocations de la solution 1 prudentiels de la solution 1	100
Tableau 35 : Résultats	
Tableau 36 : Allocations de la solution 2 prudentiels de la solution 2.....	101
Tableau 37: Résultats	
Tableau 38 : Facteur de crédibilité par année de projection.....	101
Tableau 39 : Résultats prospectifs de la solution 1, la stratégie la plus rentable sur tout le business plan.....	102
Tableau 40 : Facteurs de crédibilité des coefficients directeurs par année de projection.....	102

Tableau 41 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable et la plus solvable sur tout le business plan, solution 2	103
Tableau 42 : Harmonisation des facteurs de crédibilité des résultats prospectifs	104
Tableau 43: Harmonisation des facteurs de crédibilité des coefficients directeurs	104
Tableau 44 : Augmentation des facteurs de crédibilité au fur et à mesure de la projection.....	105
Tableau 45 : Augmentation des facteurs de crédibilité des coefficients directeurs au fur et à mesure de la projection.....	105
Tableau 46 : Allocation obtenue	Tableau 47 : Résultats pruden- tiels obtenus
	107
Tableau 48 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable sur tout le business plan.....	108
Tableau 49 : Evolution des S/P.....	108
Tableau 50 : Allocations de la solution 1	Tableau 51 : Résultats pruden- tiels de la solution 1
	109
Tableau 52 : Allocations de la solution	Tableau 53: Résultats pruden- tiels de la solution
	110
Tableau 54 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable sur tout le business plan.....	111
Tableau 55 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable et la plus solvable sur tout le business plan	111
Tableau 56 : Allocation obtenue	Tableau 57 : Résultats pruden- tiels obtenus
	113
Tableau 58 : Résultats prospectifs de la stratégie la plus rentable et la plus solvable sur tout le business plan	114
Tableau 59 : Allocations de la stratégie	Tableau 60 : Résultats pruden- tiels de la stratégie
	115

Liste des figures

Figure 1 : Les trois piliers de Solvabilité II.....	25
Figure 2 : Du bilan comptable au bilan économique.....	26
Figure 3 : Mesure du besoin en capital.....	27
Figure 4 : Composition du SCR.....	29
Figure 5 : Choc à appliquer à la courbe des taux selon la maturité	31
Figure 6 : Courbe des taux sous les scénarios de Hausse et de Baisse des Taux ...	31
Figure 7 : Evolution du Spread de Crédit selon la duration et la notation de l'obligation	33
Figure 8 : Passage du SCR au Besoin Global de Solvabilité	39
Figure 9 : Calendrier des remises à destination du public et du superviseur.....	42
Figure 10 : Décalage et inversion d'une distribution log-normale	47
Figure 11 : Paramètres de la log-normale selon le décalage	48
Figure 12 : Distribution des résultats.....	49
Figure 13 : Calendrier de calcul de l'appétence à horizon 1 an	51
Figure 14 : Calendrier de calcul de l'appétence à horizon 2 ans	51
Figure 15 : Notation Standard & Poors des pays de la zone Euro	54
Figure 16 : Exemple d'évaluation de la distance euclidienne	62
Figure 17 : Évaluation du coefficient directeur	64
Figure 18 : Historique de l'évolution des indices de l'immobilier	74
Figure 19 : Triangle cumulé de règlement des prestations de Mutélia.....	76
Figure 20 : C-C Plot entre les années de développement 0 et 1	77
Figure 21 : C-C Plot entre les années de développement 1 et 2	77
Figure 22 : C-C Plot entre les années de développement 2 et 3	78
Figure 23 : Graphique des résidus	78
Figure 24 : Évaluation du SCR en vision ORSA	79
Figure 25 : Indicateurs d'appétence en 2018	80
Figure 26 : Indicateurs d'appétence en 2021	80
Figure 27 : Indicateurs d'appétence en 2018 pour le scénario stratégique 1	81
Figure 28 : Indicateurs d'appétence en 2021 pour le scénario stratégique 1	82
Figure 29 : Indicateurs d'appétence en 2018 pour le scénario stratégique 2	82
Figure 30 : Indicateurs d'appétence en 2021 pour le scénario stratégique 2	82
Figure 31 : Indicateurs d'appétence en 2018 pour le scénario stratégique 3	83
Figure 32 : Indicateurs d'appétence en 2021 pour le scénario stratégique 3	83
Figure 33 : Vision perte décennale en 2018.....	84
Figure 34 : Détermination de la marge de manœuvre	85
Figure 35 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence de l'organisme pour optimisation du résultat	86
Figure 36 : Calcul de la distance euclidienne pour l'ensemble des scénarios	87
Figure 37 : Détermination de la stratégie la plus rentable et la plus solvable sur le business plan en se basant sur les coefficients directeurs.....	89
Figure 38 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence de l'organisme pour optimisation du résultat et du ratio de solvabilité	91
Figure 39 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence de l'organisme pour optimisation du résultat et du ratio de solvabilité	93
Figure 40 : Détermination de la solution la plus rentable et solvable selon la distance euclidienne	95
Figure 41 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence	106

Figure 42 : Calcul de la distance euclidienne pour l'ensemble des scénarios	107
Figure 43 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence de l'organisme pour optimisation du résultat	109
Figure 44 : Calcul de la distance euclidienne pour l'ensemble des scénarios	110
Figure 45 : Choix des scénarios respectant le niveau d'appétence	112
Figure 46 : Calcul de la distance euclidienne pour l'ensemble des scénarios	113