



**Mémoire présenté  
devant l'Institut de Science Financière et d'Assurances  
pour l'obtention  
du diplôme d'Actuaire de l'Université de Lyon**

**le 15 février 2011**

Par : Pauline LAPARRA

Titre: Pilotage stratégique et appétence au risque sous Solvabilité 2 – Application  
dans le cadre d'une société d'Assurance Vie

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

*Membre du jury de l'Institut des Actuaires*

M. Pierre ARNAL

*Entreprise :*

GALEA & Associés

*Membres du jury I.S.F.A.*

M. Jean Claude AUGROS

M. Alexis BIENVENÛE

M. Areski COUSIN

Mme Diana DOROBANTU

Mme Anne EYRAUD-LOISEL

M. Nicolas LEBOISNE

M. Stéphane LOISEL

Mlle Esterina MASIELLO

Mme Véronique MAUME-DESCHAMPS

M. Frédéric PLANCHET

M. François QUITTARD-PINON

Mme Béatrice REY-FOURNIER

M. Christian-Yann ROBERT

M. Didier RULLIERE

*Directeur de mémoire en entreprise :*

M. Pierre THEROND

*Invité :*

M. Pierre VALADE

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

Signature du responsable entreprise

Signature du candidat

*Secrétariat*

Mme Marie-Claude MOUCHON

*Bibliothèque :*

Mme Michèle SONNIER



## Remerciements

Je tenais à remercier sincèrement toute l'équipe de GALEA & Associés pour son accueil chaleureux et l'environnement de travail qu'elle m'a offert. Ce fût un plaisir de partager cette année à leurs côtés.

Je garderai toujours à l'esprit l'expérience professionnelle unique qu'ils m'ont offerte. De la même façon, je n'oublierai jamais les « GALEA bonjour », les *Yakinikudons*, les déboires de la pauvre « Miaoukeukassé », les fameuses Vacances en Grèce, et bien d'autres éléments qui m'ont poussée à m'attacher à la totalité de l'équipe. Rendez-vous le 12 décembre pour la Corrida de Noël !

Une pensée particulière s'adresse à Norbert Gautron, Associé au grand cœur et gymnaste GRS insolite.

Je remercie M Pierre Théron pour son encadrement et ses indications, qui m'ont permis de rédiger ce mémoire.

Un remerciement chaleureux s'adresse également à Pierre Valade, pour son aide précieuse et le temps qu'il a consacré à m'expliquer les nombreuses facettes du *Risk Appetite*.

J'ai découvert grâce à eux un domaine qui me passionne.

Merci à toute la Direction de la Formation ainsi que le corps enseignant de l'Ecole des Mines de Saint Etienne pour l'encadrement dont j'ai pu profiter pendant ces trois années.

Mes sincères remerciements d'adressent également à l'ISFA, grâce à qui j'ai pu orienter et personnaliser ma formation d'ingénieur vers un domaine passionnant. Une pensée particulière est adressée à Mme Eyraud Loisel et M Leboisne. Je me souviendrai longtemps de leurs qualités humaines.

Enfin, je tenais à remercier mes parents et ma sœur, qui m'ont toujours soutenue, et sans qui je ne serais peut être pas parvenue à ce que je suis devenue aujourd'hui.

## Disclaimer

Ce mémoire n'illustre pas toutes les facettes de l'ORSA, et ne présente pas tous les éléments nécessaires au pilotage stratégique des risques.

L'objectif du mémoire étant de détailler les étapes d'intégration du pilotage du profil de risque, nous nous en sommes tenus à un exemple précis et simple d'appétence au risque que nous avons conservé tout au long de l'application.

## Résumé

Les notions d'appétence au risque (*Risk Appetite*) et de tolérance au risque (*Risk Tolerance*) sont devenues des thèmes d'étude pour une mise en place au sein des compagnies d'assurance d'une gestion stratégique des risques. Cet intérêt s'explique notamment par une place de plus en plus importante de l'*Enterprise Risk Management (ERM)* et par les récentes évolutions qu'a subi le monde de l'assurance, notamment dans le domaine réglementaire avec Solvabilité II. En effet, à travers l'ORSA<sup>1</sup>, Solvabilité II introduit des pré-requis en terme de pilotage qualitatif et quantitatif des risques.

L'objectif de ce mémoire est double : d'une part, il doit permettre l'assimilation du concept du *Risk Appetite* et, d'autre part, il illustre sa formulation et son intégration dans le processus de gestion des risques d'un organisme d'assurance vie dans le cadre de Solvabilité II.

L'ensemble des étapes d'intégration du *Risk Appetite* dans le processus des gestions des risques sera présentée : formulation du *Risk Appetite*, déclinaison à tous les niveaux de hiérarchie jusqu'au niveau opérationnel, outils de contrôle, etc.

Par la suite, l'application du *Risk Appetite* au sein d'une société fictive d'assurance vie permettra de mieux comprendre quel est le réel avantage de la mise en place du *Risk Appetite* dans la gestion des risques. Pour cela, nous considérerons trois facteurs de risques distincts et envisagerons plusieurs leviers d'investissement permettant d'atteindre les objectifs de développement fixés à horizon 1 an. Nous montrerons comment le *Risk Appetite* permet d'optimiser la valeur de l'entreprise tout en restant dans le cadre de risque défini par la Direction.

### **Mots clés du mémoire :**

Solvabilité 2 – Enterprise Risk Management – Risk Appetite – pilotage stratégique des risques – Allocation des risques

---

<sup>1</sup> ORSA : Own Risk and Solvency Assessment : définit dans l'article 45 de la Directive Solvabilité 2.

## Abstract

*Risk Appetite* and Tolerance are notions more and more studied by insurance companies in order to set up a strategic risk management. This interest for the *Risk Appetite* could be issued from the increasing role that is playing Enterprise Risk Management in insurances, and from all the changes that are operating in insurances' domain, in particular thanks to Solvency II. Indeed, thanks to ORSA, Solvency II introduces requirements in quantitative and qualitative risk piloting.

The objective of this thesis is double: on one hand, it has to permit the assimilation of the *Risk Appetite* concept, and on the other, it is an example of its formulation and integration in all the process of Risk Management in insurance companies, in the Solvency II context.

All the stapes of *Risk Appetite* integration in the process of risk management will be detailed: formulation, translation for all the operational levels, control tools, etc.

Then, the application of *Risk Appetite* in the context of Solvency II for a life insurance company will be explained in order to underline the real advantage of the integration of *Risk Appetite* in the risk management.

To reach this aim, we will study three investment possibilities et will study how far those possibilities could be applied in order to reach the business development objectives of the Supervisor, at horizon one year.

We will show that *Risk Appetite* is useful to optimize the firm's value, by respecting besides the *Risk Limits* defined by the supervisor.

### **Mots clés du mémoire :**

Solvency 2 – Enterprise Risk Management – *Risk Appetite* – Risk strategic piloting - Risk allowance

# Sommaire

<u>Remerciements</u> .....	2
<u>Disclaimer</u> .....	3
<u>Résumé</u> .....	4
<u>Abstract</u> .....	5
<u>Sommaire</u> .....	6
<u>Introduction</u> .....	9
<u>Partie 1 – Présentation du contexte du <i>Risk Appetite</i></u> .....	14
I. Solvabilité II – Une nouvelle réglementation .....	15
I.1. Solvabilité I vs Solvabilité II .....	17
I.1.1 Homogénéisation des législations européennes .....	17
I.1.2 Pilier 1 .....	18
I.1.3 Pilier 2 .....	20
I.1.4 Pilier 3 .....	21
I.2. Focus sur le pilier 1 et le calcul du SCR .....	21
I.2.1 Calcul des provisions techniques .....	21
I.2.2 Niveau d'exigence en fonds propres .....	22
I.2.3 Le calcul du SCR .....	23
I.2.3.a Le BSCR .....	24
I.2.3.b L'ajustement au risque .....	26
I.2.4 Introduction au pilier 2 .....	27
I.3. Focus sur le pilier 2 et l'ORSA .....	28
I.3.1 Définition et objectifs .....	28
I.3.2 Avis du CEIOPS sur l'ORSA .....	28
I.3.2.a L'importance de l'ORSA .....	28
I.3.2.b Exigences de l'ORSA .....	29
II. Appétence au risque – Risk Appetite .....	31
II.1. Enjeux .....	33
II.2. Le <i>Risk Profile</i> .....	33
II.3. Processus de pilotage des risques .....	34
II.4. La mesure du risque .....	36
II.4.1 Le choix de la métrique .....	36
II.4.1.a Outil de communication .....	36
II.4.1.b Les objectifs des parties prenantes .....	38
II.4.1.c Conclusion .....	39
II.4.2 Choix des normes .....	40
II.4.3 Exemple de métriques envisageables .....	40
II.4.3.a Résultat@Risk .....	40
II.4.3.b Valeur@Risk .....	41
II.4.3.c Le SCR consommé .....	41
II.5. Déclinaison du <i>Risk Appetite</i> en limite opérationnelle .....	41
II.5.1 Déclinaison en tolérance de risque ( <i>Risk Tolerance</i> ) .....	42
II.5.1.a Méthodes de déclinaison .....	42

II.5.2	Déclinaison en limite de risque ( <i>Risk Limit</i> ) .....	45
II.5.2.a	Définitions .....	45
II.5.2.b	Exemple d'indicateurs .....	46
II.6.	Processus global itératif .....	47
II.6.1	Capacité de prise de risque de l'entreprise .....	48
II.6.2	Traduction en termes de limites .....	49
II.6.3	Communication .....	49
II.6.4	Intégration et contrôle .....	49
II.6.5	Reporting .....	50
II.6.6	Contrôle .....	50
 <u>Partie 2 – Application en Assurance Vie .....</u>		<u>51</u>
III.	Présentation du contexte de l'étude .....	53
III.1.	Contexte règlementaire .....	53
III.2.	<i>Présentation de l'entreprise</i> .....	53
III.2.1	Structure hiérarchique .....	54
III.2.1.a	Régime de supervision .....	54
III.2.1.b	Actuariat .....	54
III.2.1.c	Structure juridique .....	54
III.2.2	Contrats commercialisés .....	54
III.2.2.a	Contrats Temporaire Décès.....	54
III.2.2.b	Contrats Retraite .....	57
III.3.	Bilan de l'entreprise .....	61
III.3.1	Taux d'actualisation .....	61
III.3.2	Actifs .....	62
III.3.2.a	Actif risqué .....	62
III.3.2.b	Actif non risqué .....	64
III.3.3	Passifs .....	66
III.3.3.a	Provisions techniques .....	66
III.3.3.b	Marge pour risque.....	71
III.3.3.c	Capitaux propres .....	73
III.3.4	Résultats .....	73
III.4.	Calcul du SCR .....	74
III.4.1	SCR de marché .....	74
III.4.1.a	Risque de taux .....	74
III.4.1.b	Risque action .....	76
III.4.1.c	Risque d'illiquidité .....	76
III.4.1.d	Résultat risque de marché.....	77
III.4.2	SCR de souscription vie .....	78
III.4.2.a	Risque de longévité.....	78
III.4.2.b	Risque de mortalité.....	78
III.4.2.c	Risque de frais .....	78
III.4.2.d	Résultat Risque de souscription.....	79
III.4.3	Risque opérationnel .....	79
III.4.4	SCR global .....	81
III.5.	Autres informations .....	81
IV.	Mesure du profil de risque et de la métrique de performance.....	83
IV.1.	Hypothèses .....	83

IV.1.1	Choix du pilotage des risques.....	83
IV.1.2	Enveloppes de risque.....	84
IV.1.2.a	Risque Temporaire Décès.....	84
IV.1.2.b	Risque Retraite .....	84
IV.1.2.c	Risque de marché.....	84
IV.1.3	Business Plan.....	85
IV.1.4	Les possibilités d'investissement envisagées .....	86
IV.1.4.a	Achat d'actifs.....	86
IV.1.4.b	Contrat de réassurance.....	87
IV.1.4.c	Augmentation de la marge technique sur les contrats Temporaire Décès.....	91
IV.2.	Application numérique et résultats.....	95
IV.2.1	Bilan prévisionnel au 31/12/2010 .....	96
IV.2.2	Impact de la diversification des risques .....	96
IV.2.3	Traduction du <i>Risk Appetite</i> en <i>Risk Tolerance</i> .....	98
IV.2.4	Leviers d'investissement.....	98
IV.2.4.a	Investissement sur les actifs .....	98
IV.2.4.b	Achat d'un contrat de réassurance.....	99
IV.2.4.c	Etude de l'Impact de l'augmentation de la marge technique .....	102
IV.2.5	Optimisation de l'appétence au risque .....	107
IV.2.5.a	Bilan stratégique prévisionnel au 31/12/2010 .....	107
IV.2.5.b	Allocation du capital disponible après positionnement stratégique .....	109
<u>Conclusion.....</u>		<u>110</u>
I.	Conclusion générale sur le Risk Appetite .....	110
II.	Le suivi des risques .....	110
<u>Annexes.....</u>		<u>114</u>
	Annexe 1 : Tarification du contrat Temporaire Décès.....	114
	Annexe 2 : Densités et distributions des lois utilisées dans le mémoire .....	116
	Annexe 2 : Capture d'écran de l'outil .....	118

# Introduction

## La notion de risque dans les sociétés d'assurance

À première vue, le « risque » désigne un terme très vaste et difficile à définir.

Il est couramment employé pour son sens global, acquis par l'inconscient collectif : si une personne parle d'un risque associé à une situation, il y a, dans cette même situation, de l'incertitude dans la réalisation et dans les conséquences défavorables qui peuvent en résulter.

### Risque :

Le risque se caractérise par trois constats :

- incertitude de la réalisation d'une perte ;
- incertitude du montant de la perte ;
- degré de risque : probabilité de réalisation.

Le degré de risque est une notion quantitative. Il trouve tout son sens lorsqu'il y a une comparaison avec un autre degré de risque.

De même, l'estimation de l'importance de la probabilité de réalisation se fait par l'intermédiaire d'un autre risque : il sera ainsi possible de comparer les probabilités et d'en déduire le risque le plus important. Ceci permet de toucher du doigt un premier point lié à toute activité liée au risque : quels risques peuvent être comparés ? Quelles sont les limites de prises de risque ?

Ainsi, la gestion et la détermination des limites de prise des risques dépendent fortement du domaine d'activité de l'entreprise. On parle alors de risques spécifiques.

Toute activité nécessite d'étudier les risques qui sont susceptibles de nuire à la pérennité de l'organisme. Ceci est particulièrement vrai dans le cas d'un assureur. En effet, par définition, un assureur couvre un risque en garantissant des indemnités en cas de réalisation du sinistre, en échange de primes. De plus, l'assureur s'engage à verser les indemnités quelles que soient les situations économiques et financières. Cette obligation implique donc une cartographie des risques qui pourraient être à l'origine du non-versement des montants dus.

Il est donc crucial que l'assureur prenne entièrement connaissance des risques qu'il couvre. Cette cartographie lui permettra de garantir en toutes circonstances la couverture des assurés et la pérennité de l'entreprise.

Quelques risques fréquemment étudiés par les organismes d'assurance peuvent être cités :

- risque de mauvaise tarification des contrats commercialisés : les indemnités sont bien plus importantes que les estimations, en montant ou en fréquence ;
- mauvaise estimation des frais de gestion (incrémentaux ou pas) ;
- risque opérationnel ;
- risque de mauvaise évaluation des actifs détenus par la société ;
- etc.

La gestion des risques dans une société d'assurance doit donc dépasser la simple estimation imposée par le cadre réglementaire. Plusieurs raisons peuvent être explicitées :

- meilleur pilotage des risques ;
- meilleure estimation du besoin en fonds propres ;
- démonstration de la solvabilité de l'entreprise ;
- etc.

### Enterprise Risk Management

L'Enterprise Risk Management constitue la cellule de gestion de la totalité des risques qui sont susceptibles d'impacter la société d'assurance.

Cette notion a émergé au début des années 2000, avec les travaux de la *Casualty Actuarial Society* (CASS) et du COSO (*Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*).

#### Enterprise Risk Management (définition de l'agence de notation Standard & Poor's) :

L'objectif de l'ERM est de faciliter l'identification, l'évaluation, la sélection et la gestion des risques. Cette activité est cyclique et continuellement remise en cause par des tentatives de gestion fructueuses et non fructueuses.

La dernière phrase de la définition permet de noter l'activité cyclique de l'ERM : les conséquences d'une décision dans la gestion des risques seront étudiées. En fonction du positionnement de l'entreprise par rapport à ce qui était prévu en termes de prise de risque, la décision sera renforcée ou modifiée. L'ERM est une activité dynamique. Il se base sur un suivi régulier des réalisations des risques.

L'*Enterprise Risk Management* ne constitue pas une fonction avec des principes radicalement différents du *Risk Management* classique. En revanche, la mise en place de l'ERM permet d'instaurer un périmètre d'étude des risques formalisé qui permet réellement d'optimiser les processus de gestion des risques, ce qui, en soit, constitue un réel axe de progrès.

Voici la nouvelle définition de la fonction Risk Management de la Directive Solvabilité II publiée en juillet 2010.

#### *Article 44 - Gestion des risques*

1. Les entreprises d'assurance et de réassurance mettent en place un système de gestion des risques efficace, qui comprenne les stratégies, processus et procédures d'information nécessaires pour déceler, mesurer, contrôler, gérer et déclarer, en permanence, les risques, aux niveaux individuel et agrégé, auxquels elles sont ou pourraient être exposées ainsi que les interdépendances entre ces risques.

Ce système de gestion des risques est efficace, parfaitement intégré à la structure organisationnelle et aux procédures de prise de décision de l'entreprise d'assurance ou de réassurance et dûment pris en compte par les personnes qui dirigent effectivement l'entreprise ou qui occupent d'autres fonctions clés.

~

2. Le système de gestion des risques couvre les risques à prendre en considération dans le calcul du capital de solvabilité requis conformément à l'article 101, paragraphe 4, ainsi que les risques n'entrant pas ou n'entrant pas pleinement dans ce calcul.

Le système de gestion des risques couvre au moins les domaines suivants:

- a) la souscription et le provisionnement ;
- b) la gestion actif-passif ;
- c) les investissements, en particulier dans les instruments dérivés et engagements similaires ;
- d) la gestion du risque de liquidité et de concentration ;
- e) la gestion du risque opérationnel ;
- f) la réassurance et les autres techniques d'atténuation du risque.

~

3. En ce qui concerne le risque d'investissement, les entreprises d'assurance et de réassurance démontrent qu'elles satisfont aux dispositions du chapitre VI, section 6.

~

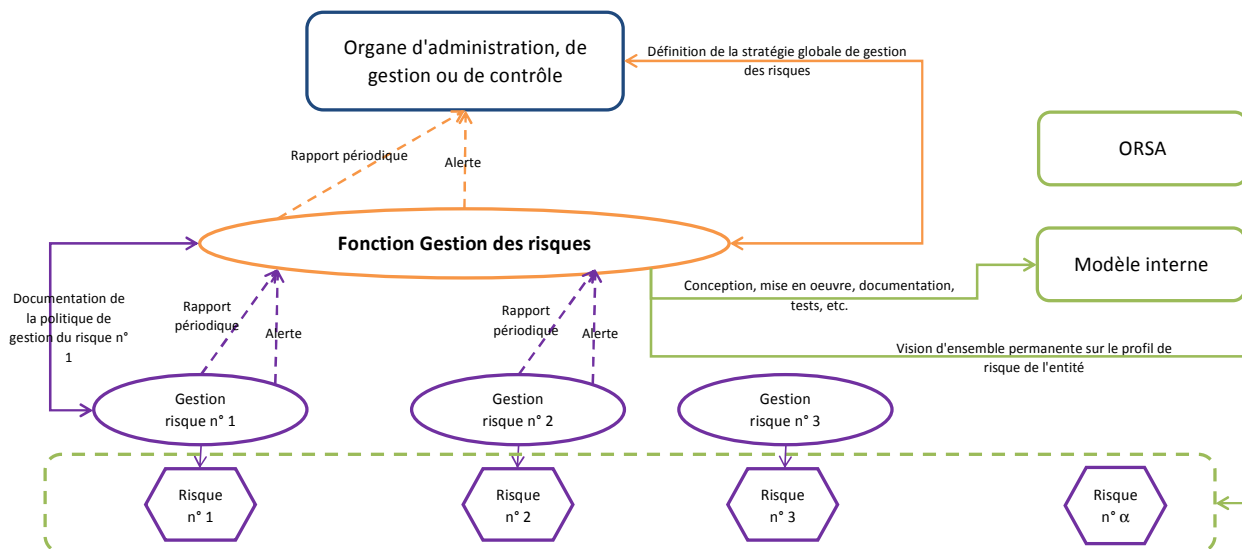
4. Les entreprises d'assurance et de réassurance prévoient une fonction de gestion des risques, qui est structurée de façon à faciliter la mise en œuvre du système de gestion des risques.

Le CEIOPS a pour sa part décrit quelles étaient les fonctions qui dépendaient de la cellule du Risk Management :

- Souscription et provisionnement ;
- Gestion actif-passif (ALM) ;
- Investissement (dont dérivés financiers) ;
- Gestion du risque de liquidité ;
- Gestion du risque de concentration ;
- Gestion du risque opérationnel ;
- Partage de risques (réassurance + techniques financières)
- Gestion du risque de crédit ;
- Gestion du risque de réputation.

Le schéma ci-dessous schématise une structure globale de cellule de *Risk Management*. Il s'agit d'un schéma synthétique qui traduit une activité « type » d'un organisme d'assurance classique. Il ne prend pas en compte les éventuelles spécificités.

La fonction « Gestion des risques » travaille en collaboration avec l'Administration et les différentes enveloppes de risques afin de mettre en place une stratégie efficace et réactive de gestion des risques.



Les modèles internes d'évaluation des risques susceptibles d'impacter la compagnie se mettent en place entre la Fonction globale de Gestion des risques et les unités responsable des études suivantes :

- Identification ;
- Mesure ;
- Suivi ;
- Pilotage ;
- et transfert des risques.

De plus en plus d'assureurs ou autres business lié à des services financiers développent, ou sont contraints<sup>2</sup> à développer, des programmes ERM pour renforcer le contrôle de profils de risques de plus en plus complexes.

Ces programmes fournissent des bases décisionnelles de plus en plus détaillées : les risques ne sont plus traités indépendamment de la stratégie d'entreprise. Bien au contraire, ils sont intégrés dans les décisions de gestion, notamment via une intégration et un traitement global des risques. Cette nouvelle vision de la gestion des risques s'oppose aux méthodes classiques du *Risk Management*. En effet, celles-ci avaient tendance à gérer les risques de façon indépendante et sans prise en compte d'une vision globale de risques.

Ainsi l'ERM se met progressivement en place dans les compagnies d'assurance mais elle n'est pas encore réellement intégrée dans les processus de gestion des risques.

### Plan du mémoire

Ce mémoire se scinde en deux parties.

Nous verrons d'abord en quoi la création d'une nouvelle réglementation des compagnies d'assurance (passage de Solvabilité 1 à Solvabilité 2) entraîne des changements dans les processus de gestion des risques des organismes.

<sup>2</sup> La réglementation européenne Solvabilité joue un rôle primordial dans la mise en place de l'ERM. Ce point sera traité dans le premier chapitre de ce mémoire.

On peut également citer les agences de notation dont l'un des critères de notation est les pratiques de l'ERM.

Nous détaillerons ensuite le concept de *Risk Appetite*, qui a trouvé toute son importance dans ce changement de réglementation.

Dans la deuxième et dernière partie du mémoire, nous appliquerons le *Risk Appetite* dans le processus de pilotage stratégique des risques d'une société fictive d'assurance vie.

Pour ce faire, nous détaillerons d'abord tous les éléments qui constituent notre société, à la date du 31/12/2009. Nous tenterons alors de gérer les risques à horizon 1 an, afin d'optimiser la situation financière de notre organisme au 31/12/2010.

### *Résumé des parties du mémoire*

Comme nous l'avons dit précédemment, le mémoire sera constitué de deux parties dont voici une brève description.

#### *Présentation du contexte de l'appétence au risque*

Cette partie a pour objectif d'expliquer le concept dans lequel a été élaboré ce mémoire. Ceci permet de comprendre d'où provient la notion d'appétence au risque, et comment elle est appliquée au sein des organismes d'assurance.

Nous avons détaillé dans un premier lieu le contexte réglementaire : via l'ORSA de Solvabilité 2, les organismes d'assurance doivent mettre en place un pilotage stratégique de leurs risques.

Nous développons par la suite la notion d'appétence au risque : définitions, mise en place dans une société, impact au niveau organisationnel, etc.

#### *Application en Assurance vie*

Nous avons créé une société d'assurance vie fictive. Cette société commercialise deux types de produits : contrat à rente viagère et contrat temporaire décès. Après avoir évalué la situation financière de la société au 31/12/2009, nous avons voulu appliquer mettre en place un pilotage stratégique des risques.

En utilisant l'appétence, nous avons pu trouver quels positionnements stratégiques pourraient être envisagés, dans l'objectifs d'atteindre les objectifs de développement imposés par la Direction.

## **Partie 1 – Présentation du contexte du *Risk Appetite***

La justification de l'ampleur que prend le *Risk Appetite* de nos jours dans le contexte de la gestion des risques s'explique en partie par le passage des contextes réglementaires Solvabilité 1 à Solvabilité 2.

### *Justification de l'importance de Solvabilité 2 dans ce mémoire*

Un des points qui a été traité dans Solvabilité 2 est le renforcement de la gestion interne des risques des organismes d'assurance.

Une des conséquences majeures de l'adoption de Solvabilité 2 est de remettre en question les processus actuels de Risk Management.

L'appétence au risque n'est pas une notion récente. En revanche, c'est une notion qui est de plus en plus abordée car elle permet de répondre aux nouvelles exigences réglementaires en matière de gestion des risques internes.

### *Objectifs du chapitre*

Ce premier chapitre du mémoire consiste donc à expliquer pourquoi l'adoption de Solvabilité 2 a eu comme conséquence l'importance grandissante de la notion du profil de risque et de son pilotage.

Nous allons pour cela aborder le passage de Solvabilité 1 à Solvabilité 2 et expliquer les différences entre les deux réglementations qui expliquent ces changements dans les méthodes dans les processus.

Par la suite, nous ferons un focus sur les piliers 1 et 2. Nous expliquerons plus en détail l'évaluation du capital réglementaire. Nous nous pencherons sur un article particulier de la Directive qui a pour objectif d'explicitier le concept d'ORSA.

~

## I. Solvabilité II – Une nouvelle réglementation

---

La Commission Européenne a souhaité à l'horizon 2010 mettre en place un nouveau cadre de mesure de la solvabilité des entreprises d'assurance, commun à l'ensemble des pays membres de l'Union Européenne. Ce nouveau système devra d'une part, être en adéquation avec les normes de comptabilisation internationales IAS-IFRS concernant l'actif et le passif, et d'autre part encadrer l'ensemble des problématiques des organismes assureurs porteurs de risques, parfois spécifiques.

La réglementation Solvabilité 2 est constituée de trois piliers principaux.

Le pilier 1 a pour objectif de mettre en place :

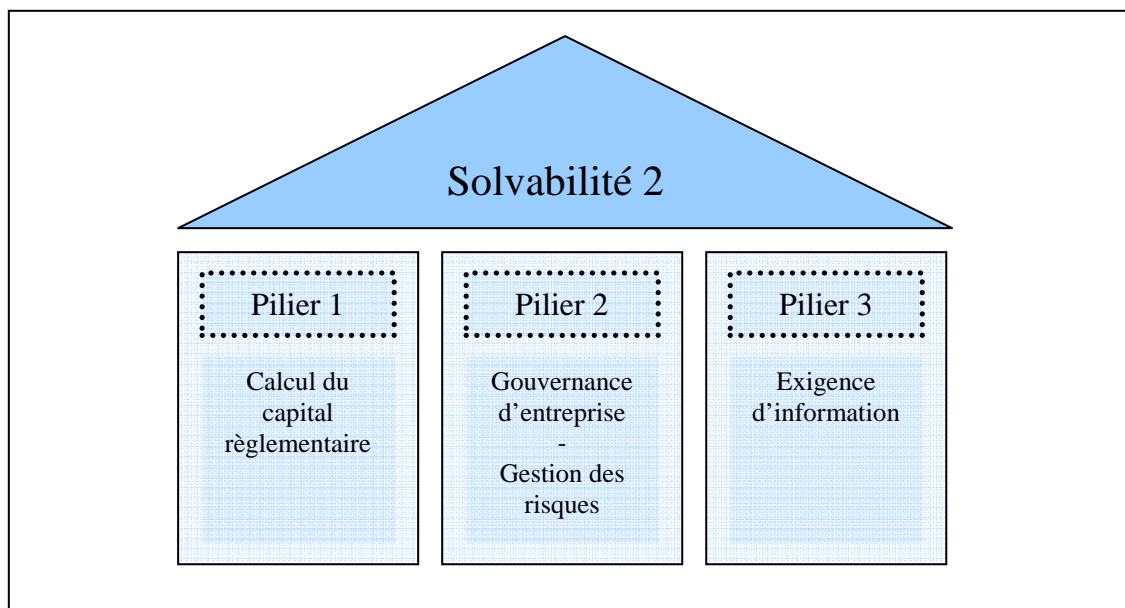
- les méthodes d'évaluation des provisions techniques : en accord avec les développements de l'IASB, les provisions techniques doivent être calculées en « Best Estimate », puis tenir compte d'une marge pour risque (*Risk Margin*) et d'une marge résiduelle (*Residual Margin*) ;
- les méthodes d'estimation des besoins en capital : évaluation du MCR (*Minimum Capital Requirement*) et SCR (*Solvency Capital Requirement*).

Le pilier 2 a deux objectifs :

- s'assurer que la compagnie est bien gérée et est en mesure de calculer et maîtriser ses risques ;
- s'assurer qu'elle est bien capitalisée.

Le premier de ces points constitue un développement majeur par rapport à Solvabilité I. Il encourage les compagnies à adopter la démarche *Enterprise Risk Management* afin qu'elles soient en mesure d'apprécier et de mesurer les risques par elles-mêmes. L'autorité de contrôle aura le pouvoir de contrôler la qualité des données et des procédures d'estimation, ainsi que des systèmes mis en place pour mesurer et maîtriser les risques au cas où ils se matérialiseraient. L'autorité de contrôle aura aussi le pouvoir d'imposer une marge de solvabilité complémentaire (capital add-on), sous certaines conditions, dans le cas où il aura été jugé que les risques ont été mal appréciés par la compagnie.

Le troisième et dernier pilier énonce les éléments propres au nouveau rapport de solvabilité et de situation financière qui devra être présenté au public et aux autorités de contrôle avec au minimum une périodicité annuelle.



Nous ne ferons pas un descriptif détaillé de Solvabilité II. Nous allons en revanche nous focaliser sur les principales modifications qui ont été apportées lors du passage de Solvabilité 1 à Solvabilité 2. Ceci nous permettra d'expliquer pourquoi ce changement de réglementation a incité les organismes d'assurance à mettre en place des processus de gestion stratégique des risques.

L'objectif est de démontrer que la mise en place de la nouvelle réglementation a permis au profil de risque et à son pilotage de devenir aujourd'hui un élément clef du *Risk Management*.

Dans un deuxième temps, nous focaliserons notre étude sur les deux premiers piliers de Solvabilité 2. Cela nous permettra de faciliter la compréhension de la suite du mémoire.

## I.1. Solvabilité I vs Solvabilité II

L'ancien système européen actuel de mesure de la solvabilité des entreprises d'assurance, labellisé Solvabilité 1 (*Solvency I*), présentait certaines faiblesses.

La Commission Européenne a donc décidé de mettre en place à horizon 2012 un nouveau cadre de mesure de la solvabilité des entreprises d'assurance, commun à l'ensemble des pays membres de l'Union Européenne, intitulé Solvabilité II (*Solvency II*).

Nous avons recensé dans le tableau ci-dessous les principaux changements entre les deux réglementations.

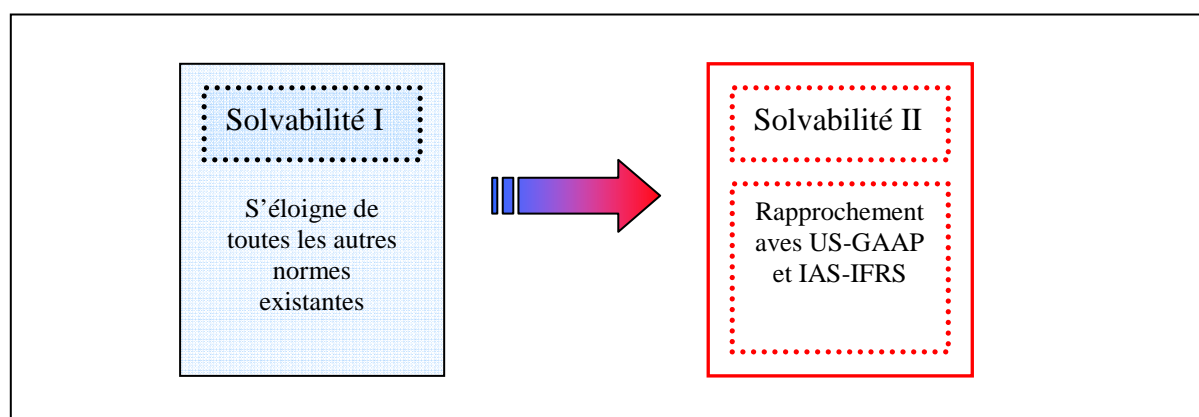
	Solvabilité 1	Solvabilité 2
	Volonté d'homogénéisation des législations	
<b>Pilier 1</b>	Aucune segmentation des risques	Segmentation des risques
<b>Pilier 2</b>	Vision rétrospective	Vision prospective et prise en compte du plan stratégique de développement
<b>Pilier 3</b>	Aucune transparence	Transparence

Nous n'émettons en aucun cas un jugement de valeur sur les changements qui ont été effectués. La plus value apportée par les modifications peut être sur certains points, sujette à débat.

### I.1.1 Homogénéisation des législations européennes

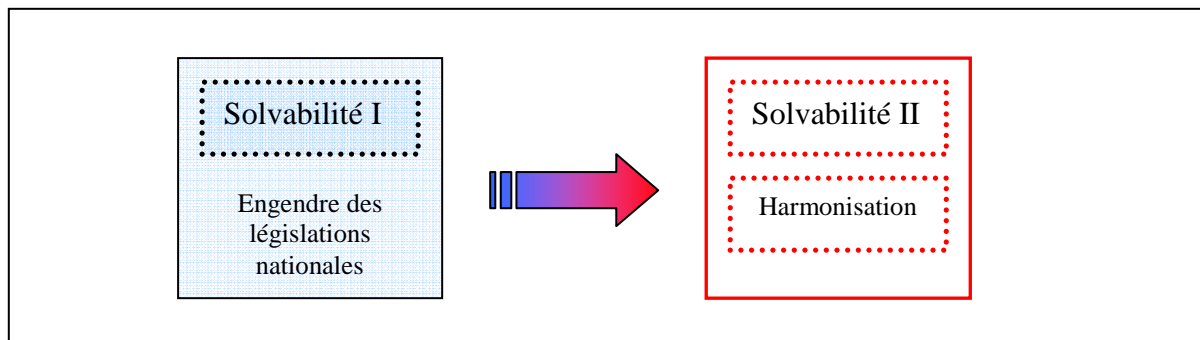
La volonté d'homogénéisation se fait à deux niveaux :

- Au niveau des normes existantes ;
- Au niveau des législations européennes.



La commission européenne a souhaité mettre en place un nouveau cadre réglementaire qui en adéquation avec les normes de comptabilisation internationales IAS-IFRS concernant l'actif et le passif.

L'objectif du rapprochement des normes est d'éviter une construction en parallèle qui mènerait une incohérence entre les normes : la comptabilité, les règles prudentielles et les règles de mesure de la performance ne s'accorderaient pas.



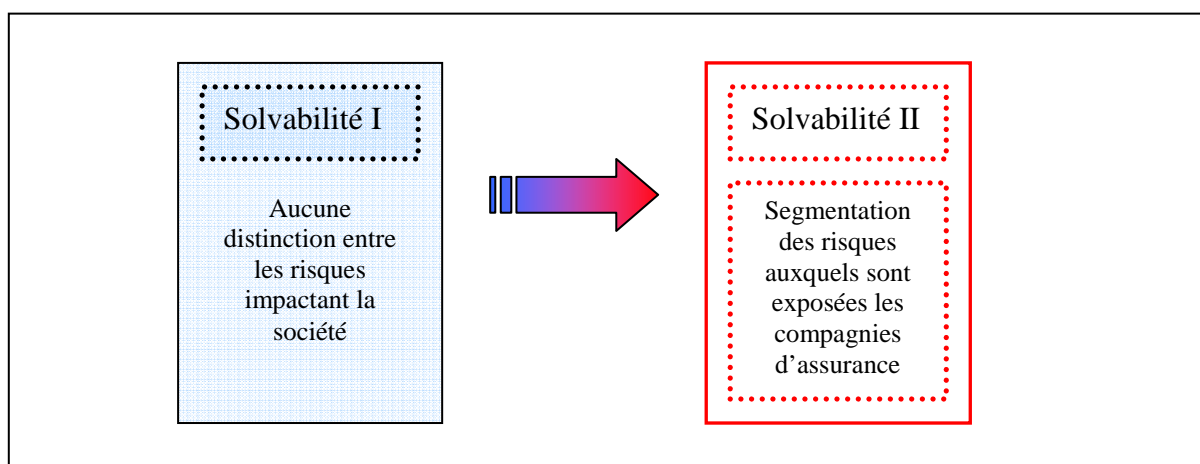
Pour palier aux faiblesses de Solvabilité 1, de nombreuses législations nationales ont été mises en place, provoquant une importante hétérogénéité au niveau européen et la remise en cause de l'harmonisation des normes.

Solvabilité II a voulu faire converger la réglementation des entreprises d'assurance européennes avec les entreprises américaines, ainsi qu'avec les normes comptables IFRS.

### I.1.2 Pilier 1

Solvabilité 2 a mis en place deux niveaux d'exigence en capital réglementaire :

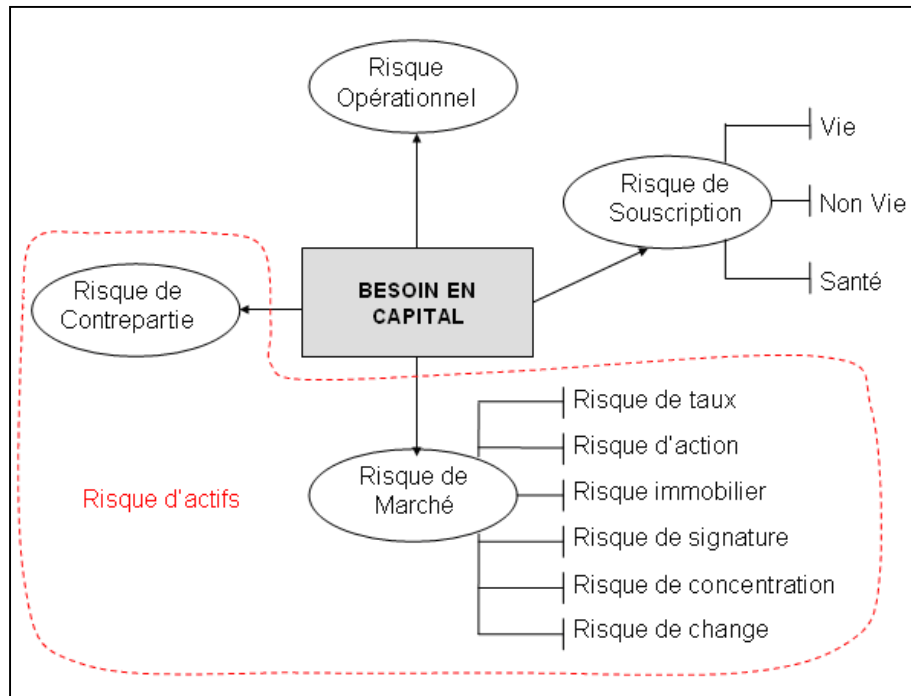
- Le MCR (*Minimum Capital Requirement*) : minimum en fond propre que doit détenir une entreprise d'assurance pour exercer. Son calcul doit être effectué une fois par trimestre. Lorsque le montant des fonds propres de base éligibles tombe en dessous du minimum de capital requis, l'agrément des entreprises d'assurance et de réassurance leur est retiré lorsqu'elles se révèlent incapables de ramener rapidement ce montant au niveau du minimum de capital requis. Les Autorités de contrôle prennent la Direction de l'entreprise et sont en charge de ramener la compagnie à une situation financière plus favorable.
- Le SCR (*Solvency Capital Requirement*) : capital cible qui a pour but d'absorber les pertes significatives en cas de sinistralité exceptionnelle et de garantir aux assurés le paiement des prestations contractuelles à tout moment. Un niveau de fond propre supérieur au SCR garanti la solvabilité de l'entreprise.



Solvabilité 1 ne distingue aucun des risques qui seraient susceptibles d'impacter la compagnie d'assurance. Seul le montant souscrit impacte le calcul des provisions. Aucune provision sur

la volatilité ou autre phénomène crucial n'est évaluée. Les risques sont quantifiés de manière forfaitaire.

Solvabilité permet de mettre en place une distinction rigoureuse des risques, et une meilleure évaluation des capitaux réglementaires.



La figure ci-dessus schématise la segmentation des risques préconisée par le QIS5 publié en juillet 2010 pour le calcul du SCR défini précédemment.

Il existe donc sept modules de risques : risques de marché, de défaut, de souscriptions santé, vie et non-vie, opérationnel et d'actifs intangibles (d'après les spécifications techniques du QIS 5 publiées fin juillet 2010).

### Risque de marché

Risque de perte, ou de changement défavorable de la situation financière, résultant, directement ou indirectement, de fluctuations affectant le niveau et la volatilité de la valeur de marché des actifs, des passifs et des instruments financiers.

L'exposition au risque de marché est évaluée par la mesure de l'impact sur la solvabilité de variations de grandeurs financières (ex : indice du cours des actions, taux d'intérêt, prix de l'immobilier, taux de change, etc.)

### Risque de défaut

Risque des pertes possibles liées à :

- Un défaut inattendu ou,
- Une détérioration de la situation financière des contreparties et débiteurs de garanties d'assurance pour les douze mois suivants.

### Risque de souscription vie

Risque de perte ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance vie, en raison d'hypothèses inadéquates en matière de tarification et de provisionnement;

Ce risque est constitué du :

- Risque de mortalité ;
- Risque de longévité ;
- Risque d'invalidité ;
- Risque de rachat ;
- Risque de frais ;
- Risque de révision.

### Risque de souscription non vie (santé)

Risque de perte ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance non vie (respectivement santé), en raison d'hypothèses inadéquates en matière de tarification et de provisionnement.

### Risque opérationnel

Risque de pertes liées :

- à des processus internes inadéquats ou défectueux,
- à des événements relatifs soit au personnel, soit aux systèmes, soit à des objets externes.

### Risque des actifs intangibles

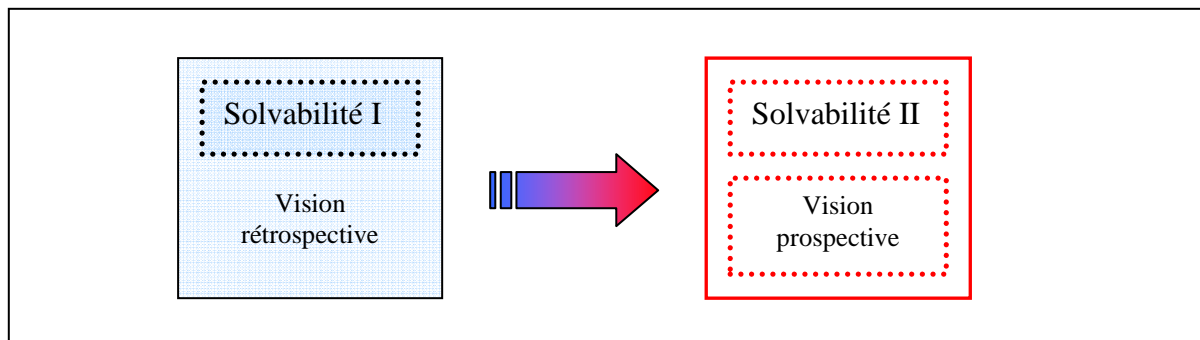
La plupart de ces risques sont segmentés en sous-modules afin de prendre en compte toutes les dimensions du risque en question, qui peuvent impacter la compagnie. C'est le cas notamment du risque de marché, où sont distingués les sous-modules suivants :

- taux d'intérêt ;
- action ;
- immobilier ;
- spread ;
- devise ;
- concentration des risques ;
- illiquidité.

Les méthodes de calcul du SCR seront détaillées un peu plus loin dans le mémoire, lorsque sera abordé le calcul du SCR sous Solvabilité II.

## **I.1.3 Pilier 2**

Solvabilité 1 prend uniquement le passé comme référence et fait donc l'hypothèse que le passé permet d'obtenir une information sur le futur sans aucun ajustement.



Ceci constituait pour certaines compagnies une faiblesse. Prenons l'exemple d'une compagnie d'assurance non vie, spécialisée dans les contrats automobile. Imaginons que les assurés soient situés dans une zone géographique n'ayant pas connu de catastrophe naturelle telle qu'un ouragan. Avec les changements climatiques actuels, il se peut néanmoins qu'un ouragan touche cette région. La sinistralité dans le cas d'une réalisation d'un risque catastrophe est très élevée. Il est donc dans l'intérêt de l'organisme de prendre en compte le risque catastrophe, même s'il ne fait pas parti de l'historique.

En se basant sur le principe de Solvabilité 1, la réalisation d'un risque catastrophe pourrait avoir un impact beaucoup trop lourd sur les états financiers de la compagnie.

### I.1.4 Pilier 3

Les assureurs et réassureurs auront à fournir les informations clés nécessaires à la détermination de leur exigence de capital. Ces informations (cf Consultation Paper 15 publié par le CEIOPS) devront, en particulier, couvrir les éléments suivants:

- performance financière ;
- profils de risques, données et hypothèses sur lesquelles ils sont basés ;
- mesures d'incertitudes, incluant mesure d'adéquation des estimations antérieures et de la sensibilité des résultats à la volatilité du marché.

Sous Solvabilité 1, les organismes d'assurance n'étaient pas sous l'obligation de transparence. Ceci permettait de maîtriser les risques d'image et de réputation. En effet, la transparence augmente la réactivité des marchés. Elle a pour conséquence d'engendrer des sur réactions lorsque les situations financières des entreprises ne sont pas rassurantes pour les assurés et investisseurs.

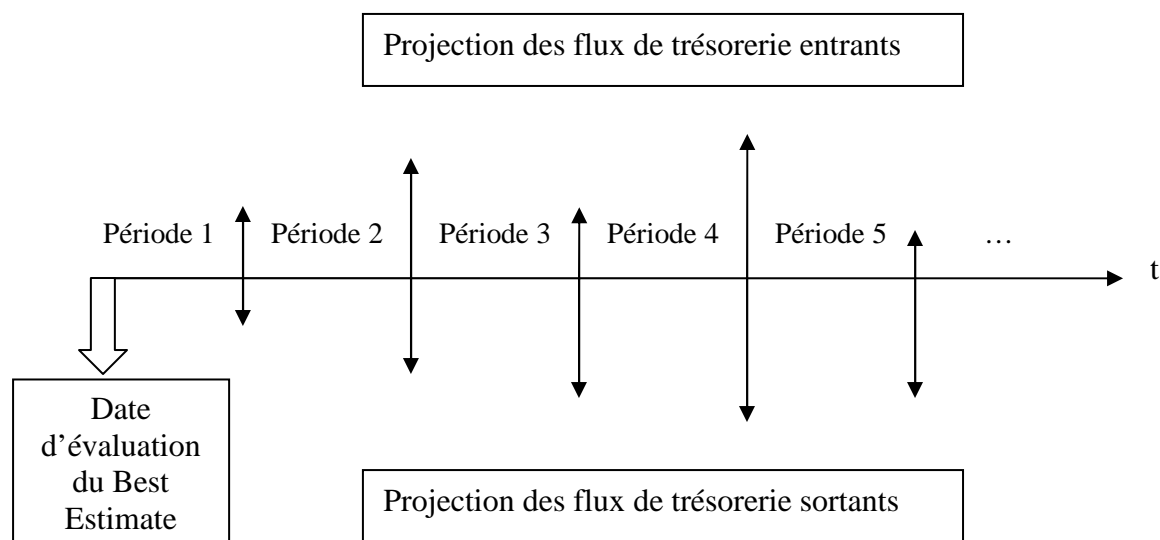
## I.2. Focus sur le pilier 1 et le calcul du SCR

Le *Risk Appetite*, sujet du mémoire ci-présent, fait partie intégrante du deuxième pilier. Néanmoins, les éléments de calcul du capital réglementaire du premier pilier vont être utiles pour l'application de la mise en place de l'appétence au risque dans le processus de Risk Management. C'est pourquoi nous allons expliciter les méthodes de calcul de provisions techniques et d'exigence en fonds propres.

### I.2.1 Calcul des provisions techniques

L'évaluation des provisions techniques est faite selon la méthode dite « Best Estimate ».

Le Best Estimate est égale à la valeur actuelle probable de tous les flux de trésorerie potentiels. Cette valeur est basée sur des informations et hypothèses actuelles et fiables à l'entité. Ce calcul nécessite donc de recenser tous les cash flows liés aux engagements du contrat d'assurance (primes, sinistres payés,...), et de déterminer la courbe des taux qui seront utilisés pour l'actualisation.



Le Best Estimate est donc obtenu en actualisation tous les flux entrants et sortant futurs, à la date d'évaluation. L'IASB (*International Accounting Standards Boards*) a proposé une courbe des taux d'actualisation sur la base d'une courbe de taux sans risque pertinente à la date d'évaluation.<sup>3</sup>

## I.2.2 Niveau d'exigence en fonds propres

Le projet Solvency II tente de trouver le capital minimum que doit contrôler le risque global de la société. Le minimum de marge de solvabilité réglementaire (ou exigence de marge de solvabilité) de Solvency I (MSR ou EMS – voir partie précédente) est remplacé dans Solvency II par le « Solvency Capital Requirement » (SCR) et le « Minimum Capital Requirement » (MCR).

Le MCR est le minimum de fonds propres que doit détenir une entreprise d'assurance pour exercer. Son calcul doit être effectué au moins une fois par trimestre

Dans ce mémoire, nous nous intéressons tout particulièrement au SCR, qui correspond au capital cible permettant d'absorber les pertes significatives en cas de sinistralité exceptionnelle et de garantir aux assurés le paiement des prestations contractuelles à tout moment.

<sup>3</sup> Voir annexe pour plus de précision sur les courbes proposées par l'IASB.

Il est calculé soit par la formule standard proposée par le CEIOPS, soit par un modèle interne approuvé par l'autorité de contrôle. Il est évalué au minimum chaque année et reflète le risque réel porté par l'entreprise d'assurance. Généralement, il est évalué à chaque RTS (Report To Supervisor), c'est-à-dire trimestriellement. En effet, dans ce document doit figurer le MCR trimestriel, calculé à partir de ratios de SCR. Il est nécessaire de calculer le SCR trimestriel.

Il est à noter que la formule standard, comme son nom l'indique, ne propose aucune alternative dans le calcul (mis à part des simplifications dans certains cas). Elle ne permet pas de prendre en compte dans le calcul du capital règlementaire les spécificités des activités de l'entreprise.

Les méthodes d'élaboration de modèles internes constituent un atout pour le Risk Management. Ils permettent de profiter des spécificités de leurs activités pour diminuer le capital règlementaire. Ce montant de capital est évalué en conservant les montants maximum de tous les risques pouvant impacter les organismes assureurs. Un des avantages des spécificités des activités est par exemple la diversification des risques<sup>4</sup>.

Afin de bien comprendre l'apport de la mise en place du *Risk Appetite* au sein des processus de gestion des risques d'une compagnie d'assurance, nous allons consacrer la partie qui suit à la méthode de calcul du SCR.

### I.2.3 Le calcul du SCR

Le calcul du SCR repose sur la segmentation des risques détaillée dans la partie précédente. Une segmentation un peu plus détaillée a été présentée dans le QIS5.

Comme représenté dans la figure ci-dessous, le SCR global de la compagnie est calculé en agglomérant les exigences en capital pour tous les risques qui sont recensés dans chacune des cellules.

Le SCR global s'obtient grâce à la formule suivante :

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

Avec:

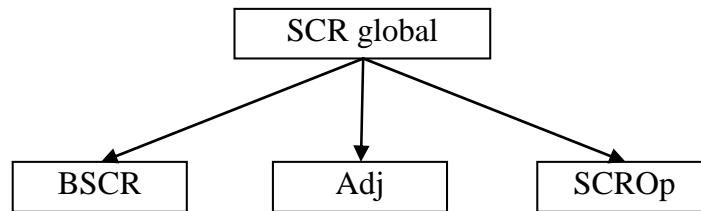
*BSCR* : *Basic Solvency Capital Requirement*;

*Op* : L'exigence en capital pour le risque opérationnel ;

*Adj* : Un ajustement de risque qui absorbe les effets des provisions techniques et des taxes différées.

---

<sup>4</sup> C'est justement grâce à l'impact de la diversification des risques au niveau des exigences en fonds propres que le *Risk Appetite* prend une place de plus en plus importante dans les processus de gestion des risques. Ce point sera traité dans le chapitre suivant qui définit le concept d'appétence au risque.

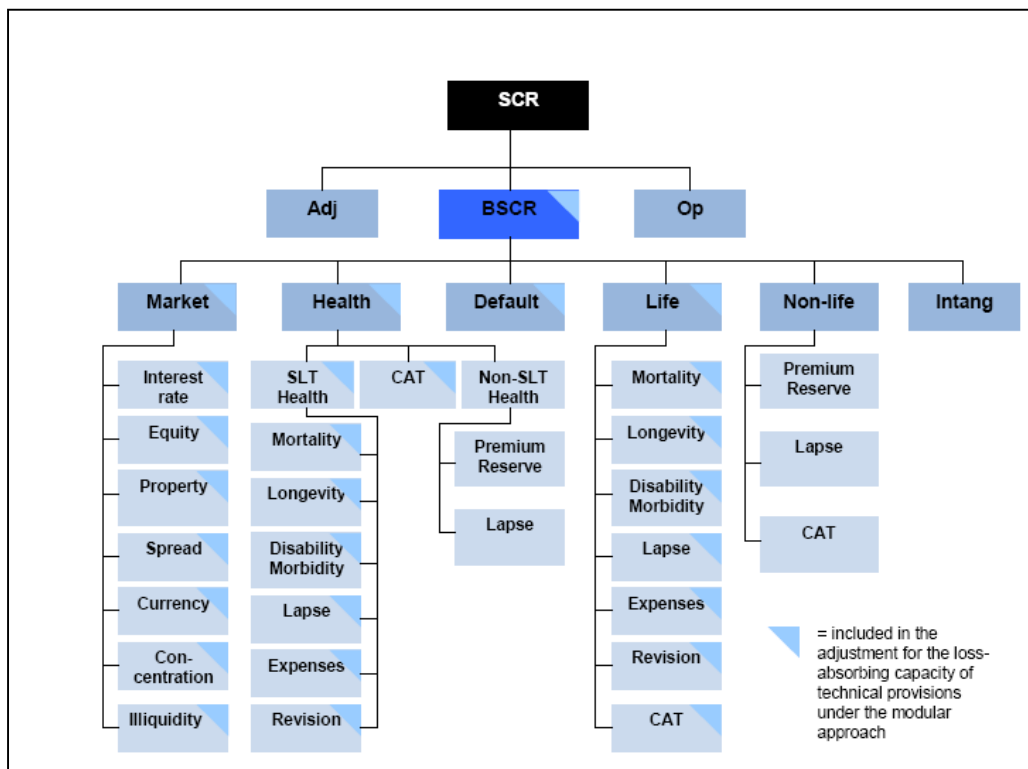


Nous explicitons ci-dessous les caractéristiques et la constitution de ces trois modules qui constituent le SCR global.

### 1.2.3.a Le BSCR

Tout au long de cette sous-partie, nous suivrons l'exemple du risque de marché afin d'explicitier clairement les différentes étapes du calcul du SCR pour une branche de risque. Pour rappel, le risque de marché contient des sous risques suivants :

- le risque d'intérêt ;
- le risque d'action ;
- le risque immobilier ;
- le risque de spread ;
- le risque de change ;
- la concentration des risques ;
- le risque d'illiquidité.



Nous retrouvons dans notre schéma les sous risques détaillés pour le risque de marché.

Pour chaque sous-module et module est calculé un SCR équivalent au risque qui est pris en compte. Généralement, ce montant est évalué selon deux méthodes :

- méthode factorielle : application d'un simple coefficient sur la richesse de l'activité en question ;
- méthode Stress Test : prise en compte de scénarii et conservation de l'impact maximum sur la richesse de l'entreprise.

Nous avons détaillé ces méthodes pour chaque sous risque qui est inclus dans le module du risque de marché :

<i>Calcul SCR</i>	<i>Méthode factorielle</i>	<i>Stress Test</i>	<i>Autre</i>
Risque de taux		X	
risque action	X		
Risque de spread		X	
Risque immobilier	X	X	
Risque de change		X	
Risque de concentration			X

Une fois ces exigences en capital obtenues, le SCR correspondant au risque de marché est obtenu en agglomérant ces montants via la matrice de corrélation qui est explicitée dans le QIS5.

$$SCR_{Mkt} = \max \left[ \begin{array}{l} \sqrt{\sum_{r,c} CorrMktUp_{r,c} \times Mkt_{up,r} \times Mkt_{up,c}} ; \\ \sqrt{\sum_{r,c} CorrMktDown_{r,c} \times Mkt_{Down,r} \times Mkt_{Down,c}} \end{array} \right]$$

Avec :

$Mkt_{up,r}$ ,  $Mkt_{up,c}$  : exigence en capital pour les sous risques compris dans le module du risque de marché, dans le scénario de stress de hausse des taux d'intérêt ;

$Mkt_{down,r}$ ,  $Mkt_{down,c}$  : exigence en capital pour les sous risques compris dans le module du risqué de marché, dans le scénario de stress de baisse des taux d'intérêt ;

$CorrMktUp$ ,  $CorrMktDown$  : coefficients de corrélation donnés par les matrices suivantes (scénario de hausse et scénario de baisse des taux d'intérêt) :

<i>CorrMktDown</i>	<i>Taux</i>	<i>Action</i>	<i>Immobilier</i>	<i>Spread</i>	<i>Change</i>	<i>Concentration</i>
<i>Taux</i>	1					
<i>Action</i>	0	1				
<i>Immobilier</i>	0	0,75	1			
<i>Spread</i>	0	0,75	0,5	1		
<i>Change</i>	0,25	0,25	0,25	0,25	1	
<i>Concentration</i>	0	0	0	0	0	1

Cette première matrice représente bien un scénario baissier du marché car les coefficients de corrélation entre les risques d'actions, d'immobilier, de spread et le risque de taux sont nuls. On n'a aucune corrélation, donc aucun risque systémique qui pourrait augmenter le niveau de capital réglementaire.

<i>CorrMktUp</i>	<i>Taux</i>	<i>Action</i>	<i>Immobilier</i>	<i>Spread</i>	<i>Change</i>	<i>Concentration</i>
<i>Taux</i>	1					
<i>Action</i>	0,5	1				
<i>Immobilier</i>	0,5	0,75	1			
<i>Spread</i>	0,5	0,75	0,5	1		
<i>Change</i>	0,25	0,25	0,25	0,25	1	
<i>Concentration</i>	0	0	0	0	0	1

Cette deuxième matrice représente bien un scénario haussier du marché du fait de la corrélation entre les risques d'actions, d'immobilier, de spread et le risque de taux sont nuls.

Le chargement au titre du risque de marché sera développé dans la deuxième partie de ce mémoire consacrée à l'application de l'appétence au risque au sein d'une société fictive d'assurance vie.

### ***1.2.3.b L'ajustement au risque***

L'ajustement au risque est le montant permettant d'ajuster le montant du capital réglementaire aux effets d'absorption des risques des provisions techniques et aux taxes différées.

L'évaluation du SCR pour chaque facteur de risque doit être effectuée en brut et en net des participations futures aux bénéfices.

La capacité d'absorption du risque des provisions techniques est limitée par les provisions techniques liées aux futures PB discrétionnaires.

Dans le scénario standard, la participation aux bénéfices n'est pas stressée.

Actif	Passif
	BE(flux futurs + PB)

En se plaçant dans un scénario de stress, la réalisation du sinistre va impacter le montant de la PB discrétionnaire avant d'impacter les fonds propres de l'organisme. Voici la réalisation d'un scénario de choc (diminution de 3% de la valeur de marché des actifs détenus par la compagnie).

Actif stressé	Passif stressé
Diminution de 30 % de la valeur de marché des actifs	BE(flux futurs + PB stressée)

Dans le cas de réalisation de ce scénario, on a bien un SCR (stressé) qui est inférieur au SCR global qui était évalué dans le scénario standard.

Le calcul de l'ajustement au risque (*nSCR*) est très similaire à celui du BSCR : il repose sur un seul scénario sous lequel tous les risques couverts par la formule standard se réalisent simultanément

- Etape 1 : Calcul du chargement en capital pour chaque risque sous-jacent, calculé brut de la capacité d'absorption des sinistres des provisions techniques
- Etape 2 : Le chargement en capital ainsi calculé est utilisé comme input pour l'impact sur le SCR du module du risque équivalent
- Etape 3 : Les assureurs doivent prendre en compte les actions de management mises en œuvre sous ce scénario, notamment envisager un changement d'hypothèse sur les taux de participation futurs.
- Etape 4 : L'impact sur la NAV doit être calculé sous l'hypothèse que tous les chocs sous-jacents se réalisent simultanément.

## I.2.4 Introduction au pilier 2

Dans le pilier 1, l'adaptabilité du calcul du SCR est limitée :

- les facteurs de risque à prendre en compte dans le capital de solvabilité sont limités à ceux impactant le portefeuille en cours de l'entreprise en run-off ;

- le calibrage de leur impact est arrêté à 99,5% à horizon 1 an.

Il s'agit donc d'une approche qui harmonise les calculs des capitaux réglementaire, et ce quels que soient les pays et les activités des organismes.

### **I.3. Focus sur le pilier 2 et l'ORSA**

Suite à l'inquiétude des petites et moyennes entreprises, le CEIOPS a dû intervenir pour finalement publier en mai 2008, un papier sur la question de l'ORSA.

Il y est stipulé que le processus ORSA n'est pas une exigence de capital venant s'ajouter au SCR et ne doit pas être interprété comme une obligation pour une entreprise de mettre au point un modèle interne.

De plus, le CEIOPS précise qu'ORSA ne représente pas de charge disproportionnée pour les entreprises. Le principe de proportionnalité doit en effet assurer que l'application de l'ORSA est possible pour toutes les entreprises sans que ceci ne représente un effort démesuré.

#### **I.3.1 Définition et objectifs**

L'article 44 de la Directive décrit le risque propre (*Own Risk*) et l'évaluation de la solvabilité (*Solvency assessment*) comme un outil du Risk Management qui nécessiterait une bonne évaluation des risques, à court et long termes, liés à leurs contrats d'assurance, ainsi que du montant nécessaire pour les couvrir.

Par la même occasion, ORSA représente une source d'information inégalable pour les superviseurs.

Par conséquent, l'ORSA peut être défini comme part entière du processus et procédures employées pour identifier, évaluer, contrôler, gérer, et reporter les risques à court et long termes qu'un contrat engendre. Elle permet de déterminer les fonds propres nécessaires pour garantir le respect des besoins globaux de solvabilité des souscripteurs.

L'objectif de l'ORSA est d'optimiser la reconnaissance des interdépendances entre les risques engendrés par des contrats, ainsi que le besoin en capital en fonction de l'exposition au risque, en utilisant soit une formule standard, soit une formule interne.

#### **I.3.2 Avis du CEIOPS sur l'ORSA**

L'ORSA n'a pas encore été traduit en préconisations par le CEIOPS. Il est difficile d'être affirmatif sur ce sujet. Le seul document que l'on puisse citer à l'heure d'aujourd'hui est l'issue paper ORSA de mai 2008 publié par le CEIOPS.

##### ***I.3.2.a L'importance de l'ORSA***

L'évaluation de sa propre position en termes de risque et de solvabilité est cruciale pour un régime risk-based comme Solvabilité II. Cette approche nécessite, en plus de bien d'autres choses, que l'entité détienne un montant proportionné au risque auquel elle est exposée. L'ORSA représente avant tout l'opinion et la compréhension de l'entité du risque qu'elle détient, de la solvabilité dont elle a besoin et des fonds propres détenus.

- **Des risques spécifiques**

La formule standard du SCR introduit une exigence en capital qui prend en compte tous les risques quantifiables. Il ne couvre cependant tous les risques matériels qui liés à des activités d'entités spécifiques. Une formule standard est par nature une méthode de calcul standard, mais ne prend aucune dimension de spécificité. Par conséquent, le SCR standard n'est pas suffisant pour évaluer les fonds propres nécessaires pour couvrir tous les risques qui peuvent impacter les sociétés d'assurance. Par conséquent, en plus de posséder les fonds propres éligibles pour couvrir les fonds propres, l'entité doit évaluer l'adéquation des exigences de capital à sa propre position vis-à-vis du risque, en créant notamment des modèles internes.

- **Vision prospective des risques**

L'ORSA permet également à l'entité d'obtenir une perspective tournée vers l'avenir. Il est crucial qu'une entité s'interroge sur les évolutions probables de son profil de risque (*Risk Profile*)<sup>5</sup> en fonction de l'environnement extérieur dans le long terme. Pour cela, elle doit mettre en place des méthodes de contrôle et d'évaluation de changements prospectifs dans son exposition au risque. Elle doit également déterminer l'impact de ces changements sur leur capital.

- **Une réelle compréhension des risques encourus**

Mettre en place l'ORSA force l'entité à obtenir une compréhension réelle et pratique des risques qu'elle encourt. Il permet de déterminer les problèmes qui impactent majoritairement les besoins globaux en solvabilité. Dans le cas où des problèmes d'une grande importance et qui auraient dû être pris en compte dans l'ORSA seraient identifiés par les superviseurs, deux conséquences doivent être immédiatement appliquées :

- évaluer immédiatement un capital pour couvrir le risque qui vient d'être découvert ;
- évaluer la raison pourquoi ce problème n'avait pas été pris en compte auparavant dans l'ORSA.

- **Proportionnalité**

En fonction de la nature, la complexité et l'échelle des risques inhérents dans le business, l'ORSA va prendre plusieurs degrés de sophistication. Le degré de sophistication en question peut aller d'un simple stress test sur un risque matériel à l'usage de méthodes plus avancées similaires aux méthodes employées aux modèles internes.

L'ORSA demande aux entités d'étudier les interdépendances entre les risques liés à leurs business. Par conséquent, l'exercice de l'ORSA peut promouvoir l'utilisation de méthodes plus sophistiquées. En partant de cette observation, l'entité cherchera sûrement à améliorer l'évaluation et la gestion de ses risques.

### ***1.3.2.b Exigences de l'ORSA***

Une guidance a été mise en place pour toutes les entités qui devront mettre en place ORSA dans leur gestion des risques.

---

<sup>5</sup> Faire un renvoi vers la partie qui explique ce que c'est

- A. L'ORSA est la responsabilité de l'entité et doit être régulièrement remise à jour et approuvée par l'administration de l'entité ou la section management.
- B. L'ORSA doit inclure tous les risques matériels qui peuvent avoir un impact sur la capacité de l'entité à répondre à ses obligations liées aux contrats d'assurance.
- C. L'ORSA doit être basé sur une évaluation adéquate. Les formalités et les process d'évaluation doivent être part intégrante du process de gestion et décisionnel qui font la trame de l'entité.
- D. L'ORSA doit être prospectif, tout en prenant en compte les business plan de l'entité et les projections.
- E. Le process et les résultats de l'ORSA doivent être prouvés et documentés en interne. Ils doivent également être évalués indépendamment.

## II. Appétence au risque – *Risk Appetite*

---

Cette partie du mémoire traite d'une partie des sujets du pilier 2. Plus précisément, on va désormais s'intéresser au concept permettant d'appliquer l'article 45 de la Directive Solvabilité II (l'ORSA) au sein des compagnies d'assurance : l'appétence au risque (*Risk Appetite*).

L'appétence au risque est une notion qui, à ce jour, a été peu abordée par la littérature. C'est pourquoi nous allons insister sur les définitions que nous avons utilisées pour ce mémoire.

~

Les définitions et l'emploi des termes « *Risk Appetite* », « *Risk Tolerance* », « *Risk Profile* », « *Risk Target* », « *Risk Limits* » varient considérablement entre les articles et autres documents consacrés à la gestion des risques dans le monde de la banque et de l'assurance.

L'agence de notation Standard & Poor's indique dans un document publié en mars 2010, la problématique liée au *Risk Appetite* :

“It is clear that terms such as *Risk Appetite*, risk preferences, *Risk Tolerance* and *Risk Limits* mean different things to different people, with insurers employing different descriptions for fundamentally the same concepts.

S&P's defines *Risk Appetite* as the framework that establishes the risks the insurer wishes to acquire, avoid, retain and/or remove.”

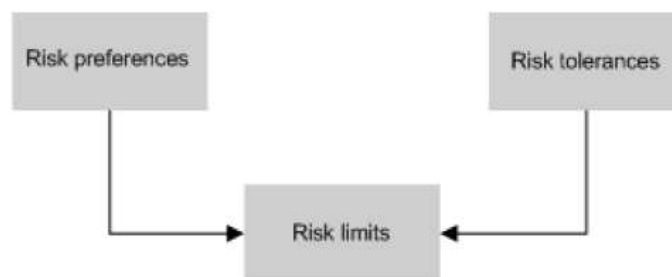
Autrement dit, la notion de *Risk Appetite* est à l'origine de la création de plusieurs autres notions. Pour le moment, aucune définition n'est réellement déterminée par les autorités de contrôle et le Commission Européenne.

En revanche, la définition proposée par S&P's correspond approximativement à la définition que nous avons le plus souvent rencontrée dans la littérature. Nous conserverons et détaillerons cette vision de l'appétence au risque dans cette partie du mémoire.

S&P's définit de plus dans la suite de son article, trois termes particuliers sont liés à la notion de *Risk Appetite* :

- les risk preferences qui sont des notions qualitatives ;
- les *Risk Tolerances* qui sont des notions quantitatives ;
- les *Risk Limits* qui sont des notions quantitatives.

Chart 3  
Risk Appetite Framework



© Standard & Poor's 2010.

Le *Risk Limit* (la limite au risque) est constitué du *Risk Preference* et du *Risk Tolerance*. L'entreprise doit donc choisir quels risques elle veut prendre afin de poursuivre son activité. Pour chacun de ces risques, elle doit déterminer sa tolérance au risque. Ces deux éléments permettent de déterminer la limite que s'impose l'entreprise, pour le risque en question.

~

La première partie du mémoire a permis de mettre en place le contexte dans lequel nous nous situons pour poursuivre notre étude de l'appétence au risque. Les entreprises doivent se pencher sur le pilotage stratégique des risques susceptibles de les impacter. Ainsi, l'évaluation des risques doit désormais faire partie intégrante des décisions stratégiques.

Toute décision de gestion de l'organisme (campagne publicitaire pour le lancement d'un nouveau produit, réorganisation des équipes internes, etc.) peut être à l'origine de nouvelles pertes (augmentation plus faible que prévu du nombre de contrats vendus suite à la campagne publicitaire, augmentation des pertes liées à des erreurs opérationnelles, etc.)

## II.1. Enjeux

Les dirigeants ont toujours été naturellement intéressés par les risques qui étaient susceptibles d'impacter leur société. Une des nombreuses raisons qui pourrait expliquer cet intérêt est par exemple, leur bonus qui dépend du résultat IFRS de leur entreprise. Il est donc dans leur intérêt d'optimiser ce résultat, et de réduire l'impact des risques au niveau de leur fréquence de réalisation et de leur coût moyen.

De plus, avec la mise en place récente de solvabilité II, cette surveillance des risques est devenue une obligation. En effet, le deuxième pilier de Solvabilité II inclut la notion de l'ORSA (*Own Risk Solvency Assessment*) qui demande aux compagnies d'assurance de gérer les risques autrement que par l'approche prudentielle qui était pratiquée auparavant : la gestion des risques doit être a minima complétée par une vision incluant le plan stratégique de développement et adaptée aux spécificités de l'entreprise. Cette mesure demande aux organismes d'assurances une réelle approche spécifique de la performance de l'entreprise et des risques qu'elle encourt.

Prenons l'exemple d'une compagnie d'assurance vie afin d'illustrer cet argument. Toujours dans l'objectif d'évaluer le mieux possible les pertes qu'elle devra éventuellement couvrir, cet organisme pourra s'éloigner de la formule standard et évaluer le SCR pour prendre en compte, via un modèle interne, la spécificité de son activité. De même, dans le choix de ses méthodes d'évaluation des risques encourus, elle pourra adapter ses outils pour faciliter toutes les différentes étapes d'évaluation.

La cartographie des risques ainsi obtenue permet d'ores et déjà d'éclaircir et de spécifier les risques qui seraient susceptible d'impacter la performance de l'entreprise.

L'étape d'identification des risques s'accompagne parallèlement d'une volonté d'évaluation et de mesure. La compagnie pourra ainsi connaître les éventuels impacts à envisager : probabilité de réalisation, coût moyen, etc.

## II.2. Le Risk Profile

### Profil de Risque ou Risk Profile :

Ensemble des caractéristiques de l'entreprise relatives au risque (ensemble des risques, exposition correspondantes, choix des modes de protection, etc.).

Le *Risk Profile* représente le panel d'informations disponibles permettant de traiter la mesure des risques de la société : détermination des risques pouvant impacter la société, mesure de l'exposition correspondante, choix des modes de protection en fonction des risques, etc.

Il s'agit donc d'une notion :

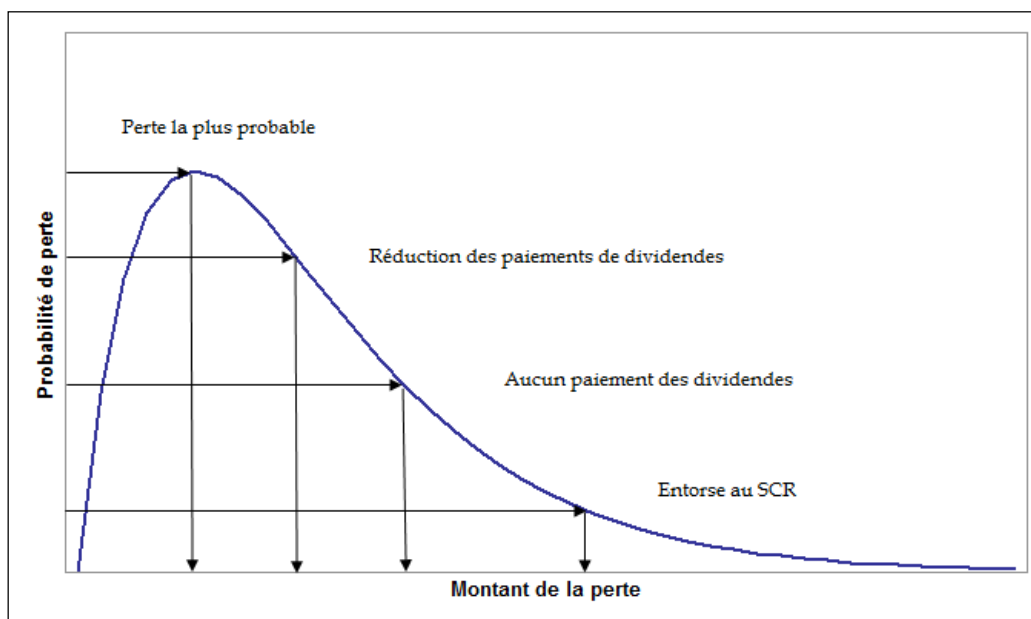
- agrégée : elle concerne tous les risques qui peuvent impacter l'organisme ;
- globale : elle ne traite pas les risques séparément.

La méthode de mesure des risques est à la charge de l'entreprise et sera traitée plus profondément dans la partie réservée à cet effet.

Nous ferons volontairement l'amalgame entre profil de risque avec la détermination des risques et l'exposition correspondante. Nous ne prendrons pas en compte les autres éléments qui doivent être présents dans un réel profil de risque.

Dans ce contexte, prenons un exemple trivial de ce que nous appelons un profil de risque : nous avons modélisé la probabilité de perte par une loi de Gumbel. Supposons que dans son *Risk Profile*, la compagnie souhaite distinguer quatre points distincts qui représenteraient la situation de l'entreprise sous quatre scénarii :

- un montant de perte probable, et que l'entreprise doit par conséquent, pouvoir supporter ;
- un montant de perte moyenne qui touche aux dividendes ;
- un montant de perte qui annule tout versement de dividende ;
- un montant de perte critique qui met la compagnie en situation de non respect de la réglementation (non respect du SCR obligatoire).



En fonction des niveaux de pertes constatés, et des conséquences au niveau de l'entreprise, la Direction doit décider quel point de la courbe devra représenter le niveau de risque maximal qu'ils sont prêts à prendre pour poursuivre le développement de leur activité. C'est précisément ce que l'on appelle le *Risk Appetite*.

#### Appétence au risque ou *Risk Appetite* :

Niveau de risque agrégé qu'une entreprise accepte de prendre afin de mener à bien son objectif de pérennité et de développement de son activité.

### **II.3. Processus de pilotage des risques**

L'utilisation des risques comme outil d'aide à la décision est précisément ce que l'on nomme le pilotage des risques.

Ainsi, l'analyse par une entreprise de son profil de risque est suivie de la mise en place d'un processus de pilotage des risques.

La détermination d'un niveau de risque maximal que l'entreprise accepte de prendre en fonction de la mesure de risque déterminée s'inscrit dans le processus de pilotage des risques.

Le pilotage du profil de risque se fait en deux étapes :

- Tout d'abord, l'entreprise doit déclarer son niveau maximal de risque, à un niveau global. Ce niveau doit être cohérent avec ses objectifs de développement. C'est donc le *Risk Appetite* déterminé par la Direction en fonction des objectifs de développement ;
- Par la suite, l'entreprise doit traduire de façon quantitative et qualitative ses préférences et ses tolérances en matière de risque. Autrement dit, elle doit traduire cette limite globale à tous les niveaux : niveau opérationnel, niveau de préférences entre les risques, etc. C'est ce que l'on appelle l'allocation du *Risk Appetite*.

Une fois ces deux étapes réalisées, la stratégie de gestion des risques de l'entreprise est complétée avec la détermination des risques qu'elle souhaite acquérir, céder, diversifier, etc.

L'estimation d'un niveau de risque agrégé nécessite :

1. les métriques qui seront retenues pour l'évaluation des risques ;
2. le mode d'agrégation et d'allocation des risques utilisé ;
3. l'outil d'agrégation.

Le mode d'agrégation et d'allocation doit permettre de traiter les profils de risques de tout genre, i.e. les risques spécifiques, ainsi que les risques qui concernent différentes unités et fonction au sein de la société. De plus, et c'est de là que le pilotage du profil de risque tire toute son importance, il doit permettre d'intégrer dans l'évaluation les effets de la diversification et du transfert des risques (réassurance, titrisation,...)

Les objectifs du pilotage des risques sont les suivants :

- le suivi des évolutions des risques et, en cas de dépassement des seuils limites déterminés au niveau opérationnel, donner l'alerte ;
- le choix des risques que l'entreprise souhaite étudier, et la détermination de l'entreprise par rapport à ces risques : acquisition, diversification, cession ou conservation.

Une fois les objectifs de l'entreprise définis, le pilotage de risque, pour être efficace, demande la création et la mise en place des éléments suivants :

- des tableaux de bords complétés par des indicateurs-clés adaptés au risque étudiés : les informations étudiées dans ces tableaux de bord sont régulièrement actualisées et contrôlées. Ceci permettra d'effectuer un suivi fiable, exhaustif et fréquent des facteurs de risque. Ils seront à l'origine de prises de décisions dans le cas de la réalisation d'un évènement majeur qui rapproche la valeur des indicateurs-clés des seuils opérationnelles.
- La mise en place d'une gouvernance des risques : ces unités permettront de faire le lien entre le *Risk Appetite* défini au niveau global, et toutes ses traductions à des niveaux moindres, jusqu'au niveau opérationnel avec les *Risk Limits*. Pour être efficace, ces unités devront être présentes pour tous les facteurs de risque étudiés. En

cas d'éloignement ou de modification soudaine du *Risk Appetite* par décision de la Direction, cette gouvernance doit agir en conséquence et prendre des mesures pour mettre en place les nouveaux objectifs (changement de seuils, des outils utilisés, etc.)

## **II.4. La mesure du risque**

La mesure de risque est laissée au choix de l'entreprise, mais elle fait partie intégrante de la définition du processus de pilotage des risques.

Dans le choix de la mesure de risque, il faut distinguer deux étapes :

- le choix de la métrique, ou l'outil qui va servir à mesurer le risque ;
- la norme sous laquelle on placera nos calculs.

### **II.4.1 Le choix de la métrique**

Lors du choix de cette métrique (outil permettant la mesure du profil de risque présenté précédemment), plusieurs questions doivent être abordées. Ces points, une fois traités, permettent une mise en place réussie de l'évaluation des risques au sein de la compagnie, et d'autre part de faciliter la procédure d'évaluation.

#### ***II.4.1.a Outil de communication***

La communication du niveau de *Risk Appetite* doit être aisée afin de garantir une assimilation auprès de toutes les parties prenantes. Pour cela, il faut que le niveau de *Risk Appetite* choisi par la Direction soit chiffré avec des outils lisibles et facilement transmissibles. La meilleure alternative est donc d'utiliser des outils qui sont fréquemment utilisés par les parties prenantes. Cette première limite détermine déjà un nombre de métriques limité.

Parmi les parties prenantes, nous pouvons principalement citer les entités suivantes, qui se distinguent en deux catégories : les internes et les externes à l'organisme.

- *Les parties prenantes internes*

#### Le Conseil d'Administration et le Senior Management

En principe, les objectifs du Conseil d'Administration et du Senior Management sont dans le prolongement de celui des actionnaires : garantir la pérennité de leur activité et satisfaire les autres entités telles que les investisseurs (pour les sociétés cotées) ou les assurés.

Ils seront donc en quête d'une capitalisation respectant la réglementation et une optimisation des résultats.

#### Le superviseur

Le superviseur cherche à instaurer une capitalisation et une gestion des risques adéquates. Ceci lui permettra de garantir la couverture des assurés et la pérennité de l'entreprise.

Il sera également en quête d'un bon résultat qui lui permettra d'obtenir, entre autres, des bonus intéressants.

### Les gestionnaires internes

Les managers internes sont propriétaires de certaines responsabilités, liées à la performance et à la gestion des risques.

Par conséquent, leurs approches vis-à-vis de l'appétence au risque sont très fortement liées à leurs objectifs. Ils ne voudront être portés responsables d'une mauvaise évaluation des risques. Par conséquent, ils seront plutôt favorables à un niveau de capitalisation prudent.

- *Les parties prenantes externes*

### Les actionnaires

Ils sont intéressés par tous les aspects des risques. Cela inclut aussi bien les bénéfices liés à la prise de risque que les pertes. Ils sont concernés à la fois par les pertes extrêmes et par les pertes moins élevées mais plus fréquentes.

Les actionnaires, de part leur position dans la société, ont besoin d'avoir une vision claire du profil de risque de l'entreprise et de bien connaître la nature des risques qu'elle encourt. Ils s'intéressent notamment à la répartition des risques de marché, de crédit ou d'assurance.

Ils sont globalement intéressés par une prise de risque relative car :

- ils veulent tout de même obtenir un bon rendement sur leur investissement ;
- ils souhaitent tout de même préserver leur capital d'une faillite.

### Les assurés

Les assurés attendent de la société qu'elle respecte ses engagements contractuels. Ils sont donc concernés par la solvabilité de l'entreprise.

On peut dans ce cas faire une distinction entre l'assurance vie et non-vie.

En non-vie, les assurés devraient être intéressés par la capacité de la société d'assurance à faire face aux risques extrêmes pour assumer les règlements de sinistres. Ils sont en fin de compte peu intéressés par le résultat de l'entreprise.

En revanche, en assurance vie, les détenteurs de fonds en euros ont intérêt à ce que l'entreprise réalise de bons résultats financiers en face de leurs contrats puisque ceux-ci seront distribués sous forme de participation aux bénéfices.

### Les agences de notation et analystes financiers

Les agences de notation et analystes financiers donnent à travers leurs notes une image sur la solidité et la performance de l'entreprise.

Ils s'intéressent donc à la capacité de l'assureur de répondre à ses engagements envers les assurés, mais aussi envers les détenteurs d'obligations émises par la société en question.

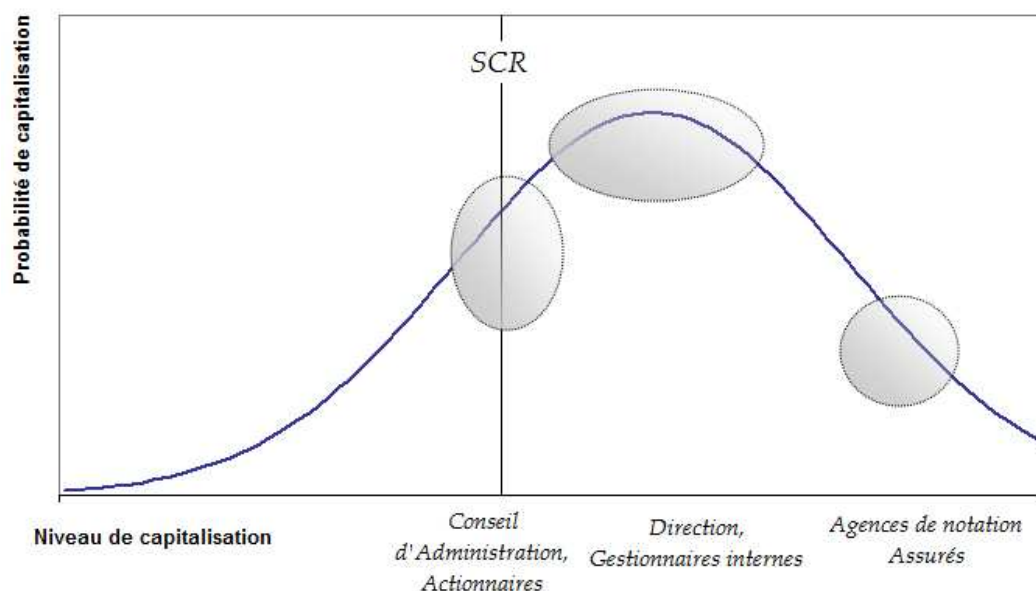
Cela implique qu'un niveau de capitalisation élevé, qui a pour conséquence de minimiser le risque d'insolvabilité, permet aux entreprises de se voir attribuer un meilleur rating.

Ces parties prenantes regardent également la pérennité de l'activité de l'entreprise, notamment en étudiant les perspectives de solidité financière au long terme et son exposition à la volatilité des résultats.

### II.4.1.b Les objectifs des parties prenantes

Nous allons représenter l'importance de la prise en compte des différents objectifs des parties prenantes schématiquement.

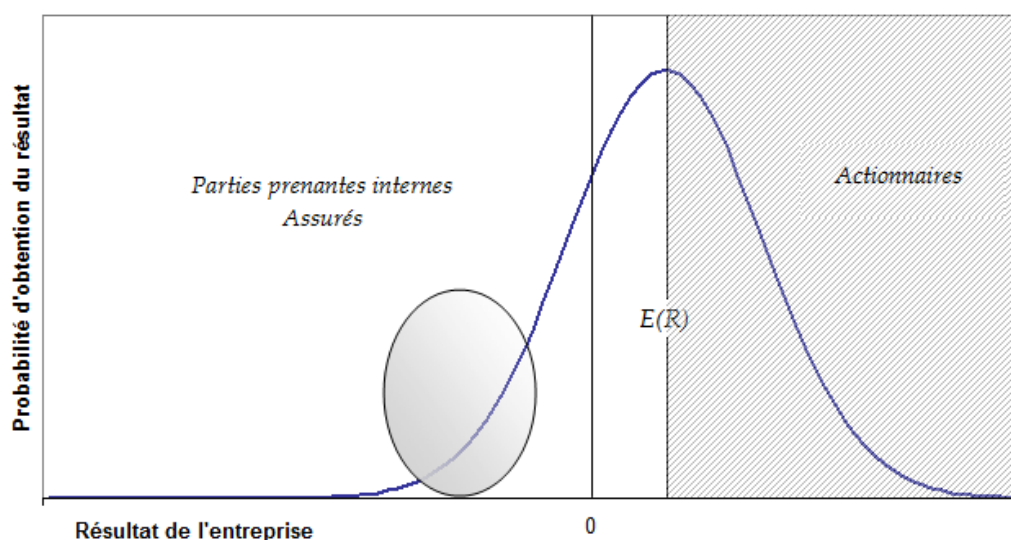
Prenons l'étude du résultat net IFRS pour les entités internes, et le niveau de capitalisation pour les entités externes. Dans les deux cas, nous avons utilisé une loi gaussienne pour représenter la densité du résultat et du niveau de capitalisation.



Parmi les parties prenantes qui recherchent un fort niveau de capitalisation, on peut nommer les agences de notation, dont l'un des critères d'attribution d'un bon rating est le niveau en fond propres, et les assurés, qui recherchent la meilleure solvabilité possible.

La direction et les gestionnaires internes ont pour objectif de pérenniser l'activité de l'organisme. Cependant, une trop forte capitalisation nuirait au résultat de la société. Par conséquent, ils recherchent une capitalisation modérée.

Le Conseil d'Administration se situe environ comme les actionnaires et préfèrent se situer à un niveau de capitalisation minimum pour obtenir un meilleur retour sur investissement.



Les actionnaires sont intéressés par toute la partie de la distribution pour des résultats supérieurs à l'espérance. De là dépend leur retour sur investissement.

Les parties prenantes internes et les assurés sont inquiets par l'éventualité de réalisation d'un résultat mauvais qui pourrait mener à la faillite de l'entreprise. Par conséquent, ils s'intéresseront plus à la queue de distribution.

En conclusion, chaque partie prenante a ses propres objectifs. Le *Risk Appetite* devra intégrer toutes ces divergences. Le pilotage du profil de risque sera alors le résultat de débats et de compromis entre toutes ces entités.

La mise en place du *Risk Appetite* nécessite donc de prendre en compte des objectifs qui peuvent parfois être en contradiction. Par exemple, certains actionnaires peuvent exiger d'élever le niveau de risque auquel la société est exposée, afin d'en augmenter la rentabilité. En revanche, les gestionnaires internes, notamment dans la cellule de la gestion des risques, peuvent s'opposer à un appétit pour le risque plus agressif.

Certains risques tels que l'image et la réputation ne sont pas forcément quantifiables, et pourtant ils jouent un rôle crucial pour les compagnies d'assurance (une mauvaise réputation peut influencer le nombre de souscriptions annuel). Par conséquent, les métriques qui sont sélectionnées peuvent être pour des risques quantitatifs ou risques qualitatifs.

#### **II.4.1.c Conclusion**

Les métriques choisies sont adaptées lorsqu'elles sont être faciles d'usage et facilement généralisables. Par conséquent, elles doivent pouvoir être consolidées et agrégées sur l'ensemble des secteurs et activités de l'entreprise.

En résumé, les métriques utilisées pour la mesure de risque doivent être intuitives, stables, faciles à calculer, cohérentes et interprétables en termes économiques.

Développons la notion de cohérence selon Artzner et a. [1999]<sup>6</sup> : pour être cohérence, une mesure de risque doit satisfaire plusieurs propriétés.

<sup>6</sup> Artzner P., Delbaen F., Eber JM., Heath D., "Coherent Risk Measures", *Mathematical Finance*, 9(3), 1999

### Mesure de risque cohérente :

Soient deux mesures positions de risque X et Y. La mesure de risque  $\rho(\cdot)$  est considérée cohérente si elle est :

- Invariante par translation :  $\forall n \in \mathbb{R}, \rho(X + n) = \rho(X) + n$  ;
- Sous-additive :  $\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$  ;
- Homogène positive :  $\forall h > 0, \rho(h \times X) = h \times \rho(X)$  ;
- Monotone :  $X \leq Y \Rightarrow \rho(X) \geq \rho(Y)$ .

Les métriques seront d'autant plus comprises qu'elle impacteront quelque chose de concret pour les employés.

Ainsi, les mesures de risques remplissant ces contraintes correspondent à des mesures d'impact sur les performances économiques de l'entreprise.

Par exemple, on ne parlera non pas de résultat, mais de résultat sous risque, c.à.d. la part du résultat qui avec une certaine probabilité définie, risque de ne pas être réalisée.

## **II.4.2 Choix des normes**

Le choix des normes de mesure a également un fort impact sur les résultats de mesure. Il en existe principalement deux sortes :

- la valorisation économique : la notion d'évaluation économique ne prend pas en compte l'aspect prudentiel. Il s'agit donc du calcul de valeur à l'instant présent de l'entreprise et de son activité. Généralement les mesures de risque qui lui seront associées sont du type VaR, TVaR, probabilité de ruine ou autres mesures basées sur des variables économiques ;
- La valorisation comptable : couramment utilisée en valeur historique avant le passage sous la norme Solvabilité II, aujourd'hui les normes comptables se tournent vers les normes GAAP ou IFRS. De part la construction des normes IFRS, l'évaluation comptable repose sur un aspect prudentiel.

## **II.4.3 Exemple de métriques envisageables**

Parmi les mesures de risque envisageables, nous avons conservées celles qui semblent être favorites, pour le moment, parmi les organismes qui tentent de mettre en place le *Risk Appetite* au sein de leur processus de pilotage des risques.

### **II.4.3.a Résultat@Risk**

Le résultat est quantifié selon les normes comptables en vigueur pour la communication financière de l'entreprise.

En France, il en existe majoritairement deux types : comptable, et IFRS. Une entreprise peut communiquer son résultat en normes sociales françaises à ses sociétaires ou les communiquer en normes IFRS à ses actionnaires.

### II.4.3.b Valeur@Risk

La valeur de l'entreprise doit être quantifiée selon les normes de quantifications utilisées pour la communication financière de l'entreprise. Par exemple, une entreprise peut communiquer sur ses fonds propres sous risques, quantifiés selon les normes Solvabilité II, ou selon sa MCEV (Market Consistent Embedded Value) sous risque selon les normes MCEV ou CFO Forum.

### II.4.3.c Le SCR consommé

Il s'agit du montant de SCR consommé, i.e. le montant de capital réglementaire qu'elle devra avoir mobilisé dans son bilan à la fin de son horizon stratégique de développement. Ce montant devra être calculé selon les normes de quantification du pilier 1.

## II.5. Déclinaison du *Risk Appetite* en limite opérationnelle

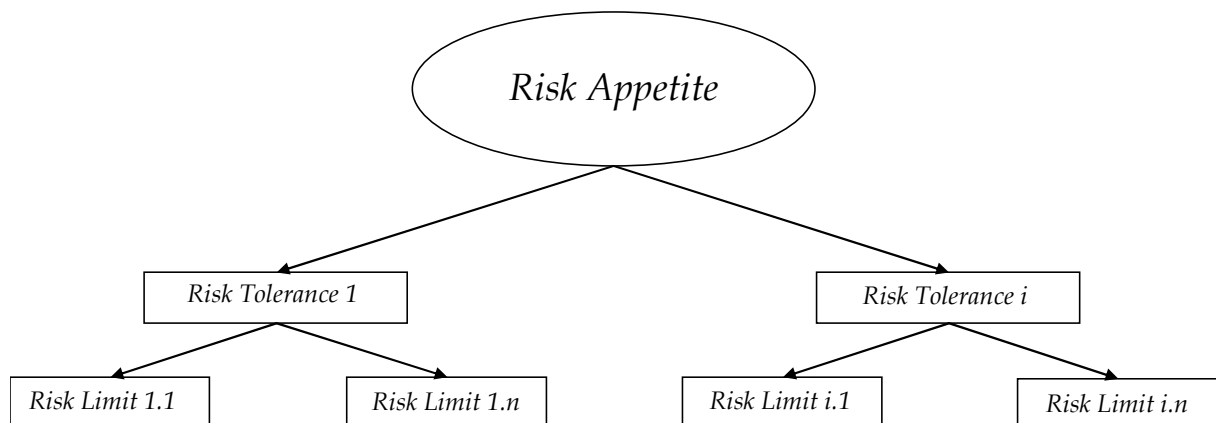
Comme nous l'avons défini précédemment, le *Risk Appetite* représente une limite globale que la Direction est prête à assumer dans le but d'atteindre ses objectifs de développement.

Une fois le niveau d'appétence au risque fixé, cette limite doit être traduite à un niveau moins global.

La traduction de cette limite au niveau de l'étude d'un seul facteur de risque s'appelle une enveloppe de risque. Elle sera transmise à chaque cellule responsable du suivi d'un facteur de risque.

En tout, deux notions sont essentielles pour la déclinaison du *Risk Appetite* :

- le *Risk Tolerance* est une traduction à un niveau plus restreint mais tout de même général ;
- le *Risk Limit* est la traduction purement opérationnelle.



Nous allons donner des définitions plus détaillées de chacune des déclinaisons de l'appétence au risque.

Nous donnerons également les outils pour exprimer ces tolérances et limites de risques, ainsi que les outils qui peuvent éventuellement être utilisés pour le suivi périodique des risques.

## II.5.1 Déclinaison en tolérance de risque (*Risk Tolerance*)

Une fois que la Direction a déterminé le niveau de *Risk Appetite* qu'elle souhaitait pour la période future, il doit en faire part aux différentes fonctions responsables de risques, à qui sont attribués la responsabilité du suivi et de la gestion d'un risque particulier.

Par exemple, la Direction doit préciser au Risk Manager responsable de la gestion du risque de marché à quoi correspond pour ce manager en question, le niveau de *Risk Appetite* qu'il a défini. Pour rappel, le risque de marché n'est qu'un risque global qui comporte plusieurs risques réels tels que les risques d'action, de taux, etc.

Chacune de ces fonctions est propriétaire de la gestion opérationnelle d'un facteur de risque.

Le profil de risque peut être appréhendé de façon qualitative et quantitative, grâce à des métriques qui permettent de chiffrer toutes ces caractéristiques.

### Tolérance au risque (*Risk Tolerance*) :

Niveau de risque que l'entreprise accepte de prendre en vue de poursuivre son activité et son développement pour un périmètre plus restreint. C'est une répartition à un niveau plus fin du *Risk Appetite* lequel est à un niveau global.

Le *Risk Tolerance* est une traduction à un niveau plus restreint de l'appétence au risque.

### II.5.1.a Méthodes de déclinaison

A ce jour, ce point est encore un sujet d'étude et nous avons trouvé relativement peu de littérature explicitant les méthodes de déclinaison.

#### ▪ Méthode proportionnelle sans prise en compte de la diversification

Cette méthode s'appuie sur un simple produit en croix. La métrique choisie pour déterminer le *Risk Appetite* est répartie proportionnellement par rapport à l'apport en risque.

Par conséquent, elle priorise les périmètres qui ont déjà la plus importante exposition.

Prenons un exemple : supposons que la métrique utilisée est le SCR. Le *Risk Appetite* imposé par la Direction est un SCR de 120. La compagnie ne peut être impactée que par trois risques :

- le risque de marché ;
- le risque de souscription ;
- le risque opérationnel.

Les SCR constatés et prédits pour l'année en cours et l'année de production future sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

	SCR marché	SCR souscription	SCR opérationnel	SCR total
En cours	100	50	45	120
Future	25	15	10	30
Total	125	65	55	150

Le SCR total observé pour l'année prochaine est de 150 alors que le *Risk Appetite* est de 120. Par conséquent, les objectifs au niveau de la métrique SCR vont être distribués à chaque catégorie de risques :

$$\text{Risque de marché} : 120 \times \frac{125}{150} = 100 ;$$

$$\text{Risque de souscription} : 120 \times \frac{65}{150} = 52 ;$$

$$\text{Risque opérationnel} : 120 \times \frac{55}{150} = 44 .$$

Autrement dit, les objectifs pour chacun des comités de risque pour l'année de business future est le suivant :

SCR marché	SCR souscription	SCR opérationnel	SCR total
100	52	44	120

Cette méthode est facile à mettre en place mais ne prend pas en compte l'effet de la diversification. Il s'agit pourtant d'un point clé de l'appétence au risque.

Une autre méthode est donc envisagée afin de corriger cette erreur.

- Méthode proportionnelle avec prise en compte de la diversification

Cette méthode a pour avantage de prendre en compte l'effet de la diversification. En revanche, elle risque d'être plus difficile à mettre en place au niveau d'un groupe et de la Direction car elle utilise un algorithme plus complexe.

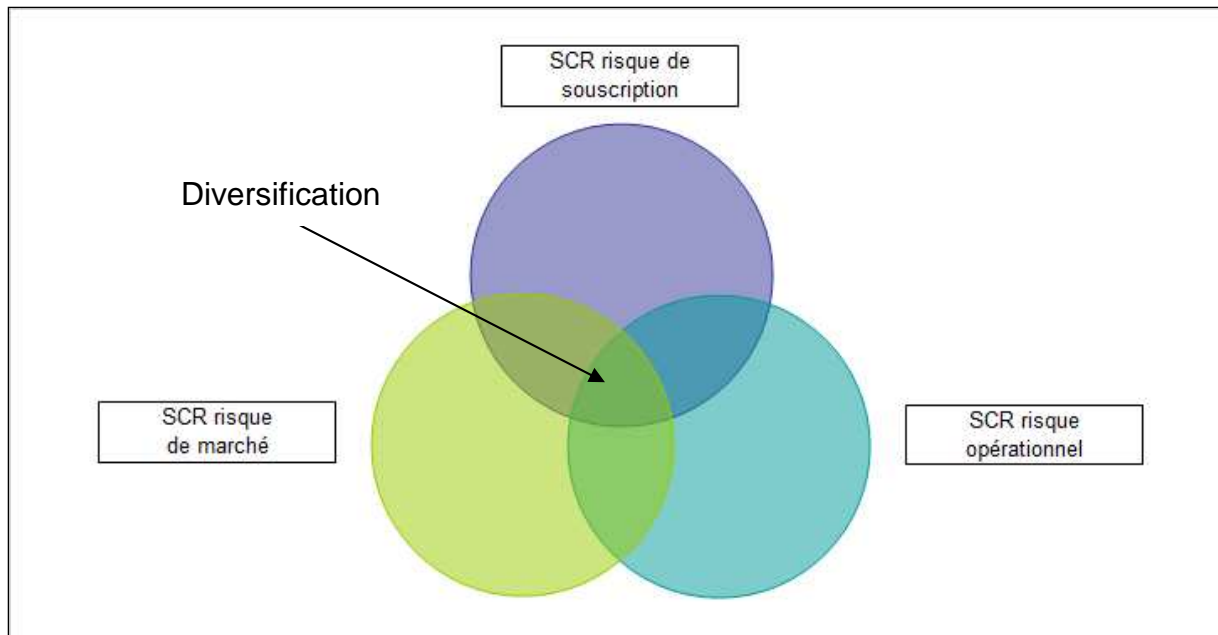
Cette méthode répartit proportionnellement la diversification apportée par le périmètre. Elle priorise par conséquent une optimisation du profil de risque et de l'exposition sous-jacente.

Cette méthode va répartir de manière proportionnelle comme définie précédemment, la métrique choisie pour l'évaluation des risques, nette de la diversification apportée par le risque en question.

Utilisons l'exemple qui a été développé dans la méthode précédente (la méthode dite proportionnelle).

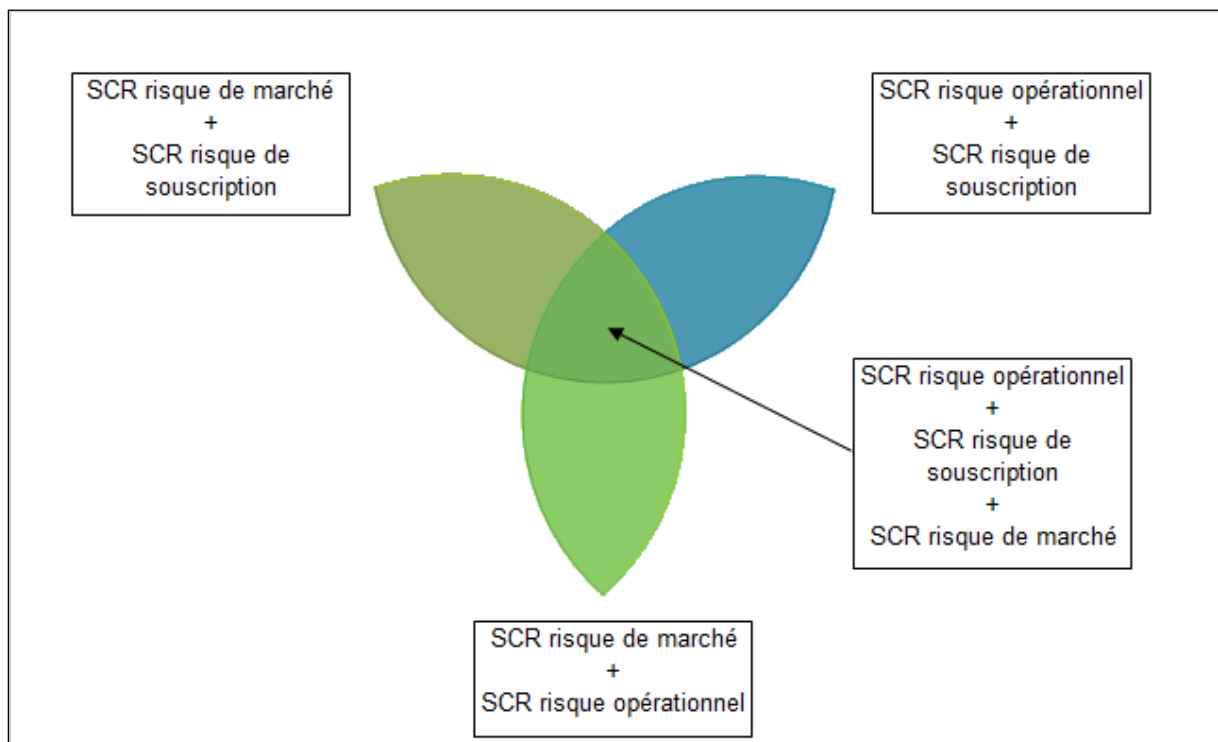
$$SCR_{brut} = SCR_{calcul} = 150$$

Nous pouvons représenter graphiquement le SCR global comme contribution des différents chargements qui le constituent, avec une part de diversification.



L'échelle sur le schéma n'est pas réaliste : les SCR des risques de marché, de souscription et opérationnel sont identiques. En réalité, le SCR du risque de marché est souvent plus important que tous les autres chargements.

D'après le schéma ci-dessus, la part de diversification qu'il faut redistribuer à chaque enveloppe de risque est la suivante :



L'objectif est d'ôter de ce SCR la contribution en diversification de chacun des risques de marché, de souscription et opérationnel. Il faut donc répartir le montant de la diversification sur les trois risques reconnus, sachant que :

- la diversification entre deux risques doit uniquement être répartie sur les deux risques en question,
- et seul le montant de la diversification provenant des trois chargements sera réparti sur les trois risques reconnus.

Il est à noter que l'évaluation de la contribution d'une entité peut s'avérer difficile lorsque l'on travaille au niveau d'un groupe (plus de trois entités).

▪ Autres méthodes

Parmi les autres méthodes qui pourraient être mises en place :

- méthode de répartition proportionnelle par rapport à une mesure de performance : cette méthode aurait pour avantage de prioriser la performance financière de l'entreprise ;
- méthode basée sur l'utilisation d'une fonction d'utilité : si la fonction d'utilité est suffisamment spécifique, elle reflètera et priorisera les objectifs de développement de l'entreprise, ainsi que sa réelle aversion face aux risques qu'elle accepte de prendre (ou pas) en vue d'atteindre ses objectifs de développement.

Il est important de noter que l'allocation des appétences au risque doit être adaptée aux spécificités et à l'organisation de l'entreprise. Ceci aura un impact sur les méthodes d'allocation choisies par les organismes.

## **II.5.2 Déclinaison en limite de risque (*Risk Limit*)**

A ce stade, la tolérance a été distribuée au niveau de chaque facteur de risque. Il reste encore à déterminer l'impact de ce niveau de tolérance au niveau opérationnel, ie au niveau de chaque sous-risque présent dans les modules pour lesquels nous avons déterminé un niveau de tolérance.

### **II.5.2.a Définitions**

Il permet de décliner la tolérance en limite (*Risk Limit*) pour chaque risque qui est susceptible d'impacter la fonction en question.

Limites opérationnelles (*Risk Limits*) :

Niveau maxima par type de risque, alloués aux différentes entités opérationnelles ou aux différentes branches d'assurances afin que celles-ci exercent leurs activités courantes de façon cohérente avec la tolérance définie pour chaque catégorie de risque.

Les *Risk Limits* correspondent donc à la traduction au niveau opérationnel du *Risk Appetite* défini à un niveau global de la société. Ils sont obtenus par différents échanges entre le *Risk Management* et les opérationnels qui sont concernés par ces limites.

Les opérationnels amenés à travailler sous la contrainte des *Risk Limits* doivent pour cela définir des mesures de risque et en faire un suivi régulier, notamment via des indicateurs clés qui doivent également être déterminés par les opérationnels.

Avant d'expliciter toutes les étapes de pilotage du profile de risque, nous allons en présenter et expliciter les enjeux.

Pour le moment, les méthodes envisagées pour décliner le *Risk Tolerance* en *Risk Limit* sont les mêmes que dans le cas de la déclinaison du *Risk Appetite* en *Risk Tolerance*.

### II.5.2.b Exemple d'indicateurs

Les indicateurs clés (ou *Key Risk Indicators*) permettent au niveau opérationnel de mettre en évidence comment et quand les limites sont dépassées ou atteignent des seuils d'alerte.

Nous avons vu que les métriques pour la mesure du profil de risques doivent être judicieusement choisies. De la même manière, les indicateurs doivent être adaptés au risque qui est étudié par le Business Unit.

Catégorie de risques	Exemple de Key Risk Indicators
<b>Actions</b>	Value at Risk (ou TVaR) Earnings at Risk Volatilité implicite Richesse latentes : ratio VM/VNC Limites définies dans le mandat de gestion : marge tactique sur la part Actions,...
<b>Taux d'intérêt</b>	Ecart de Duration Actif-Passif Ecart de convexité Volatilité des swaptions Value at Risk (ou TVaR) Earnings at Risk Richesse latentes : ratio VM/VNC Taux de rendement actuariel
<b>Immobilier</b>	Value at Risk (ou TVaR) Earnings at Risk Richesse latentes : ratio VM/VNC
<b>Change</b>	Exposition nette par devise Value at Risk (ou TVaR)
<b>Crédit</b>	Exposition par Ratings pour les investisseurs et réassureurs Credit VaR Volatilité des spreads (VM/VNC Oblig Etat - VM/VNC Oblig Corporate)
<b>Concentration</b>	Value at Risk (ou TVaR) Exposition par contrepartie/émetteur Exposition par secteur économique Exposition géographique
<b>Provisionnement Vie</b>	Probabilité d'adéquation des provisions (actuels vs cible) S/P in fine par année de survenance Sinistres réglés observés comparés aux projections prévues par année de survenance et au global Value at risk (ou Tail VaR) des provisions Earnings at Risk
<b>Tarification Vie</b>	Prime moyenne

Catégorie de risques	Exemple de Key Risk Indicators
	Coût moyen de sinistre Value at risk (ou Tail VaR) des sinistres Earnings at Risk Ratio S/P Ratio de frais Réass : consommation des reconstitutions ou des aggregates annuels par programme et par tranche
<b>Catastrophe</b>	Cartographie géographique de l'exposition du portefeuille Mesure de l'exposition (valeurs estimées) par garantie et par département Comparaison annuelle, par nature de péril et par département, entre <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'exposition du portefeuille en montant des engagements</li> <li>- le coût du risque extrême modélisé</li> <li>- la capacité de réassurance achetée</li> </ul>
<b>Opérationnel</b>	Pertes opérationnelles comptabilisées Nombre d'évènements
<b>Liquidité</b>	Liquidités/Total Actifs Actifs Mobilisables/Total Actifs Projection des cash-flows actifs-passifs

*D'après le mémoire de Xavier Agenos – Appétit pour le risque et gestion stratégique d'une société d'assurance non-vie*

Essayons de trouver un facteur clé qui pourrait servir dans le cadre du suivi de la mortalité en assurance vie.

Dans le cas d'un portefeuille de contrats Temporaire Décès, et dans un scénario standard, la fréquence des sinistres n'est pas très élevée. Le vrai risque porte sur le coût moyen des sinistres. Dans notre application (détaillée dans la partie 2 du mémoire), le capital garanti est au minimum à 50 000 € (contrats Temporaire Décès type Homme Clé).

Par conséquent, un KI du type coût moyen des sinistres, de part la faible fréquence de la mortalité de la population, ne permettrait pas de refléter de façon réaliste et dynamique le risque réel.

Une évaluation du risque de mortalité basée plutôt sur la fréquence des sinistres permettrait de voir une tendance à hausse ou à la baisse du comportement des assurés.

En revanche, dans le cadre d'un contrat type retraite, la mortalité n'est pas réellement un risque. A l'inverse, les gestionnaires de risques devront se pencher sur la longévité des assurés. Ainsi, un facteur clé significatif pourrait être le montant annuel des rentes versées par l'assureur. Ainsi, il pourra s'intéresser uniquement à la catégorie des assurés concernés par le risque (les retraités), et évaluer la tendance des versements en fonction des prévisions.

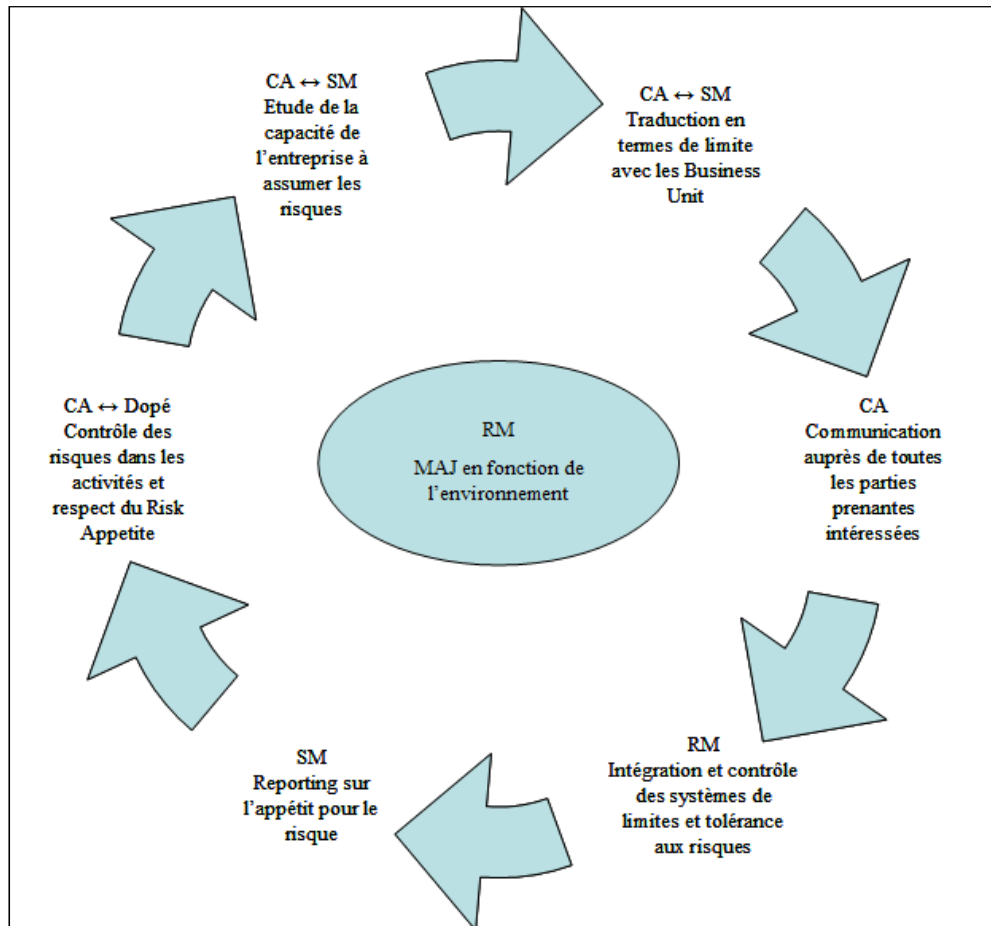
## II.6. Processus global itératif

Les notions de profil et d'appétence au risque sont des termes qui reposent sur une vision « statique » de la société. Afin de garantir une gestion des risques efficiente, ces deux notions doivent être suivies et actualisées périodiquement. Ceci permettra de prendre en compte toutes les évolutions des facteurs qui interviennent dans la gestion des risques : l'environnement économique, la richesse de la société, etc.

Le schéma ci-dessous reprend les différentes étapes d'intégration du *Risk Appetite* dans le processus de la gestion des risques au sein d'une compagnie d'assurance.

Certaines parties prenantes citées précédemment y sont présentes :

- Le Conseil d'Administration (CA) ;
- Le Senior Manager (SM) ;
- La Direction Risk Management (RM) ;
- Et les Direction opérationnelles (Dopé).



Chaque étape du processus d'intégration du *Risk Appetite*, décrites dans la figure ci-dessus est reprise et détaillée dans les paragraphes suivants.

## II.6.1 Capacité de prise de risque de l'entreprise

### Etape 1 :

Cette étape a pour objectif d'évaluer le montant maximum que l'entreprise est capable de supporter en cas de très haute sinistralité. Cette valeur est exprimée en montant agrégé de capital.

Cette étape permet d'initialiser le processus d'intégration en imposant une appétence au risque au niveau global de la société. En effet, la capacité de prise de risque de l'entreprise représente le montant maximal que l'entreprise peut placer sous risque. Au-delà de ce montant, elle ne sera pas solvable car elle sera dans l'incapacité de payer une partie plus ou moins importante du montant à rembourser dans le cas de la réalisation de risques.

L'évaluation de ce montant nécessite les informations qui suivent :

- la vision économique du montant de capital disponible ;
- la liquidité du capital et sa capacité à lever du capital ;
- la qualité du capital ;
- la solidité des résultats ;
- et la capacité de l'activité à générer de la valeur.

## II.6.2 Traduction en termes de limites

Etape 2 :

Cette étape a pour objectif de traduire le *Risk Appetite* à chaque niveau opérationnel.

Le *Risk Appetite* ainsi défini doit être traduit en *Risk Tolerance*, puis en *Risk Limit*, définis un peu plus haut.

A la fin de ce processus, les enveloppes de risques ont toutes reçues la traduction opérationnelle du *Risk Appetite* qui a été défini à un niveau global par la Direction.

## II.6.3 Communication

Etape 3 :

Cette étape a pour objectif de vérifier que les objectifs et limites ont été correctement traduits à tous les niveaux hiérarchiques et opérationnels.

Le manager s'assure que la politique de risque est communiquée à tous les échelons de l'organisation et que chacun comprend son rôle et ses responsabilités au sein de l'organisation.

Les informations pertinentes sur les risques sont communiquées aux différentes parties prenantes de l'entreprise.

## II.6.4 Intégration et contrôle

Etape 4 :

Cette étape se concrétise sur toute la période de suivi des informations liées à la réalisation des sinistres pour les risques étudiés.

La cadence de suivi est déterminée et durant toute la période de surveillance, les opérationnels sont en charge de veiller à ce que les *Risk Limits* ne soient pas franchies.

## II.6.5 Reporting

### Etape 5 :

Cette étape a pour objectif de restituer les chiffres à la fin de période de pilotage des risques aux niveaux hiérarchiques supérieurs.

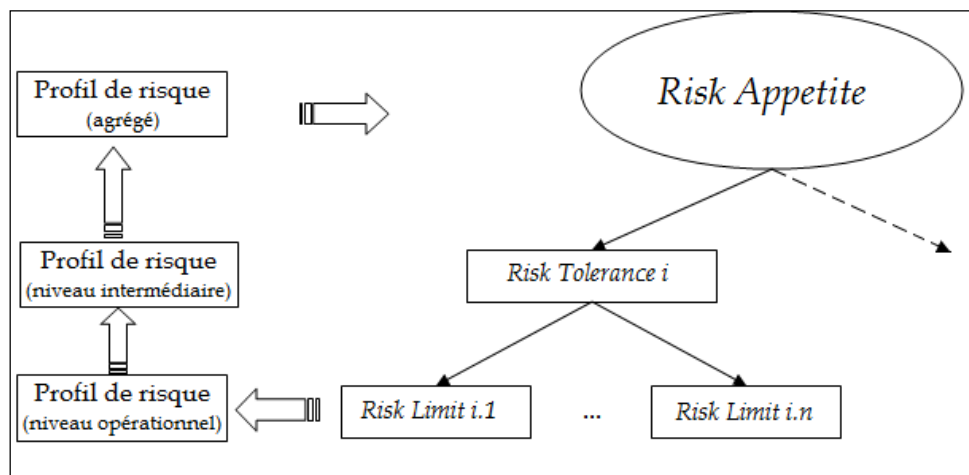
A la fin de la période de suivi, toutes les données qui ont contribué au suivi sont restituées au niveau hiérarchique supérieur de façon à assembler les suivis de tous les risques susceptibles d'impacter la société et que la Direction a décidé d'étudier.

## II.6.6 Contrôle

### Etape 6 :

Cette étape a pour objectif de vérifier que le niveau du *Risk Appetite* est vérifié à un niveau agrégé.

Cette étape constitue l'ultime étape de la formulation du *Risk Appetite* en fin de période. C'est l'étape de vérification des limites fixées par la Direction dans la prise de risque de l'entreprise. Les données qui ont été transmises pendant la période de reporting sont agrégées de façon à vérifier que l'appétence au risque a été respectée au niveau global de la société.



Une fois que le profil de risque au niveau opérationnel est obtenu, il doit être de nouveau agrégé au niveau intermédiaire puis agrégé de façon à vérifier que le profil de risque correspond au niveau de *Risk Appetite* qui avait été défini en début de période.

Dans l'objectif d'optimiser les marges de manœuvres offertes pour atteindre les objectifs de développement, le niveau de risque encouru par la société doit se rapprocher le plus possible de la limite fixée par la Direction. Bien entendu, se situer en dessous de cette limite est plus prudent, mais ne permettra peut-être pas d'atteindre les objectifs.

## Partie 2 – Application en Assurance Vie

La première partie du mémoire était consacrée à la détermination du contexte dans lequel le *Risk Appetite* se développe : avec la perspective de Solvabilité II, nous sommes dans un contexte réglementaire majeur où l'évaluation quantitative des risques devient une préoccupation majeure, en particulier dans une optique de préservation de la solvabilité des compagnies d'assurance. Nous savons donc que l'appétit pour le risque représente une notion essentielle dans le cadre de Solvabilité II.

Nous avons également explicité la plupart des notions qui découlent de l'appétence au risque, ainsi que son intégration au sein des processus de pilotage des risques.

Cette deuxième et dernière partie du mémoire se veut être une application simple et fluide de la mise en place de toutes ces notions au sein d'un organisme d'assurance. Pour ce faire, nous allons intégrer dans les processus de pilotage stratégique des risques d'une assurance vie la notion de *Risk Appetite*, sous le contexte réglementaire de Solvabilité II.



### Objectifs de la partie 2

Aujourd'hui, il n'existe pas réellement de cohérence en ce qui concerne les termes de risque couramment utilisés pour le dispositif de l'appétence au risque, car il est encore au stade de détermination au sein des organismes d'assurance.

Nous avons voulu rédiger et réaliser ce mémoire afin d'éclaircir les notions, notamment du point de vue de sa traduction en termes actuariels et de Risk Management. Ainsi, l'objectif de cette partie du mémoire est double :

- D'une part, nous avons souhaité mettre l'accent sur la méthodologie et l'approche qui doivent être suivies afin d'intégrer le *Risk Appetite* de la gestion des risques de la compagnie. L'application se veut volontairement simple et claire. Néanmoins, les principales notions qui font partie intégrante de l'intégration du *Risk Appetite* seront abordées et exploitées afin de déterminer la position stratégique de l'entreprise en fonction de ses objectifs de développement ;
- D'autre part, nous voulions également mettre l'accent sur la nécessité de dynamisme et communication entre les différentes enveloppes de risques de l'activité du Risk Management dans le cadre d'un processus de pilotage stratégique des risques qui dépend du *Risk Appetite*. Pour ce faire, nous allons expliciter la méthode d'optimisation de gestion des risques en fonctions des décisions opérationnelles. Nous verrons également l'impact des décisions au niveau du choix des modèles de projection et démontrerons ainsi la nécessité du suivi périodique et fréquent des comportements des risques afin de justifier les modèles qui ont été retenus.



### Présentation du plan

Cette partie du mémoire va se scinder en deux étapes :

1. Nous allons dans un premier temps développer toutes les caractéristiques qui définissent la structure et l'activité de notre compagnie d'assurance, ainsi que le

contexte réglementaire dans laquelle elle exerce son activité. Nous expliciterons par la suite le choix que nous avons fait en matière de *Risk Profile*, et de *Risk Appetite*. Ceci nous mènera à expliciter notre méthode de déclinaison en *Risk Tolerance* ;

2. La deuxième étape de cette étude dévoilera les résultats qui ont été obtenus et quelles sont les conséquences d'un point de vue de gestion décisionnelle grâce au pilotage des risques.

### **III. Présentation du contexte de l'étude**

---

La présentation de la base de la base de notre étude va se faire en plusieurs étapes.

Nous déterminerons d'abord le contexte de l'étude. Nous décrirons donc la réglementation sous laquelle nous nous situons, ainsi que toute la structure de l'entreprise d'assurance vie que nous avons créée. C'est sur cette entité que nous appliquerons le pilotage stratégique des risques.

Nous ferons par la suite une présentation de la situation financière de l'entreprise au 31/12/2009, date à laquelle nous nous sommes placés tout au long de notre application.

Nous déterminerons pour finir les objectifs de développement de l'entreprise ainsi que le *Risk Appetite* imposés par la Direction, qui sera communiqué au Risk Management et au niveau opérationnel.

#### **III.1. Contexte réglementaire**

Nous nous plaçons sous le contexte réglementaire de Solvabilité II. Notre société doit donc respecter un certain nombre d'exigences, notamment du point de vue du besoin en fonds propres.

L'enjeu de notre société, qui est de petite taille, est la garantie d'un développement de l'activité d'une année sur l'autre.

Elle se doit, comme tout organisme d'assurance soumis à Solvabilité II, d'évaluer son exigence en capital (le SCR) et le respecter. Néanmoins, bloquer un capital excessivement supérieur au SCR évalué ne permet pas d'optimiser les investissements envisageables. Comme l'objectif de notre société est de dynamiser son activité, elle a tout intérêt à optimiser ses fonds propres afin de se rapprocher le plus possible du niveau de SCR qui lui est imposé..

La mise en place de Solvabilité II étant encore en cours, nous nous sommes placés sous les spécifications techniques du QIS5<sup>7</sup> qui ont été publiées en juillet 2010.

#### **III.2. Présentation de l'entreprise**

Nous allons entamer la description de la société fictive par une présentation de sa structure hiérarchique. Ensuite seront détaillées toutes les caractéristiques de l'activité de notre entreprise : contrats commercialisés, portefeuilles existants, méthodes de tarification, etc.

Notre compagnie d'assurance est spécialisée dans le domaine de la vie, et commercialise uniquement deux types de contrats : contrat Temporaire Décès et des rentes viagères différées.

Nous nous plaçons au 31/12/2009. Vous trouverez ci-dessous le descriptif de la société à cette date précise.

---

<sup>7</sup> QIS5 : Quantitative Impact Study 5 – publié par le CEIOPS – Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors

## **III.2.1 Structure hiérarchique**

Nous supposons que notre société possède une structure hiérarchique classique pour une société de petite taille :

- un régime de supervision ;
- une direction actuariat ;
- une structure juridique.

### ***III.2.1.a Régime de supervision***

Le régime de supervision est constitué d'un Superviseur dont l'objectif est de garantir, au moins le temps de son mandat, la pérennité de l'entreprise, et d'un Conseil d'Administration. A ce titre, la Direction va déterminer au 31/12/2009 le *Risk Appetite* qui va gouverner la société sur toute la période d'exercice future, à l'image des objectifs de développement qu'elle aura déterminés.

### ***III.2.1.b Actuariat***

La Direction Actuariat est en charge, comme dans la plupart des compagnies d'assurance, de tarifier les contrats commercialisés, de faire la suivi de la rentabilité des contrats (étude de la sinistralité sur les coûts et les fréquences), etc.

Son rôle dans le cadre de notre application est de traduire au niveau opérationnel le choix du *Risk Appetite* déterminé par la Direction.

Elle sera également en charge du reporting, et de la veille de la réalisation des sinistres, via les indicateurs clé.

### ***III.2.1.c Structure juridique***

La structure juridique de l'entreprise s'occupe notamment de la conformité des contrats et des conditions de versement des prestations.

## **III.2.2 Contrats commercialisés**

Notre société fictive commercialise deux types de contrats vie : des contrats temporaire décès, et des contrats retraite.

Ces deux contrats sont commercialisés depuis déjà quelques années. Au 31/12/2009, nous avons créé un portefeuille pour chaque type de contrat commercialisé.

### ***III.2.2.a Contrats Temporaire Décès***

Le contrat Temporaire Décès commercialisé par notre société fictive s'appuie sur le modèle classique des contrats actuellement commercialisés sur le marché des produits d'assurance vie.

Les clients de notre société versent des primes en échange de quoi notre société garantit le versement à un bénéficiaire d'un capital dont le montant est défini contractuellement, ce sur une période de 5 ans à partir de la date d'effet du contrat.

Afin de simplifier notre modèle, nous avons considéré que tous les versements se faisaient en prélèvement automatique (donc un montant connu), et à période annuelle.

Le portefeuille existant est constitué de contrats dont la date d'effet varie entre le 01/01/2006 et le 01/01/2009. Nous avons supposé que les années de couverture débutent au 01/01 et finissent au 31/12.

Nous avons néanmoins essayé de créer un produit qui se rapproche de part sa cible client et le portefeuille d'assurés existant, des contrats d'assurance type Homme-clé.

#### Contrat Homme clé :

Le contrat Homme – clé est destiné aux employés jouant un rôle stratégique au sein d'une société. Elle est censée protéger l'entreprise d'une trop grosse perte en cas de décès ou de PTIA de la personne assurée.

Généralement ce genre de contrat vise des personnalités à hautes responsabilités comme les Directeurs Généraux. Par conséquent, l'âge moyen des assurés et les capitaux garantis sont généralement assez élevés.

#### ▪ **Caractéristiques techniques du contrat**

##### Table de mortalité

La table de mortalité utilisée est la TH0002. Nous avons donc opté pour une tarification prudente car nous avons choisi la table règlementaire masculine quel que soit le sexe de l'assuré.

##### Tarification du contrat

Nous avons élaboré une grille de tarification du contrat, en fonction de l'âge lors de la souscription, qui repose sur la table de mortalité TH0002 (table de mortalité utilisée pour la projection du portefeuille).

Le niveau de prime est obtenu en appliquant un taux au capital garanti. Ce taux est au minimum de 3 % pour les assurés les plus jeunes, c.à.d. 18 ans.

Notre portefeuille au 31/12/2009 n'est constitué que d'assuré dont l'âge varie entre 18 et 60 ans.

La prime est donc obtenue grâce à la formule suivante :

$$prime = CapitalGaranti \times (3 \% + q_x)$$

Avec  ${}_1q_x$  = probabilité que l'assuré décède l'année suivant la souscription de son contrat.

#### ▪ **Le portefeuille existant au 31/12/2009**

Les données individuelles du portefeuille Temporaire Décès portent sont les suivants :

- Année de naissance de l'assuré : les années de naissance du portefeuille ont été obtenues à partir d'une étude d'un portefeuille existant de contrats Temporaires Décès. Nous avons fait une étude statistique de la proportion des âges lors de la souscription

que nous avons retranscrite pour créer un portefeuille dont la proportion convenait à la taille de notre société fictive ;

- Date d'effet du contrat : par hypothèse, nous avons défini une date d'effet au 01/01 de l'année de début de couverture ;
- Durée du contrat : nous avons mis en place des contrats temporaire décès sur 5 ans, âge qui pourrait correspondre à un demi mandat d'un Directeur Général ;
- Capital garanti : le capital garanti a été choisi aléatoirement entre les bornes 10 000 et 50 000 €.

Nous avons construit le portefeuille en fixant, pour chaque génération de contrat entre 2005 et 2009, des âges clés qui nous permettaient de distribuer les assurés en fonction de leur âge au moment de la souscription.

	<i>Ages clés</i>
<i>Génération 2005</i>	43 – 51
<i>Génération 2006</i>	40 – 43 – 46
<i>Génération 2007</i>	38 – 40 – 43 – 46 – 51
<i>Génération 2008</i>	38 – 40 – 43 – 46 – 51 – 54
<i>Génération 2009</i>	38 – 40 – 43 – 46 – 51 – 54 – 60

Au fur de à mesure que la date d'effet se rapproche du 31/12/2009, on a augmenté le nombre d'âges clés différents, ceci afin de refléter les deux points suivants :

- la réalisation des sinistres : les portefeuilles des générations s'amenuisent au cours de la période de couverture ;
- le développement de la société : on a supposé que la commercialisation de contrats Temporaire Décès était relativement récente et qu'elle devient de plus en plus importante (par exemple la réputation de la compagnie, ou des campagnes publicitaires anciennes).

Dans l'esprit de cette deuxième hypothèse (développement de la commercialisation des contrats), nous avons augmenté le nombre de contrats vendus grâce à un facteur constant (voire annexe pour la méthode de détermination du facteur d'augmentation annuel des contrats vendus).

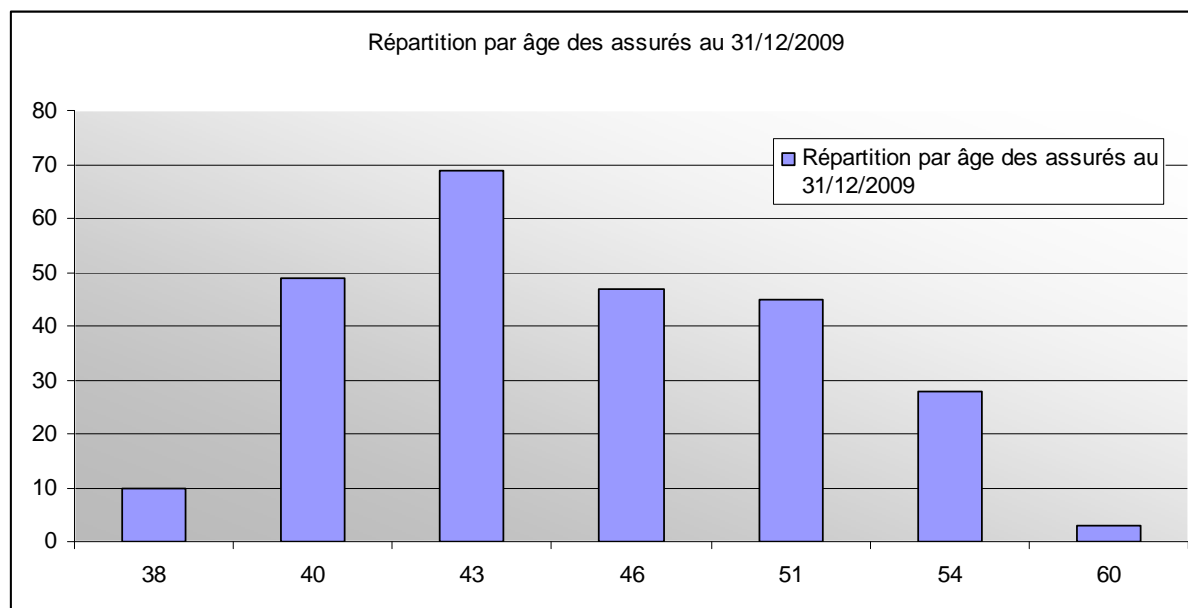
Finalement notre portefeuille au 31/12/2009 possédait la répartition par âge suivante :

<i>Génération</i>	<i>Ages clés</i>						<i>Total</i>	
	38	40	43	46	51	54		60
<i>2005</i>			15		10			25
<i>2006</i>		15	12	7				34
<i>2007</i>	2	19	10	7	8			46
<i>2008</i>	5	8	19	18	6	6		62

Génération	Ages clés							Total
	38	40	43	46	51	54	60	
2009	3	7	13	15	21	22	3	84
Total	10	49	69	47	45	28	3	251

On peut constater sur ce tableau que la cible client de la société, ou le client type, est un assuré qui est âgé environ de 45 ans au moment de la souscription.

Au 31/12/2009, nous avons donc un portefeuille constitué majoritairement d'assurés dont l'âge varie entre 40 et 50 ans.



Les capitaux garantis ont été choisis aléatoirement entre les bornes 50 000 € et 100 000 €, en suivant la formule suivante de façon à obtenir des capitaux garantis arrondi au millier :

$$CapitalGaranti_{Assuré} = Alea.Entre.Bornes(50;100)*1000$$

### III.2.2.b Contrats Retraite

Les contrats retraite commercialisés par la société sont des garanties retraite mutualiste ordinaire, avec les caractéristiques suivantes :

- sous régime aliéné, c'est-à-dire à fond perdu ;
- viagère, c'est-à-dire jusqu'au décès de l'assuré ;
- sans option de réversibilité, c'est-à-dire un seul et unique bénéficiaire des rentes.

Le contrat retraite proposé par notre société fictive s'appuie sur le modèle classique des contrats retraite commercialisés pour une souscription individuelle.

Les clients de notre société cumulent les versements avant la date de liquidation. Chaque versement leur donne droit à un niveau de rente, qui est annuellement revalorisé avec un taux de participation aux bénéfices financiers que nous avons choisi constant (taux minimum garanti de rendement).

Le type de contrat souscrit est supposé être uniquement à régime aliéné : si l'assuré décède avant la date contractuelle de liquidation, aucune réversion ni remboursement à un bénéficiaire n'est réalisable.

Afin de simplifier notre modèle, nous avons considéré que tous les versements se faisaient en prélèvement automatique (donc un montant connu), et à période annuelle.

- Caractéristiques techniques

Le mémoire ne portant pas particulièrement sur les contrats retraite, nous avons repris pour l'élaboration de la projection des contrats retraite les caractéristiques d'un portefeuille existant de rentes viagères.

### Niveau de rente acquis pour un versement unitaire

Le niveau de rente acquise pour un versement unitaire est calculé en fonction de cette formule :

$$rua(x, x + n) = \frac{D(x)}{N(x + n + 1) + \frac{3}{8} \times D(x + n) + \frac{1}{8} \times M(x + n)}$$

Avec  $l_x$  le nombre de vivants à l'âge  $x$  dans la table de mortalité,  $i$  le taux d'actualisation, et  $D(\cdot)$ ,  $N(\cdot)$  et  $M(\cdot)$  les commutations respectives :

Notation	Description	Formule	Fonction
$D_x$	Commutation vie $D_x$ à l'âge $x$	$= l_x \cdot \frac{1}{(1+i)^x}$	$D_x$
$N_x$	Commutation vie $N_x$ à l'âge $x$	$= \sum_{k=0}^{\omega-x} D_{x+k}$	$N_x$
$C_x$	Commutation décès $C_x$ à l'âge $x$	$= (l_x - l_{x+1}) \cdot \frac{1}{(1+i)^x}$	$C_x$
$M_x$	Commutation décès $M_x$ à l'âge $x$	$= \sum_{k=0}^{\omega-x} C_{x+k}$	$M_x$

### Les tables de mortalité

La tarification ainsi que la simulation de la sinistralité pour la constitution des provisions ont été réalisées grâce aux tables de mortalité TGH05 (table masculine) et TGF05 (table féminine).

Les tables fournissent les données brutes du nombre de survivants, âge par âge, pour les hommes et pour les femmes, pour toutes les générations entre 1900 et 2005. Les données sont limitées à la tranche d'âge comprise entre 0 à 120 ans. Ces tables sont spécialement dédiées à des calculs de rente viagère car elles ne contiennent que les données futures par rapport à l'année 2005.

Depuis le 1er janvier 2007, les assureurs doivent utiliser pour la mise en place d'une rente viagère :

- Soit le jeu de table TGF05 et TGH05 avec la possibilité d'utiliser une table unique pour tous les assurés (en prenant par exemple la table TGH05, ce qui aura pour conséquence de surestimer la sinistralité).
- Soit leur propre table d'expérience, certifiée par un actuair e indépendant, en sachant que l'application de cette table ne doit pas conduire à proposer un tarif inférieur à ce qu'il aurait été en utilisant les tables TGF05 et TGH05.

Ces tables établies par l'INSEE, sont des tables prospectives par génération. C'est à dire que des observations et des extrapolations ont été faites à partir d'autres tables d'expérience pour construire ces tables (notamment pour les générations trop récentes dont la proportion de survivants à des âges trop élevés ne peut être connue).

#### La revalorisation

Le taux de revalorisation annuel des rentes constituées est de 1,5 %. A la date de liquidation du contrat (l'instant où l'assuré prend le statut de retraité), le montant de rente acquise est revalorisé également de 4 %.

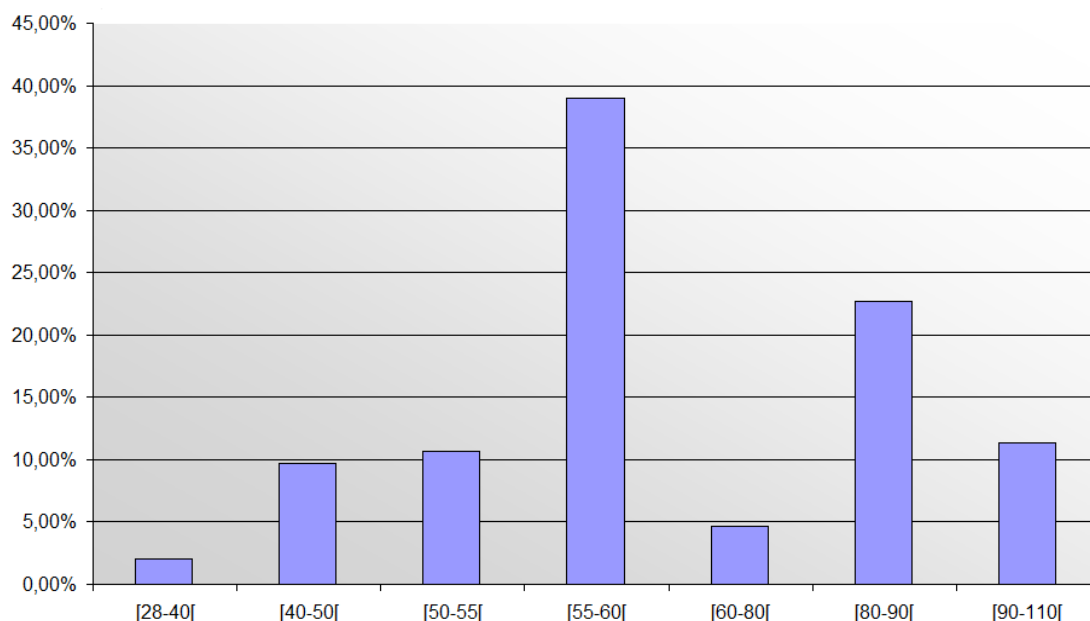
#### Les frais de gestion

Les frais de gestion ont été choisis unitaires pour chaque contrat souscrit. Le montant fixé est de 10 € par souscription.

#### ▪ **Le portefeuille existant au 31/12/2009**

Pour la création de notre portefeuille d'assurés sous contrat rente viagère différée, nous nous sommes inspirés d'un portefeuille existant auquel nous avons uniquement apporté des modifications afin d'uniformiser les garanties : absence de réversion, taux de revalorisation constant pour tous les assurés, pas de majoration de la rente complémentaire, etc.

**Répartition du portefeuille Contrats Retraite par tranche d'âges**



On constate sur le graphique que le portefeuille est constitué de deux types de populations :

- une population, majoritairement âgée entre 55 et 60 ans qui est encore cotisante. 62 % du portefeuille admet au 31/12/2009 le statut de cotisants ;
- une population qui est retraitée, principalement âgée au-delà des 80 ans qui ne verse plus de cotisation et qui jouit de la rente acquise (environ 38 % du portefeuille des assurés contrats retraite).

▪ **Les données individuelles**

Les données individuelles utilisées pour la projection du portefeuille et la réalisation de l'état financier de notre société sont synthétisées dans le tableau suivant.

<i>Donnée individuelle</i>	<i>Variable obtenue grâce à la donnée</i>
Année de naissance	Calcul de la probabilité de décès et de survie
Sexe	Choix de la table de mortalité
Statut	Evaluation des paiements futurs et du versement des rentes
Année liquidation	Fin des prélèvements automatiques et début des versements des rentes
Montant du prélèvement automatique annuel	Niveau de rente acquise
Niveau de rente acquise au 31/12/2009	Niveau de rente acquise

Le sexe est une donnée qui est indispensable car la table règlementaire en vigueur pour les contrats de rente viagère n'est pas la même pour les hommes (TGH05) et les femmes (TGF05).

### III.3. Bilan de l'entreprise

La première étape de l'application était de projeter la totalité des deux portefeuilles afin d'en tirer toutes les informations du bilan au 31/12/2009 :

- l'actif : constitué à ce stade uniquement de tous les actifs possédés par la société au 31/12/2009 ;
- le passif : constitué des capitaux propres, de la marge pour risque, et des provisions.

Bilan de la société	
Actif	Passif
Actifs (valeur de marché)	Capitaux Propres
	Marge pour risque
	Provisions (Best Estimate)

Avant de détailler tous les éléments du bilan, ainsi que les méthodes d'évaluation que nous avons retenues, nous allons expliquer le choix du taux d'actualisation qui a été retenu pour la totalité de l'application.

#### III.3.1 Taux d'actualisation

Le taux d'actualisation qui a été utilisé pour l'évaluation du bilan au 31/12/2009 repose sur le taux zéro coupon présenté dans le QIS5, qui dépend de l'échéance du flux.

A ce taux d'actualisation a été rajoutée une prime d'illiquidité. Cette prime se justifie :

- pour le passif, car les provisions techniques sont calculées en Best Estimate et doivent intégrer l'illiquidité des contrats commercialisés par la société ;
- pour l'actif : car la valeur de marché de notre obligation est obtenue en évaluant la VAP des flux futurs liés au versement des coupons.

Dans les spécifications techniques QIS5, la proportion de prime d'illiquidité intégrée dans le taux d'actualisation dépend du type de contrat.

Pourcentage de la prime d'illiquidité	Type de contrats concernés
100 %	Contrats où le risque de souscription n'est lié qu'aux risques de frais et de longévité, le risque de rachat n'existe pas, et les primes ont déjà été payées.

Pourcentage de la prime d'illiquidité	Type de contrats concernés
75 %	Contrats à PB qui ne rentrent pas dans la première catégorie
50 %	Tous les autres contrats qui ne rentrent pas dans les deux premières catégories

Dans notre application, les deux contrats commercialisés par la société rentrent dans le troisième cas car il existe des primes futures, et il n'y a pas de contrats à participation aux bénéfices.

Nous avons donc retenu un taux d'actualisation basé sur le taux zéro coupon, augmenté de 50 % de la prime d'illiquidité proposé par le QIS5.

Échéance	Taux Zéro Coupon	Prime d'illiquidité	Facteur d'actualisation
1	4,70%	0,27%	95,27%
2	4,53%	0,27%	91,06%
3	4,51%	0,27%	86,94%
4	4,53%	0,27%	82,91%
5	4,55%	0,27%	79,04%
6	4,58%	0,27%	75,29%
7	4,61%	0,27%	71,65%
8	4,65%	0,27%	68,11%
9	4,70%	0,27%	64,67%
10	4,74%	0,27%	61,35%
11	4,78%	0,27%	58,17%
12	4,82%	0,27%	55,15%
13	4,85%	0,27%	52,28%
14	4,88%	0,27%	49,56%
15	4,90%	0,27%	46,98%
16	4,92%	0,21%	44,90%
17	4,94%	0,16%	42,96%
18	4,95%	0,11%	41,15%
19	4,96%	0,05%	39,45%
20	4,98%	0,00%	37,86%
...	...	...	...

Le taux d'actualisation a été évalué jusqu'à échéance 102 ans.

### **III.3.2 Actifs**

Nous supposons que l'entreprise détient deux types d'actifs : un actif risqué (tracker indice) et un actif non risqué (obligation).

#### ***III.3.2.a Actif risqué***

Nous avons supposé que notre société a investi dans un seul type d'actif risqué : les trackers sur indices.

## Définition

### Tracker indice :

Les trackers ou ETF (Exchange traded funds) sont des OPCVM à gestion indiciaire (Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières) mais qui sont négociables sur les marchés d'Euronext.

Ces produits ont été lancés en janvier 2001 et ont connu depuis une forte croissance en termes d'activité.

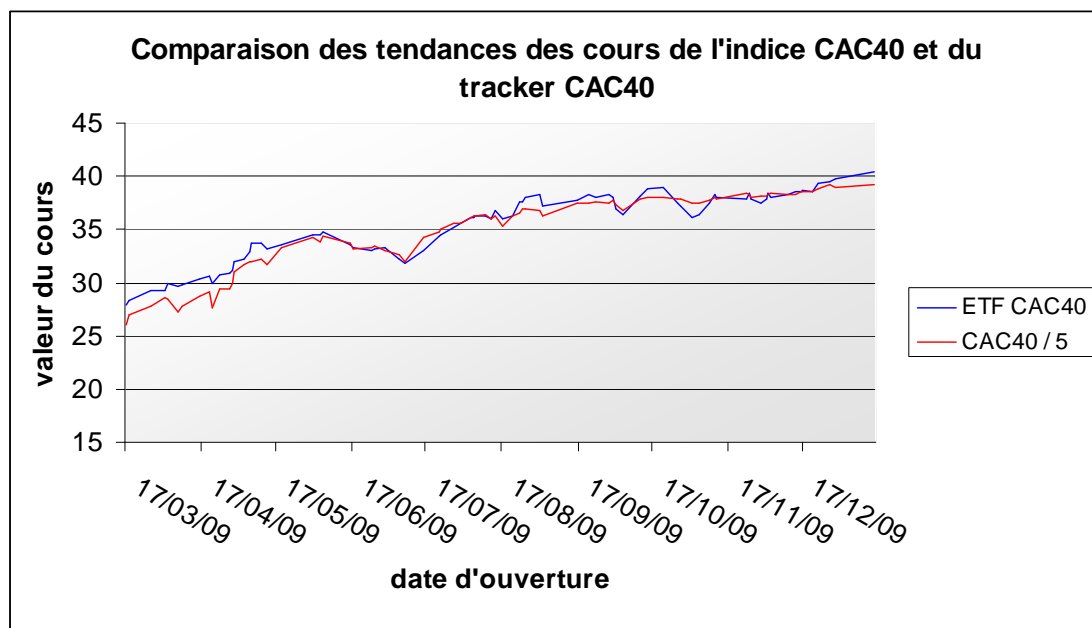
A cette occasion, Euronext a créé un segment spécifique de marché intitulé NextTrack où la cotation est assurée en continu. NextTrack est devenu le premier marché européen de trackers en matière de volume négocié et de capitalisation.

Le tracker reproduit la performance d'un indice : on dit alors qu'il traque l'indice, d'où son nom de tracker. Mais son cours représente une fraction de l'indice qui est égale pour la plupart des trackers à 1/100<sup>ème</sup>.

Pour se donner une idée de la taille du marché, nous avons prélevé quelques chiffres sur internet :

- il existe 60 trackers disponibles sur les marchés Euronext ;
- 55 indices différents servent de sous-jacent aux trackers ;
- Les zones géographiques couvertes par les trackers sont la France, les Pays-Bas, la Belgique, le Royaume-Unis, les Etats-Unis, la zone Euro, l'Europe et autres secteurs européens.

Voici l'exemple des cours du CAC40 et du Lyxor ETF CAC40 (les valeurs du cours du sous-jacent ont été ajustées aux valeurs du cours de l'ETF, elles ont été divisées par 5 ie la valeur moyenne du rapport (cours du CAC40)/(cours de l'ETF du CAC40) à la même date d'ouverture) :



On constate en effet que le Lyxor ETF CAC40 reproduit l'indice du CAC40, avec un rapport de 5.

Le tracker présente de nombreux avantages, telle la possibilité de bénéficier de la performance d'un marché (secteur économique) ou d'une bourse (économie nationale) tout en répartissant les risques. De plus, le tracker permet de se constituer un portefeuille diversifié en une seule opération et à des coûts moindres par rapport à ceux induits dans le cas de négociation ligne par ligne des actions composant l'indice sous-jacent au tracker.

#### Dans le cadre de notre application

Nous supposons que notre société possède 300 000 trackers sur indice Lyxor ETF CAC40. Nous avons pris au 31/12/2009 sa valeur historique.

Code	Nombre de titres	Valeur de marché initiale	Total Trackers possédé (en €)
Tracker indice CAC 40	300 000	37,7	11 310 000

### **III.3.2.b Actif non risqué**

Notre société possède également des obligations perpétuelles qui lui permettent de sécuriser une partie de ses investissements.

#### Obligation

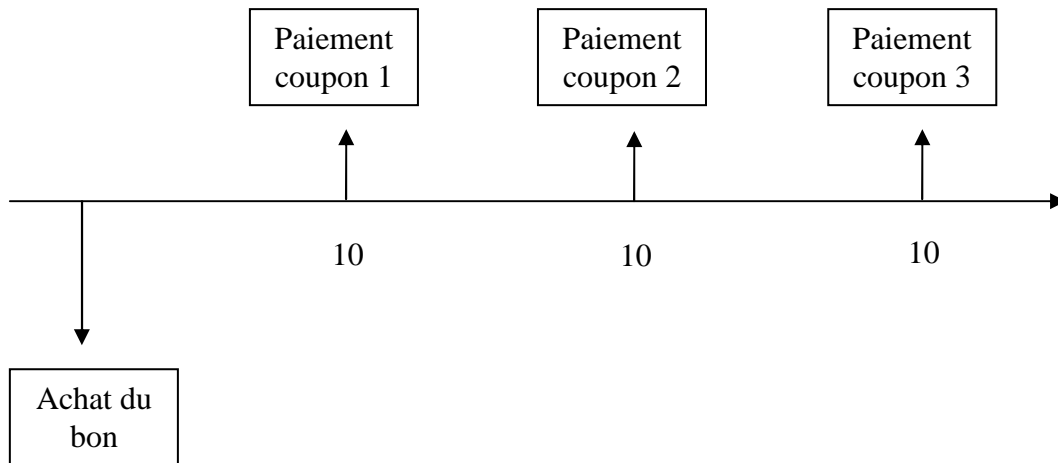
Titre négociable émis par une entreprise publique ou privée ou par le Trésor (Etat) et donnant à son souscripteur le droit de créance sur l'émetteur (l'entreprise).

Une entreprise qui émet donc un emprunt obligataire sur le marché boursier donne un titre à chaque acheteur. Ce titre (Obligation) donne le droit à son détenteur de percevoir un revenu. Ce revenu est calculé en fonction de :

- la valeur nominale de l'obligation : valeur unitaire de chaque obligation, c'est la somme qui sert de référence pour le calcul de la rémunération ;
- du taux d'intérêt calculé sur la valeur nominale : fixe le pourcentage de la valeur nominale qui déterminera le montant de revenu versé au souscripteur ;
- et des modalités de remboursement : généralement remboursés « in fine » (date d'échéance de l'obligation) et au pair, ce qui veut dire sur la base de la valeur nominale.

De part la nature du contrat, l'obligation représente un investissement sécuritaire.

Une obligation à échéance 3 a été illustrée ci-dessous, avec une rente de 10 pour chaque date de versement.



Dans un contexte de marché complet et en absence d'opportunité d'arbitrage, la valeur de marché de l'obligation est obtenue en calculant la valeur actuelle probable des flux futurs, au taux risque neutre choisi en fonction de la maturité (ici 3) de l'obligation :

$$ValeurMarchéObligation = \left\{ \begin{array}{l} \frac{10}{[1 + TauxActualisation(1)]} \\ + \frac{10}{[1 + TauxActualisation(2)]^2} \\ + \frac{10}{[1 + TauxActualisation(3)]^3} \end{array} \right.$$

avec  $TauxActualisation(i)$  taux d'actualisation pour échéance à  $i$ .

Dans le cadre de notre application

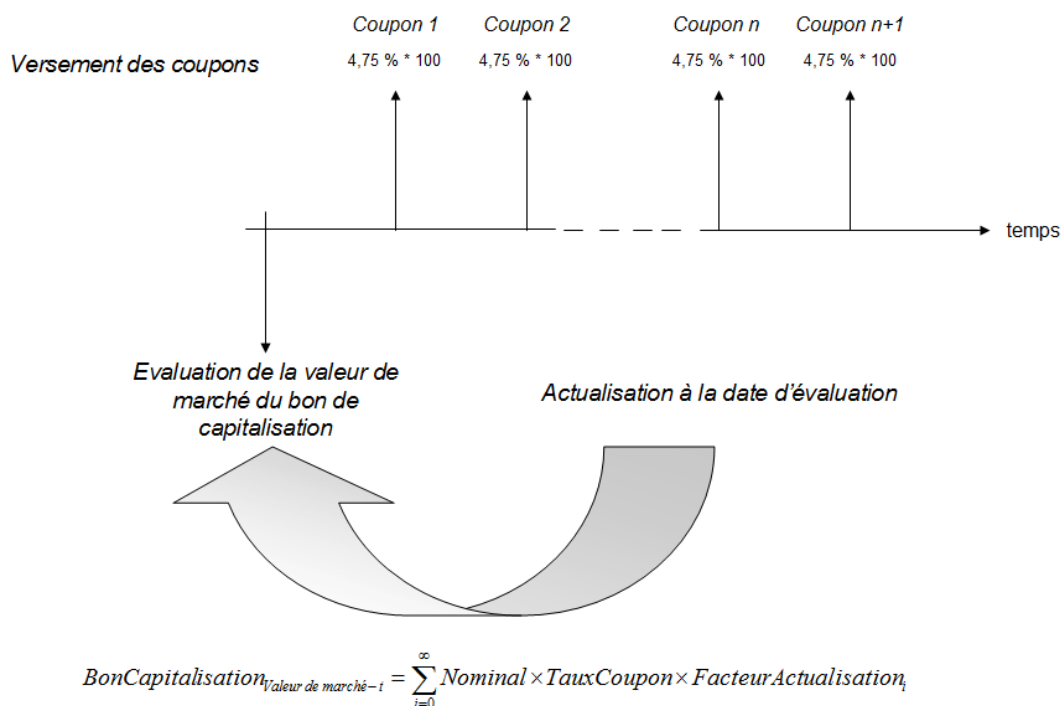
Dans notre application, nous avons choisi les caractéristiques suivantes :

- Nominal unitaire de 100 ;
- Taux coupon de 4,75 %.

Nominal unitaire	Taux coupon	Valeur de marché initiale
100	4,75%	97,68

Par soucis de simplicité, nous avons également supposé que l'obligation est perpétuelle (absence de maturité). Pour obtenir la valeur de marché des bons détenus par la société, nous nous sommes placés dans un univers de marché complet, et en absence d'opportunité d'arbitrage.

Grâce à cette hypothèse, nous avons pu utiliser le taux Risque Neutre pour évaluer la valeur initiale de marché de l'obligation au 31/12/2009 via la valeur actuelle probable de ses flux futurs.



Nous prenons comme hypothèse que la société possède 20 000 obligations. Le prix de l’obligation est obtenu grâce à une actualisation au taux risque neutre pour chaque coupon.

Le facteur d’actualisation s’obtient grâce au taux via la formule suivante :

$$FacteurActualisation_i = \frac{1}{[1 + TauxActualisation(Echéance\ i)]^{Echéance\ i}}$$

Avec *TauxActualisation(i)* le taux d’actualisation défini dans la Partie I.I - Taux d’actualisation qui dépend de l’échéance *i*.

### **III.3.3 Passifs**

Le passif de notre compagnie est composé de trois éléments :

- les provisions techniques évaluées en Best Estimate ;
- la marge de risque ;
- les capitaux propres.

Avant d’entamer les aspects techniques des composantes du passif de l’entreprise, nous allons expliciter la méthode de détermination du taux d’actualisation.

#### **III.3.3.a Provisions techniques**

Les provisions techniques ont été obtenues en évaluant les flux futurs en Best Estimate. Pour ce faire, nous avons évalué la valeur actuelle probable (VAP) des prestations et des frais projetés à partir de la date du 31/12/2009.

## ■ Projection du portefeuille Temporaire Décès

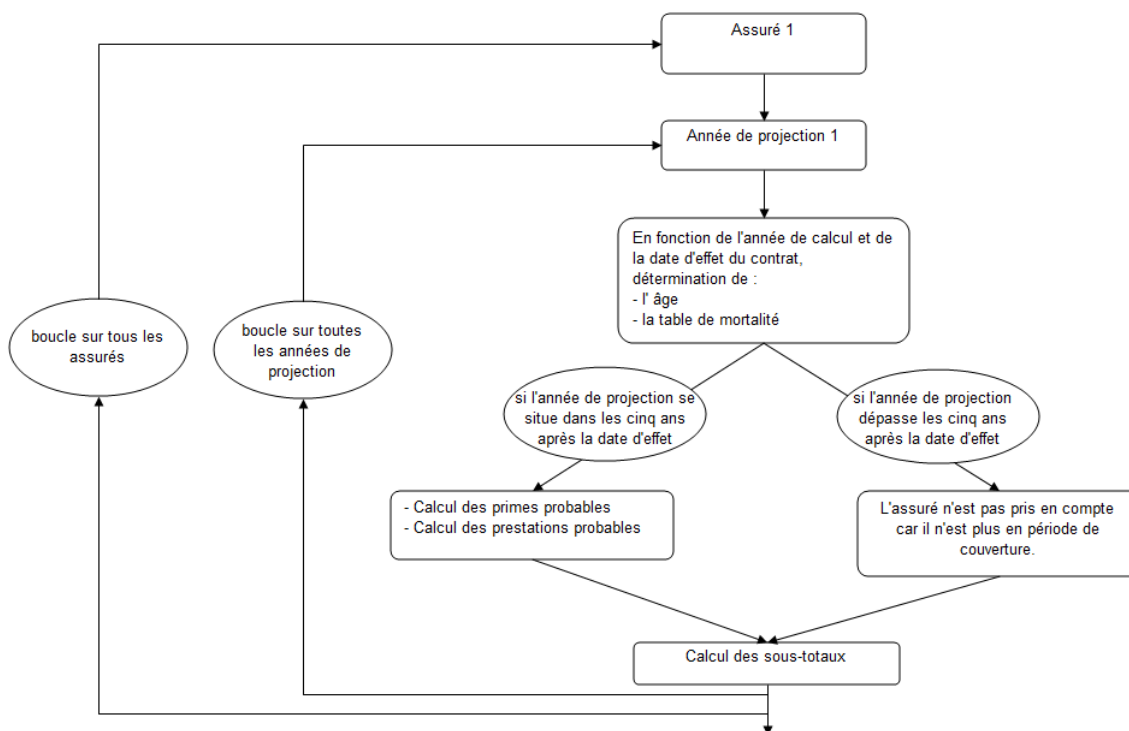
### Paramètres de projection

Pour la projection des assurés présents dans le portefeuille des contrats Temporaires Décès, nous avons utilisé la table de mortalité utilisée pour la tarification des contrats.

Paramètres de simulation Contrats TempoDC	
Variable	Valeur
Table de mortalité	TH0002Annuel
Frais de gestion (unitaire)	15 €

### Méthodologie

Nous avons pour objectif de projeter les prestations, les primes et les frais futurs, afin d'en déduire les provisions Best Estimate.



Une fois le portefeuille projeté jusqu'à décès du dernier survivant, les provisions Best Estimate s'obtiennent en évaluant la valeur actuelle probable des prestations et des frais futurs :

$$Provisions_{BE} = \sum_{t=1}^{Durée\ de\ projection} \frac{Prestation_t + Frais_t}{[1 + TAux_{Actualisation}(Echéance)]^t}$$

## Résultats

La projection du portefeuille existant des contrats Temporaire Décès se fait sur une période de cinq à partir de la date de projection (contrats Temporaires Décès à durée quinquennale).

année de projection	Temporaire Décès			
	Prestations Temporaire Décès	Primes Temporaire Décès	Frais	Provisions Best Estimate
0				
1	89345	1050966	3927	356595
2	87351	1156719	3537	280477
3	84907	1063889	3013	203042
4	74693	585373	2316	124849
5	55138	315681	1392	53859
6 et +	0	0	0	0

### ▪ Projection du portefeuille Retraite

## Paramètres de projection

Outre toutes les informations liées aux données individuelles que nous avons développées un peu plus haut, nous avons dû mettre en place des paramètres indispensables pour la projection.

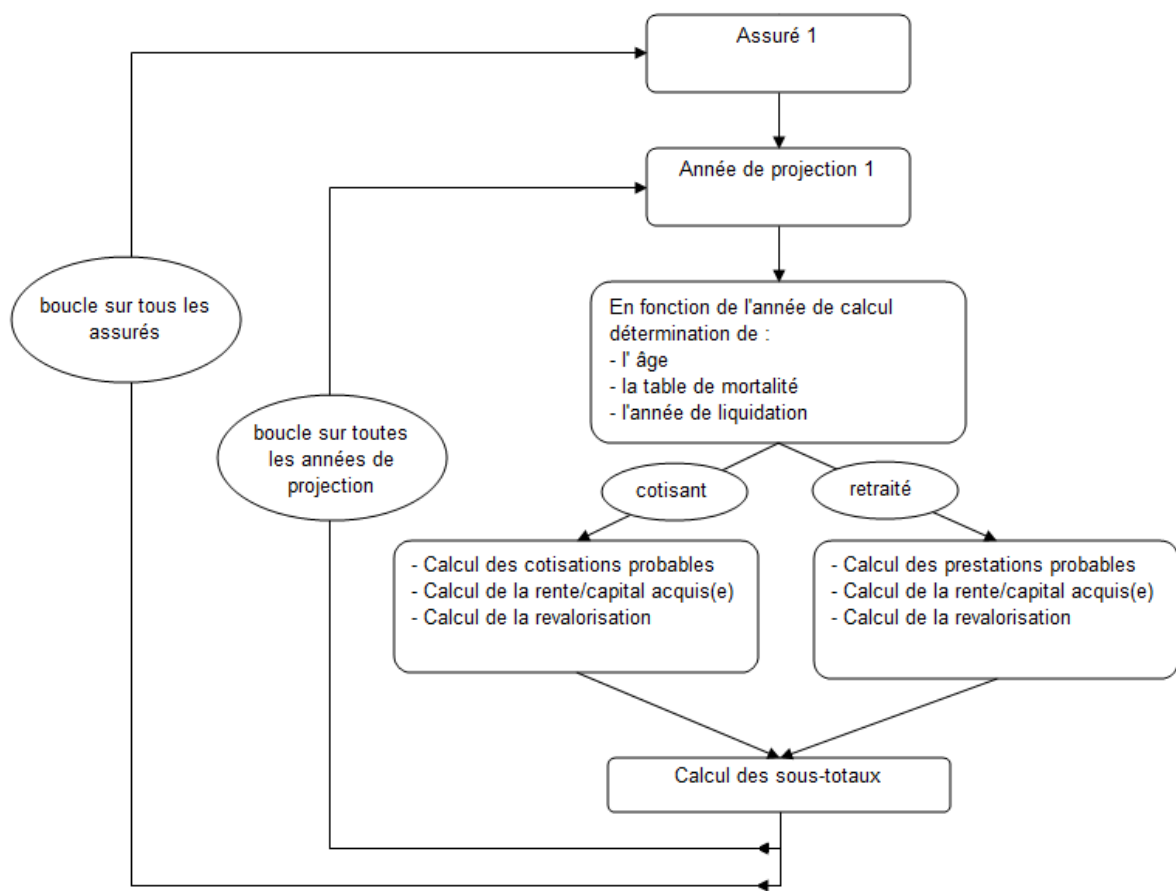
Paramètres de simulation Contrats Retraite	
Variable	Valeur
Taux revalorisation année liquidation	4%
Taux de revalorisation annuel	1,50%
Table de moralité féminine	TGF05
Table mortalité masculine	TGH05
Frais de gestion (unitaire)	10 €

Les taux de revalorisation l'année de liquidation et annuel permettent d'évaluer correctement les niveaux de rente acquise par assuré.

Les tables de mortalité nous permettent d'évaluer pour chaque année de projection les probabilités de survie et de décès de chaque assuré, en fonction de son année de naissance et de son sexe.

## Méthodologie

Comme pour les contrats Temporaires Décès, nous avons pour objectif de projeter les prestations, les primes et les frais futurs, afin d'en déduire les provisions Best Estimate.



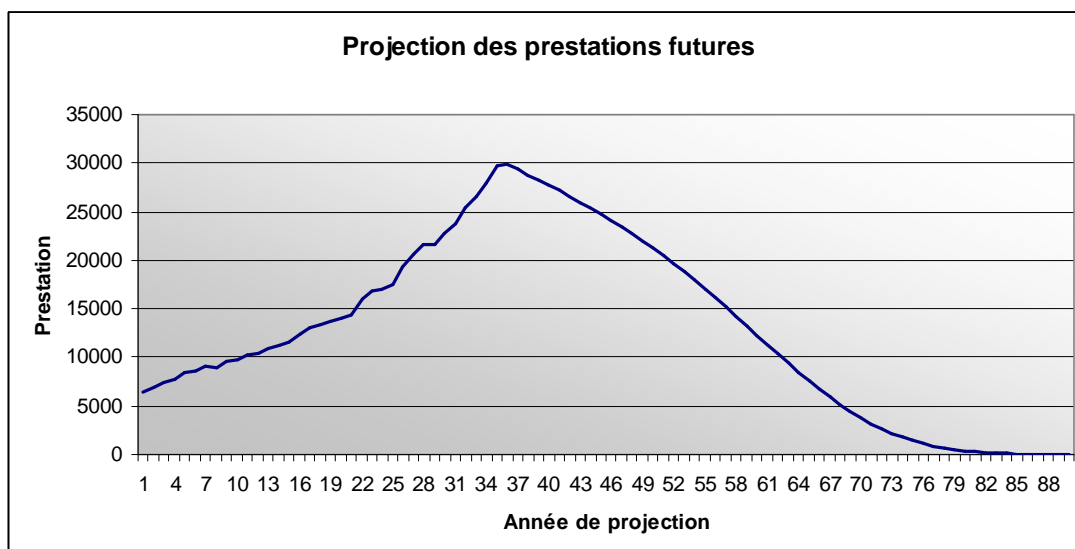
### Résultats

Nous avons projeté le portefeuille sur 90 ans, jusqu'au décès du dernier survivant. Nous avons ainsi pu obtenir toutes les informations nécessaires à l'évaluation des provisions techniques pour le portefeuille existant des contrats retraite :

- les prestations futures ;
- les primes futures ;
- les frais futurs.

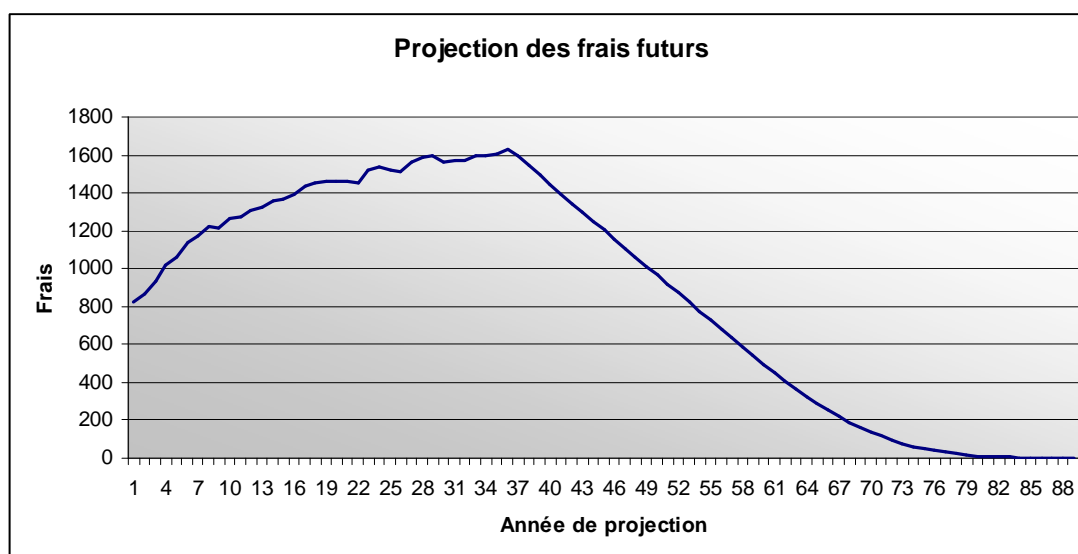
Les prestations futures suivent une tendance cohérente avec le modèle de projection que nous avons mis en place :

- Zone 1 : augmentation significative sur plusieurs années des prestations futures liée à l'âge moyen avancé du portefeuille. De nombreux cotisants vont acquérir ou possèdent déjà le statut de retraité ;
- Zone 2 : les frais et les prestations diminuent jusqu'à disparition du dernier assuré du portefeuille.



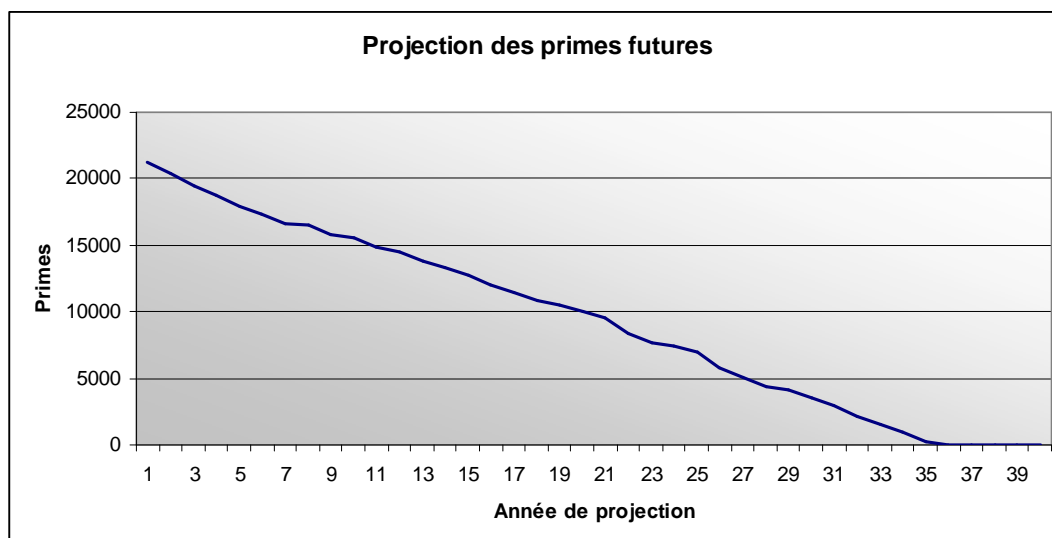
Les frais proviennent des frais de gestion des contrats (pour chaque contrat souscrit) et des coûts de gestion des sinistres.

Les contrats futurs sont relativement peu nombreux et n'imposent pas la tendance de la courbe des frais futurs. La courbe des frais futurs admet donc la même tendance que celle des prestations futures.



Les primes futures admettent une tendance cohérente avec la projection, ie au fur et à mesure que la population des assurés vieillit.

De plus en plus d'assurés liquident leur contrat et prennent le statut de retraités, date à partir de laquelle la cotisation n'est plus possible.



A la trente-cinquième année, il n'y a plus de cotisants dans le portefeuille constitué.

### Calcul des provisions

Une fois le portefeuille projeté jusqu'à décès du dernier survivant, les provisions Best Estimate s'obtiennent en évaluant la valeur actuelle probable des prestations et des frais futurs. Le taux d'actualisation qui est utilisé dépend encore une fois de la date du versement du flux (l'échéance).

$$Provisions_{BE} = \sum_{t=1}^{Durée\ de\ projection} \frac{Prestation_t + Frais_t}{[1 + TauxActualisation(échéance)]^t}$$

### **III.3.3.b Marge pour risque**

Une marge pour risque est ajoutée aux provisions techniques « Best Estimate » dont la méthode d'évaluation a été explicitée ci-dessus.

La marge pour risque a différentes interprétations selon le référentiel dans lequel on se place :

- sous le référentiel IFRS, la marge pour risque représente le montant à réclamer par un autre assureur pour récupérer les engagements pris par l'assureur. Elle représente une information financière sur la rémunération du repreneur de risque.
- Sous la réglementation Solvabilité II : la marge pour risque représente la rémunération des fonds propres versée par les actionnaires.

Dans notre cas, nous conserverons l'approche sous le cadre de la réglementation Solvency II. Trois méthodes de détermination de la marge pour risque ont été mises en place par les Boards : la méthode des quantiles, la méthode du *Cost of Capital* (CoC, ou coût du capital), et la méthode des intervalles de confiance.

#### ▪ La méthode du Cost of Capital (CoC)

Il s'agit de la méthode privilégiée par le CEIOPS pour les actifs non répliquables, et de la méthode que nous conserverons pour notre application.

Cette méthode consiste à calculer le coût d'immobilisation d'un montant de fonds propres éligibles, nécessaires pour couvrir le SCR sur toute la durée du contrat.

Pour ce faire, les assureurs doivent établir une projection de leurs engagements d'assurance et de réassurance jusqu'à extinction. De cette projection, ils doivent en déduire pour chaque année d'assurance et de projection, le SCR nécessaire pour couvrir les engagements liés à leurs portefeuilles.

La valorisation de la marge repose sur les grands principes suivants :

<i>Principe 1</i>	Le calcul se fait en supposant une reprise par une autre entité
<i>Principe 2</i>	Cette entité est « vide » avant la reprise
<i>Principe 3</i>	Cette entité a des fonds propres de base égaux au SCR nécessaire pour couvrir les risques repris
<i>Principe 4</i>	Le SCR de référence couvre les risques (opérationnel, de défaut et de souscription, réassurance cédée)
<i>Principe 5</i>	La réduction du SCR du fait des PB futures est déterminée à partir des caractéristiques de la dette société
<i>Principe 6</i>	L'étude des marges de risque se fait segment par segment et en net de réassurance
<i>Principe 7</i>	Utilisation possible des modèles internes

La liste des risques qui seront pris en compte dans le cadre de notre application est détaillée dans les parties IV.2.

Le coût du capital est égal à 6% pour tous les assureurs.

Le calcul de la marge pour risque suivant la méthode du coût du capital s'effectue en considérant que la date d'évaluation est celle du début de l'année où on se place.

Finalement, la marge pour risque repose sur la formule suivante :

$$MR_0 = 6\% \times \sum_{t=0}^n \frac{SCR_t}{(1 + TauxActualisation(t))^t}$$

Avec  $TauxActualisation(i)$  le taux d'actualisation d'échéance  $i$ .

#### ▪ Application

Le choix de la méthode de *Cost of Capital* nécessite de calculer le SCR de la société et de projeter le SCR en run-off.

Nous allons donc détailler les méthodes d'évaluation du SCR.

#### Projection du SCR

Avec les caractéristiques de la police qui ont été définies dans la partie Partie I.III.2.2, nous avons pu projeter les SCR pour chaque contrat, et définir ainsi la *Risk Margin* au 31/12/2009.

Le SCR et les méthodes d'évaluation du chargement en fonction des facteurs de risque sont de notions qui seront explicitées un peu plus loin dans la partie III.4 – Calcul du SCR.

Pour chaque année de projection, nous avons évalué le SCR en fonction des prestations, frais et autres informations projetées par le programme VBA, y compris les scénarii de choc qui sont nécessaires notamment pour les SCR au titre des risques inclus dans le risque de souscription vie.

$$SCR_{mortalité} = VAN(Prestations_{Scenario\ Choc\ Mortalité}) - VAN(Prestations_{Scenario\ Normal})$$

$$SCR_{longévit\acute{e}} = VAN(Prestations_{Scenario\ Normal}) - VAN(Prestations_{Scenario\ Choc\ Longévit\acute{e}})$$

$$SCR_{frais} = (1 + Taux_{Choc\ Frais}) \times Provisions_{Pour\ Frais\ Scenario\ Classique}$$

$$SCR_{march\acute{e}} = \max[Valeur_{De\ March\acute{e}} - Valeur_{Choc\ baisse}; Valeur_{Choc\ Hausse} - Valeur_{March\acute{e}}]$$

Les paramètres de choc pour chaque facteur de risque dont l'étude a été conservée dans l'application sont explicités dans les méthodes d'évaluation du SCR de la partie III.4 – Calcul du SCR.

### **III.3.3.c      *Capitaux propres***

Les capitaux propres correspondent au montant disponible et accumulé par l'entreprise elle-même et restant à sa disposition à moyen et long terme. Les dettes (à moyen et long terme) ne sont pas comptabilisées dans les capitaux propres.

Dans notre cas, les capitaux propres ont été obtenus par la simple formule suivante, qui repose sur l'équilibre actif/passif du bilan de l'entreprise:

$$Capitaux_{Propres} = Total_{Actif} - Provisions_{Techniques} - Marge_{Pour\ Risque}$$

## **III.3.4      Résultats**

Toutes les hypothèses et les méthodes de calcul explicitées précédemment nous ont permis d'obtenir l'actif et le passif de la société fictive.

Nous avons donc pu construire le bilan au 31/12/2009.



Le risque de taux représente risque lié à la sensibilité de la valeur des actifs, des passifs et des instruments financiers aux changements affectant la courbe des taux d'intérêt ou la volatilité des taux d'intérêt.

Il concerne tous les actifs et passifs dont la valeur d'actif nette est sensible aux variations de la structure par terme des taux ou à la volatilité des taux.

Le montant de capital nécessaire pour garantir la solvabilité de l'entreprise dans le cas de la réalisation de ce risque s'évalue via un stress test de la NAV par scénario à la hausse ou à la baisse du niveau et de la volatilité des taux.

*Haussier* :  $MktintUp = \max(\Delta NAV|up\&downvol, \Delta NAV|up\&upvol)$   
*Baissier* :  $MktintDown = \max(\Delta NAV|down\&downvol, \Delta NAV|down\&upvol)$

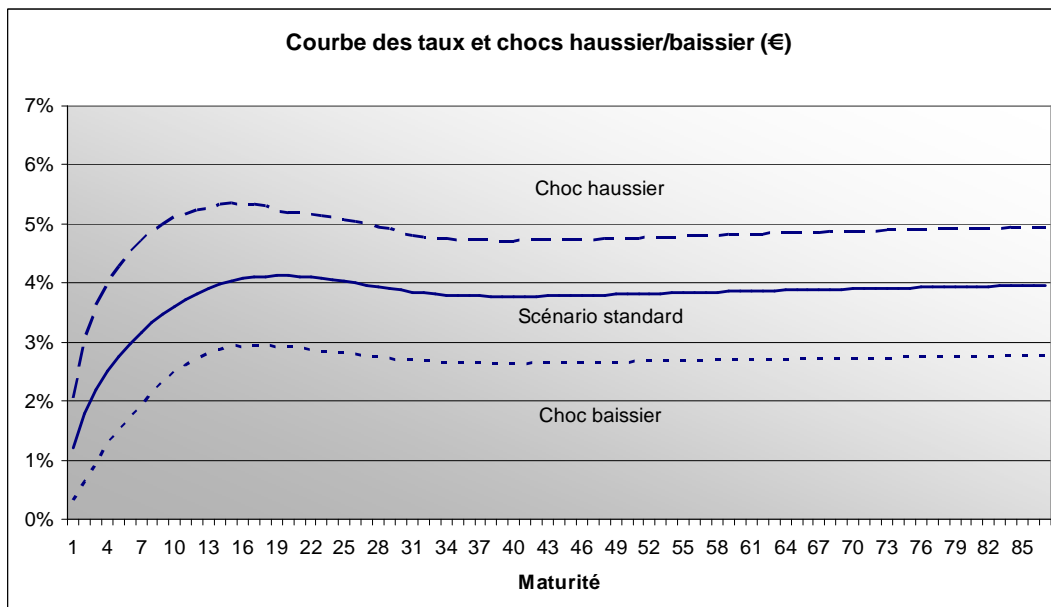
Avec *MktintUp* le risque de taux après choc haussier et *MktintDown* le risque de taux après le choc baissier.

La réévaluation des instruments sensibles aux taux et calcul des variations de l'actif net se fait en deux étapes :

1. Application d'un choc (à la hausse et à la baisse) sur la volatilité des taux : le choc sur la volatilité implicite des taux s'applique via un choc à la hausse (12% en points) et à la baisse (-3% en points).
2. Application d'un choc (à la hausse et à la baisse) sur le niveau des taux : le choc sur le niveau des taux se fait via le tableau de hausse et de baisse du niveau de taux suivant (QIS5).

échéance	risque de marché - taux	
	scénario à la hausse	scénario à la baisse
1	70%	-75%
2	70%	-65%
3	64%	-56%
4	59%	-50%
5	55%	-46%
6	52%	-42%
7	49%	-39%
8	47%	-33%
9	44%	-31%
10	42%	-30%
11	39%	-29%
12	37%	-28%
13	37%	-28%
14	35%	-28%
15	34%	-27%
16	33%	-28%
17	31%	-28%
18	30%	-28%
19	29%	-29%
20	27%	-29%
21	26%	-29%
22	26%	-30%
23	26%	-30%
24	26%	-30%
25	26%	-30%
26	26%	-30%
27	26%	-30%
28	26%	-30%
29	26%	-30%
30	25%	-30%

Une représentation graphique permet de mieux comprendre l'impact des chocs au niveau de la courbe des taux.



On suppose néanmoins que la corrélation entre les chocs sur le niveau et la volatilité des taux est nulle.

### *III.4.1.b Risque action*

Le risque action représente le risque de perte en capital induit par la baisse du cours des actions détenues en portefeuille.

Le principe de calcul est basé sur un stress test de la NAV par scénario à la baisse du niveau des actions.

	Global (actions cotées dans l'EEE et de l'OCDE <sup>8</sup> )	PB stratégique	Autres
Choc baissier <sup>9</sup>	30 %	22 %	40 %

Le calcul du chargement en capital au titre du risque sur actions s'obtient via la formule suivante :

$$Mkt_{eq,i} = \max(\Delta NAV | equity\ shock_i; 0)$$

Avec :

*equity shock<sub>i</sub>* = Chute prescrite de la valeur de l'indice *i*

*Mkteq<sub>i</sub>* = Chargement en capital au titre du risque sur actions relatif à *i* suite au choc baissier.

### *III.4.1.c Risque d'illiquidité*

<sup>8</sup> EEE : Espace Economique Européen ; OCDE : Organisation de Coordination et de développement Européen.

<sup>9</sup> Les scénarii de chocs ci-dessus prennent en compte l'ajustement de la symétrie YE09 aux actifs à -9 %, ce qui ramène leur niveau de base de 39 % et 49 % à 30 % et 40 %.

La prime d'illiquidité observée sur les marchés financiers est reconnue dans l'évaluation des provisions techniques. Par conséquent, le module de marché doit également prendre en compte le risque de prime d'illiquidité (nouveau QIS5).

Le SCR évalué au titre du risque d'illiquidité émane du risque d'augmentation des provisions techniques due à une diminution de la prime de liquidité.

Le chargement en capital au titre du risque d'illiquidité a été obtenu en diminuant de 65 % la prime de risque de liquidité, et en évaluant la différence entre les *Net Asset Value* pour chacun des scénarii.

$$Mkt_{ip} = \max[\Delta NAV / illiquidityPremiumShock; 0]$$

Normalement, au niveau de la calibration, le risque d'augmentation de la prime d'illiquidité est pris en compte dans le risque de spread<sup>10</sup>. Néanmoins, dans notre application, le risque de spread ne sera pas développé.

#### III.4.1.d Résultat risque de marché

Le QIS5 fournit la matrice de corrélation de façon à évaluer le chargement au titre du risque de marché, en fonction des sous risques qui ont été pris en compte.

$$SCR_{Mkt} = \max\left(\sqrt{\sum_{r,c} CorrMktUP_{r,c} \times Mkt_{up,r} \times Mkt_{up,c}}, \sqrt{\sum_{r,c} CorrMktDOWN_{r,c} \times Mkt_{down,r} \times Mkt_{down,c}}\right)$$

Avec les coefficients *CorrMktDown* et *CorrMktUp* suivants :

<i>CorrMktDown</i>	<i>Taux</i>	<i>Action</i>	<i>Immobilier</i>	<i>Spread</i>	<i>Change</i>	<i>Concentration</i>	<i>Illiquidité</i>
<i>Taux</i>	1						
<i>Action</i>	0,5	1					
<i>Immobilier</i>	0,5	0,75	1				
<i>Spread</i>	0,5	0,75	0,5	1			
<i>Change</i>	0,25	0,25	0,25	0,25	1		
<i>Concentration</i>	0	0	0	0	0	1	
<i>Illiquidité</i>	0	0	0	-0,5	0	0	1

<i>CorrMktUp</i>	<i>Taux</i>	<i>Action</i>	<i>Immobilier</i>	<i>Spread</i>	<i>Change</i>	<i>Concentration</i>	<i>Illiquidité</i>
<i>Taux</i>	1						
<i>Action</i>	0	1					
<i>Immobilier</i>	0	0,75	1				
<i>Spread</i>	0	0,75	0,5	1			
<i>Change</i>	0,25	0,25	0,25	0,25	1		
<i>Concentration</i>	0	0	0	0	0	1	
<i>Illiquidité</i>	0	0	0	-0,5	0	0	1

<sup>10</sup> Risque de spread : risque pour émetteur de voir sa marge de rémunération par rapport à une obligation d'Etat de même maturité s'écarter significativement, notamment en cas de dégradation de sa notation.

### III.4.2 SCR de souscription vie

Le risque de souscription vie représente le risque de perte ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance vie, en raison d'hypothèses inadéquates en matière de tarification et de provisionnement ;

Pour le risque de souscription vie, nous avons conservé uniquement trois sous modules :

- le risque de mortalité : lié aux contrats temporaires décès ;
- le risque de longévité : lié aux contrats retraite ;
- le risque de frais : lié aux nouveaux contrats et aux coûts des sinistres pour les deux types de contrats commercialisés.

#### III.4.2.a Risque de longévité

Le risque de longévité représente le risque supporté par l'assureur en cas de diminution du taux de mortalité du portefeuille.

Le chargement au titre de ce risque (*Lifelong*) s'obtient via la formule suivante :

$$Life_{long} = \sum_i (\Delta NAV / longevityshock)$$

Avec :

$\Delta NAV$  = Variation de l'actif net ;

*Longevityshock* = Diminution (permanente) de 15 % des taux de mortalité pour chaque âge.

#### III.4.2.b Risque de mortalité

Le risque de mortalité représente le risque que supporte l'assureur en cas de diminution de la durée de vie du portefeuille. Dans le cas de notre société, l'assureur doit effectivement supporter ce risque car il commercialise des contrats Temporaire Décès.

Le chargement au titre de ce risque (*Lifemort*) s'évalue comme suit :

$$Life_{mort} = \sum_i (\Delta NAV / mortshock)$$

Avec :

$\Delta NAV$  = Variation de l'actif net ;

*Mortshock* = Augmentation (permanente) de 15 % des taux de mortalité pour chaque âge.

#### III.4.2.c Risque de frais

Le risque de frais évalue le montant nécessaire pour couvrir le risque lié à la variation des frais de gestion des contrats d'assurance ou de réassurance.

Le chargement en capital (*Lifeexp*) s'évalue grâce à la formule standard suivante :

$$Life_{exp} = \Delta NAV | expshock$$

Avec :

$\Delta NAV$  = Variation de l'actif net

*Expshock* :

- Augmentation de 10 % des dépenses futures par rapport au *Best Estimate* ;
- Augmentation de 1 % par an du taux d'inflation des dépenses par rapport au *Best Estimate*.

### III.4.2.d Résultat Risque de souscription

Le chargement au titre du risque de souscription vie s'obtient en agglomérant les trois sous risques que nous venons de détailler.<sup>11</sup>

$$Life_{UC/L} = \sqrt{\sum_{r,c} CorrLife_{r,c} \times Life_r \times Life_c}$$

Avec les coefficients  $CorrLife_{r,c}$  de la matrice suivante :

<i>CorrLife</i>	<i>Mortalité</i>	<i>Longévité</i>	<i>Frais</i>
<i>Mortalité</i>	1		
<i>Longévité</i>	-0,25	1	
<i>Frais</i>	0,25	0,25	1

### III.4.3 Risque opérationnel

Le risque opérationnel reflète le risque de pertes liées :

-   des processus internes inadéquats ou défaillants ;
-   des  v nements relatifs soit au personnel, soit aux systèmes, soit à des objets externes.

Le risque opérationnel inclut le risque légal (risque de non-conformité de la réglementation) mais exclut les risques liés à la stratégie ou à la réputation<sup>12</sup>.

$$SCR_{op} = \min \{0.30 \times BSCR; \max \{OP_{premiums}; OP_{provisions}\} + 0.25 \times Exp_{ul}\}$$

Avec :

$Exp_{ul}$  = Montant des frais annuels (bruts de réassurance) relatifs aux UC ;

<sup>11</sup> Dans notre application, nous n'avons pas besoin de réaliser une distinction entre contrats en unité de compte ou pas. Notre SCR est donc évalué à partir de la formule standard reposant sur les contrats mono-supports sans unité de compte.

<sup>12</sup> La formule standard a été simplifiée par rapport au QIS5 car notre application ne contient pas de contrats Santé, ni UC, ni non vie.

$BSCR = SCR$  de base (dans notre cas, le  $SCR$  évalué en agglomérant les risques de marché et de souscription vie) ;

$$OP_{premiums} = \{0,04 \times Earn_{life} + \max(0; 0.04 \times \Delta Earn_{life})\}$$

$$OP_{provisions} = \{0,0045 \times TP_{life} + \max(0; 0.04 \times \Delta TP_{life})\}$$

Et les données brutes de réassurance suivantes :

<i>TPlife</i>	<i>Earnlife</i>
Total des provisions techniques de contrats vie	Total des primes acquises par les contrats vie

### III.4.4 SCR global

Après avoir évalué tous ces chargements pour tous les risques que nous avons identifiés, nous pouvons désormais agréger toutes ces informations pour obtenir le chargement global, ie le SCR global au niveau de notre organisme :

$$BSCR = \sum_{r,c} Corr_{r,c} \times SCR_r \times SCR_c$$

Avec la matrice de corrélation suivante :

<i>Corr</i>	<i>Marché</i>	<i>Vie</i>
<i>Marché</i>	1	
<i>Vie</i>	0,25	1

Par la suite, nous devons également prendre en compte le chargement au titre du risque opérationnel. Ceci nous permettra d'obtenir le montant d'exigence en fonds propres que devra respecter notre société :

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

Toutes ces formules standards nous ont permis d'obtenir le SCR global de notre société au 31/12/2009.

Calcul du SCR global		
<b>Risque opérationnel</b>	<i>SCR op</i>	95.348 €
<b>Risque de souscription</b>	SCR mort	34.590 €
	SCR long	209.197 €
	SCR frais	5.210 €
	<i>SCR life</i>	208.556 €
<b>Risque de marché</b>	SCR taux	666.844 €
	SCR action	107.019 €
	SCR illiquidité	62.675 €
	<i>SCR marché</i>	704.092 €
<b>SCR global</b>		<b>854.262 €</b>

### III.5. Autres informations

A ce stade, nous n'avons pas inclus de réassurance. Nous verrons un peu plus loin dans l'application que la réassurance sera envisagée dans la stratégie de pilotage des risques. Elle aura notamment pour impact la création d'un chargement supplémentaire lié au risque de défaut de contrepartie du réassureur.

Nous n'avons pas pris en compte le risque de rachat qui pourtant est loin d'être négligeable dans le cadre de l'activité d'assurance vie.

Nous avons pris cette décision car le choix inverse aurait engendré des complexifications au niveau de la modélisation de la société, notamment :

- la création d'une loi de rachat ;
- la prise en compte du risque de rachat dans le module du risque de souscription.

## IV. Mesure du profil de risque et de la métrique de performance

---

Nous venons de présenter la base de notre application, notamment en explicitant les hypothèses, l'activité et la situation financière de la société au 31/12/2009.

Nous allons maintenant entamer la mise en place du *Risk Appetite* au sein du pilotage des risques de la compagnie.

Pour cela, nous devons définir tout d'abord tous les éléments nécessaires à une mise en place efficace et fiable : contexte réglementaire, choix des risques étudiés, des outils et métriques utilisés, et quels sont les possibilités d'investissement envisagés pour atteindre les objectifs de développement imposés par la Direction.

### IV.1. Hypothèses

La mise en place du *Risk Appetite* nécessite de projeter le bilan à horizon choisi (en l'occurrence un an dans le cas de notre application) : on construit un bilan prévisionnel basé sur des scénarii et des business plan et on optimise le positionnement de l'entreprise par rapport à ses risques en fonction des hypothèses de développement qui ont été faites.

#### IV.1.1 Choix du pilotage des risques

La Direction de l'entreprise a décidé de travailler sur la richesse de l'entreprise et de la considérer comme métrique dans le cadre de la mise en place du *Risk Appetite*.

Nous allons donc travailler sur la *Net Asset Value* de l'entreprise, à horizon un an :

$$NAV = \text{Actif}_{\text{Valeur de marché}} - \text{Provisions Techniques}_{\text{Best Estimate}}$$

Elle a défini le niveau de *Risk Appetite* qu'elle allait imposer à sa société sur l'année d'exercice future. La Direction souhaite rester prudente et impose un niveau en capitaux propres au moins égale à 180 % du SCR de la société au même instant.

$$\text{Risk Appetite} = \{180 \% \times SCR < \text{Capitaux Propres}\}$$

Pour conclure, au 31/12/2009, la Direction définit le système qui va régir sur toute l'année d'exercice future (i.e. jusqu'au 31/12/2020) le processus de pilotage des risques susceptibles d'impacter notre société d'assurance. Ainsi, pour une projection à l'instant  $t$  et pour un pas d'étude d'un an, les objectifs de développement, le *Risk Appetite* et les contraintes se traduisent par le système suivant :

$$\begin{cases} \text{Max}[NAV_{t+1}] \\ \text{Sous Contrainte :} \\ \text{Capitaux Propres}_{t+1} \geq 180 \% \times SCR \end{cases}$$

Autrement dit, l'objectif donné aux opérationnels est de maximiser la NAV à horizon un an, tout en respectant la contrainte de posséder un niveau de capitaux propres au moins supérieur à 180 % du SCR de l'entreprise au même instant d'évaluation.

Il reste à traduire ce système à chaque enveloppe de risque au sein de la société, en lui attribuant *Risk Tolerance* et *Risk Limit*, et en définissant pour chaque enveloppe les métriques et les indicateurs clés qui permettront de faire le suivi de la réalisation des sinistres.

## **IV.1.2 Enveloppes de risque**

Nous avons choisi de ne traiter qu'une partie des facteurs de risque qui sont développés dans le QIS5.

Notre société commercialise uniquement des contrats d'assurance vie. Par conséquent, nous avons conservé le facteur de risque de souscription vie au détriment des facteurs non vie et santé.

De même, parmi tous les nombreux sous risques qui doivent être pris en compte dans l'évaluation du SCR d'après la segmentation des risques proposé par le QIS5, nous n'avons conservé que les risques qui nous semblaient les plus importants par rapport à la constitution de notre compagnie.

### ***IV.1.2.a Risque Temporaire Décès***

L'enveloppe de risque Temporaire Décès se charge du suivi des contrats Temporaire Décès. Nous avons considéré deux types de risques différents dans cette enveloppe :

- le risque de mortalité : en effet, une surmortalité impliquerait un versement de capitaux bien plus élevé que les prévisions qui ont permis d'évaluer les provisions techniques ;
- le risque de frais : la gestion des contrats et de la sinistralité implique des frais que nous avons matérialisés par un montant constant et unitaire par contrat souscrit.

### ***IV.1.2.b Risque Retraite***

De même, l'enveloppe de risque Retraite se charge du suivi des contrats de rentes viagères différées.

Cette enveloppe de risque est très similaire à celle de la Temporaire Décès, à ceci près que nous avons considéré le risque de longévité au lieu du risque de mortalité. En effet, lorsque l'assureur s'engage à verser des rentes viagères, le paramètre inconnu est l'instant de décès de l'assuré. Par conséquent, le risque que prend l'assureur au moment de la tarification concerne l'espérance de vie de l'assuré : plus l'assuré vit longtemps, plus l'assureur devra payer des rentes et plus il s'éloignera de la première estimation de ses provisions techniques.

### ***IV.1.2.c Risque de marché***

Comme décrit précédemment, notre entreprise a investi dans deux types d'actifs :

- les obligations : ils sont soumis au risque de taux ;
- les trackers indice : ils sont soumis au risque action.

Nous avons donc considéré ces deux risques dans cette enveloppe.

### **IV.1.3 Business Plan**

Nous avons créé une génération de contrats 2010 pour les deux types de contrats commercialisés par la société d'assurance.

#### **▪ Contrats Rente viagère**

Pour construire le portefeuille de police au 31.12.2009, nous avons utilisé un portefeuille existant.

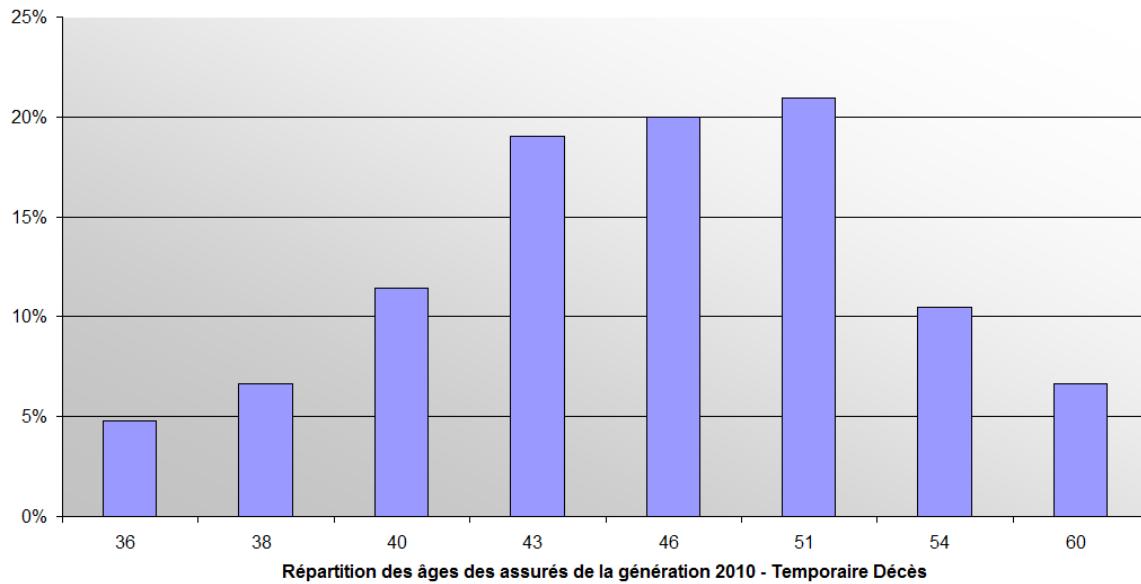
De la même façon, nous avons utilisé le portefeuille existant au 30.06.2010. Pour compléter l'année de souscription, nous avons utilisé les profils de souscription entre le 30.06.2009 et le 31.12.2009.

#### **▪ Contrats Temporaire Décès**

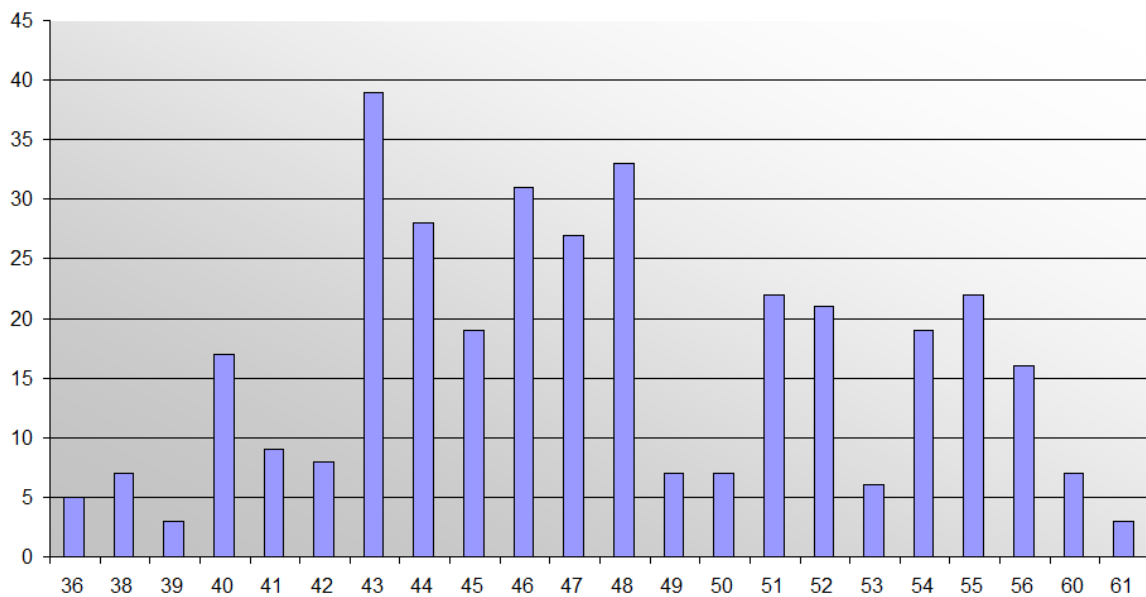
L'objectif de la société est de développer cette activité. Par conséquent, nous avons supposé que le nombre de contrat a augmenté entre 2009 et 2010.

Nous avons conservé le même taux d'augmentation utilisé pour la création du portefeuille existant au 31/12/2009. Nous avons également conservé les mêmes âges clés. Nous avons néanmoins élargi les âges de souscription possibles pour refléter l'élargissement de la cible client.

<i>Ages</i>	<i>Répartition assurés génération 2010</i>
36	5%
38	7%
40	11%
43	19%
46	20%
51	21%
54	10%
60	7%
<i>Total</i>	<i>100,00%</i>



Au 31/12/2010, nous avons un portefeuille qui est constitué de contrats dont les dates d'effet varient entre 2005 et 2010.



#### IV.1.4 Les possibilités d'investissement envisagées

Trois possibilités d'investissement sont envisagées. Pour rappel, l'objectif imposé par la direction est d'augmenter la NAV, tout en respectant le *Risk Appetite* qui se traduit par des fonds propres au moins égaux à 180 % du SCR réglementaire global.

##### IV.1.4.a Achat d'actifs

- Analyse du levier d'investissement

L'achat d'actif aura pour conséquence certaine d'augmenter considérablement la richesse (5NAV) de l'entreprise. Cependant, comme nous l'avons vu précédemment dans la description

du SCR de notre compagnie, le risque de marché est très friand en termes de montants de capitaux règlementaires.

Ainsi, investir dans l'actif aura également comme conséquence d'augmenter le SCR réclamé à notre société. Or cette conséquence va à l'encontre de l'optimisation de l'évaluation du capital règlementaire.

Le paramètre qui sera étudié dans le cadre de cette étude sera le taux d'investissement en actif risqué.

- **Objectif de l'étude**

L'enjeu de cet investissement est donc d'investir dans de l'actif pour augmenter la NAV de l'entreprise, tout en respectant les contraintes qui ont été imposées à l'enveloppe opérationnelle du risque de marché. Les managers en charge du risque de marché devront situer l'entreprise dans une position optimale de façon à éventuellement libérer un peu de capital attribué à l'investissement en capital pour un autre investissement et ainsi, optimiser les positions de l'entreprise dans le plus d'enveloppes de risque possibles.

#### ***IV.1.4.b Contrat de réassurance***

- **Description du levier**

La Direction de notre société envisage d'acheter un contrat de réassurance en quote-part pour couvrir le portefeuille existant au 31/12/2009 ainsi que la nouvelle génération de contrats 2010.

*Contrat de réassurance en quote-part :*

Méthode de transfert des risques proportionnelle : pour un taux de cession de x %, x% des montants des sinistres sera à la charge de la cédante, mais elle perdra également x % des primes qui devront être reversées au réassureur.

La couverture a donc une durée quinquennale. Cependant la Direction se demande quel taux de couverture elle doit prendre, et l'impact du rating de la compagnie d'assurance sur le capital règlementaire de la compagnie.

En effet, la signature du contrat de réassurance va permettre de diminuer le risque de mortalité qui peut impacter notre compagnie. Mais le transfert du risque de mortalité vers le réassureur engendre un nouveau facteur de risque : le risque de défaut de contrepartie, qu'il faudra également évaluer et prendre en compte dans le SCR.

Le paramètre que l'on cherche donc à optimiser est le taux de cession du contrat de réassurance.

- **Intervention du risque de défaut de la contrepartie**

La signature du contrat de réassurance engendre la prise en compte d'un nouveau facteur de risque : le risque de défaut de contrepartie.

Risque de contrepartie :

Risque des pertes possibles liées à un défaut inattendu ou, une détérioration de la situation financière des contreparties et débiteurs de garanties d'assurance pour les douze mois suivants.

▪ **Formule générale**

Pour l'évaluation du SCR du risque de défaut, nous avons utilisé la formule standard du QIS5. Le QIS5 précise qu'il existe deux types de risques de défaut de contrepartie :

- le type 1 comprend toutes les expositions qui ne peuvent pas être diversifiées et où la compagnie est susceptible d'être notée : les arrangements de réassurance, de titrisation, et tous les autres contrats de réduction des risques d'assurance, le cash à la banque, etc.
- le type 2 comprend toutes les expositions susceptibles d'être diversifiées et non notées : les assurés, les créances intermédiaires, etc.

	<i>Classe 1</i>	<i>Classe 2</i>
<i>Exposition aux risques</i>	Non diversifiable	Diversifiable
<i>Rating</i>	Noté	Non noté
<i>Exemples</i>	Arrangements de réassurance Titrisation Etc.	Assurés Créances intermédiaires Etc.

Le SCR de contrepartie s'obtient grâce aux SCR de ces deux types de risque de défaut :

$$SCR_{Def} = \sqrt{SCR_{Def,1}^2 + SCR_{Def,2}^2 + 1,5 \times SCR_{Def,1} \times SCR_{Def,2}}$$

Avec :

$SCR_{Def,1}$  = SCR de défaut de contrepartie de type 1 ;

$SCR_{Def,2}$  = SCR de défaut de contrepartie de type 2.

Dans notre application, nous ne prenons en compte que le risque de type 1, à savoir notre contrat de réassurance.

Le SCR correspondant s'obtient grâce à la formule suivante :

$$SCR_{Def,1} = \min\left(\sum_i LGD_i; q * \sqrt{V}\right)$$

Avec :

$LGD_i$  = Loss Given Default lors du défaut de la contrepartie i ;

$q$  = facteur quantile (choisi à 5 dans le QIS5);

$V$  = variance de la distribution de perte pour les risques de type 1.

Loss Given Default :  
Montant de la perte en cas de défaut de la contrepartie.

Pour le calcul de la variance de la distribution des pertes, on définit des variables de calcul :

$$\begin{array}{l}
 y_j = \sum_j LGD_j \\
 z_j = \sum_j (LGD_j)^2 \\
 \gamma = 0,25 ;
 \end{array}
 \Rightarrow
 \boxed{V = \sum_j \sum_k u_{j,k} \times y_j \times y_k + \sum_j v_j \times z_j}$$

Avec  $u_{i,j}$  et  $v_{i,j}$  qui ne dépendent que de la classe de rating ( $i$  et  $j$  parcourent toutes les classes de rating).

$$u_{i,j} = \frac{p_i \times (1 - p_i) \times p_j \times (1 - p_j)}{(1 + \gamma) \times (p_i + p_j) - p_i \times p_j} \quad \text{et} \quad v_{i,j} = \frac{(1 + 2\gamma) \times p_i \times (1 - p_i)}{2 + 2\gamma - p_i}$$

La probabilité de défaut  $p_i$  est estimée à partir des ratings attribués à l'organisme de réassurance :

Rating $i$	Credit Quality Step	$P_i$
AAA	1	0,002%
AA		0,01%
A	2	0,05%
BBB	3	0,24%
BB	4	1,20%
B	5	6,04%
CCC or lower	6, -	30,41%

### ▪ Application

Dans notre cas, il n'y a qu'une seule contrepartie à prendre en compte, le réassureur avec qui sera signé le contrat.

Le LGD équivalent est constitué :

- de la part des indemnités qui était à la charge du réassureur ;
- de la part des primes qui est versée au réassureur.

Par conséquent, notre SCR de risque de défaut de contrepartie repose sur la formule suivante :

$$SCR_{Def} = SCR_{Def,1}$$

$$\text{et } SCR_{Def,1} = \min(LGD; 5 \times \sqrt{V})$$

Nous avons ensuite inclus le SCR du risque de contrepartie dans le SCR global de la société, via la matrice de corrélation proposée dans les spécifications techniques QIS5 :

$$SCR = BSCR + SCR_{Op}$$

Le BSCR qui s'obtient grâce à la formule suivante :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j}$$

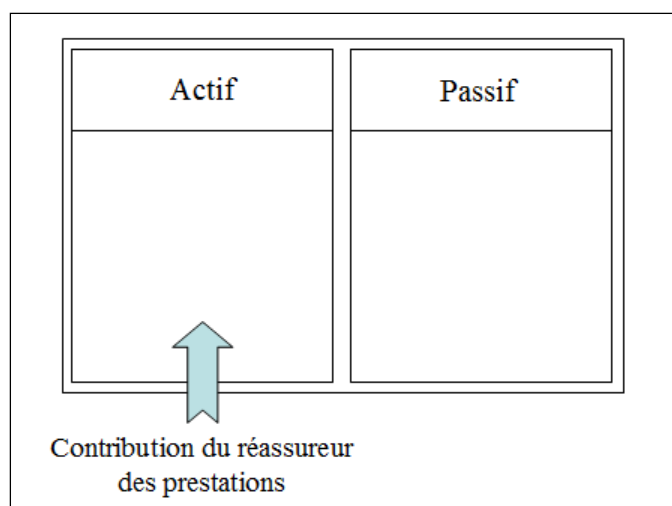
Avec, pour i et j des facteurs de risques pris en compte par la société, y compris le risque de défaut de contrepartie, et les coefficients de corrélation décrits dans la matrice suivante :

CorrSCR	SCR <sub>mkt</sub>	SCR <sub>def</sub>	SCR <sub>life</sub>	SCR <sub>health</sub>	SCR <sub>nl</sub>
SCR <sub>mkt</sub>	1				
SCR <sub>def</sub>	0,25	1			
SCR <sub>life</sub>	0,25	0,25	1		
SCR <sub>health</sub>	0,25	0,25	0,25	1	
SCR <sub>nl</sub>	0,25	0,5	0	0	1

Normalement, à la formule du BSCR ci-dessus devrait se rajouter le SCR pour le risque des actifs intangibles :  $SCR_{intangibles}$  (nouveau QIS5). Dans le cadre de notre application, nous avons supposé que nous ne possédions pas d'actif intangible.

#### ▪ Traitement comptable du contrat de réassurance

Pour chaque valeur de taux de cession étudiée, nous avons comptabilisé le contrat de réassurance en ajoutant dans les actifs de notre société au 31/12/2009 la contribution de l'organisme de réassurance dans la projection des indemnités, au taux de cession choisi.



#### ▪ Objectif de l'étude

Le contrat de réassurance aura pour conséquence de réduire le SCR de souscription, et plus particulièrement le SCR de mortalité car le contrat de réassurance porte sur le contrat Temporaire Décès. Le SCR global va donc avoir tendance à diminuer dans un premier temps. Dans un second temps, le poids du SCR de défaut de contrepartie va compenser la diminution du SCR de mortalité et aura tendance à faire augmenter le SCR global.

L'objectif de l'étude de ce levier d'investissement est d'observer le comportement du SCR global de la société, ainsi que la NAV, en fonction du taux de cession du contrat de réassurance.

Nous avons donc séparé cette étude en deux parties : une partie reposant sur l'impact du rating, et l'autre sur le taux de cession.

#### *IV.1.4.c Augmentation de la marge technique sur les contrats Temporaire Décès*

#### ▪ Description du levier

Nous avons supposé que la Direction souhaitait augmenter la marge technique effectuée sur les contrats Temporaire Décès.

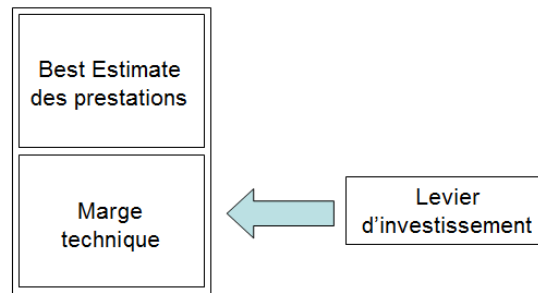
Pour rappel, la marge technique dans la tarification originale est de 3 % du capital garanti.

L'augmentation de la marge de l'assureur implique l'augmentation des primes, qui se décompose en un Best Estimate des engagements, et d'une marge technique qui revient à l'assureur<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> On ne se place pas dans le référentiel des normes IFRS qui nécessiterait une autre décomposition des primes : Best Estimate des engagements, Risk Margin et Residual Margin.

## Décomposition de la prime

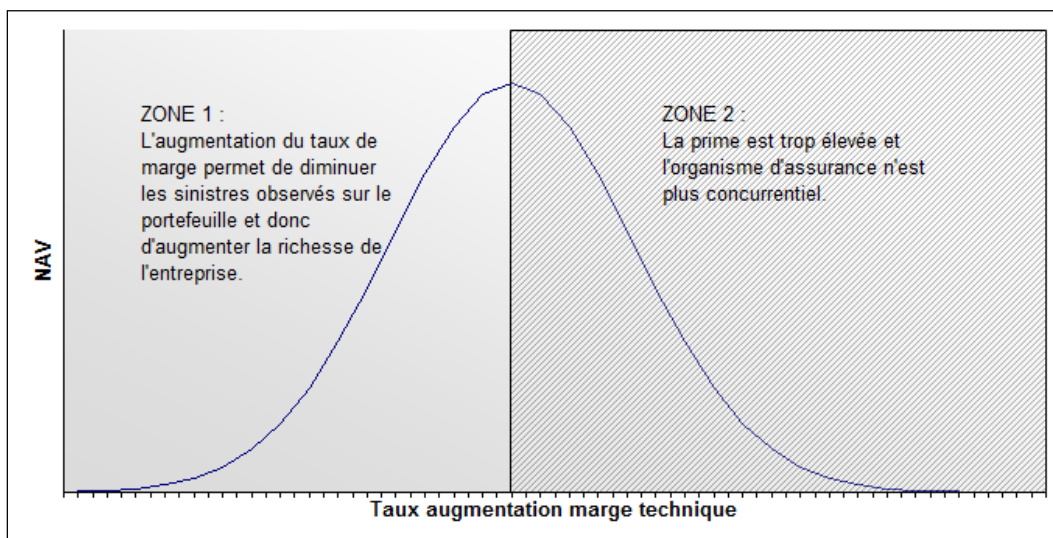


Le paramètre qui va être étudié au cours de cette étude sera le taux d'augmentation appliqué à la marge technique.

### ▪ Principe général

Ce levier d'investissement n'est pas incohérent. En effet, si une anti sélection est constatée sur l'ensemble du portefeuille, une des solutions est d'augmenter le niveau de prime : cette décision pourra avoir comme conséquence la diminution du nombre de contrats vendus et l'exclusion des nouvelles générations de contrat les mauvais risques.

Cependant, une forte augmentation de la marge technique aura un fort impact sur la vente des contrats. Nous avons donc pris en compte un lien convexe entre les deux paramètres : % d'augmentation de la marge technique / nombre de contrats vendus.



De même, nous voulons prendre en compte un lien entre le taux d'augmentation de la marge technique et la diminution de la sinistralité.

Néanmoins cette hypothèse est forte et sera à l'origine d'un test de sensibilité du SCR afin de contrôler l'impact de la diminution de la sinistralité en fonction de l'augmentation de la marge technique.

Cette vision que nous venons de développer explique pourquoi il est crucial de bien réfléchir à l'impact du taux d'augmentation qui sera choisi.

## ▪ Application

Pour l'étude de ce levier d'investissement, nous avons dû modéliser une loi permettant de relier l'impact du taux d'augmentation de la marge technique avec les deux autres paramètres étudiés, à savoir le nombre de souscriptions, et le montant des prestations futures.

## ▪ Choix des paramètres

Le contrat sur lequel nous appliquons l'augmentation de la marge technique est un contrat d'assurance vie. Nous avons donc supposé que l'impact de l'augmentation de la marge technique n'aurait pas un impact aussi important que dans le cadre d'un contrat d'assurance non-vie où les assurés auraient tendance à être plus prudent ou à ne pas déclarer les sinistres à prestations faibles.

En revanche, nous avons supposé que l'augmentation des tarifs aurait un impact particulier :

- en dessous d'un certain seuil, le nombre de contrats vendus en 2010 est faiblement impacté ;
- au-delà de ce seuil, l'impact au niveau des contrats souscrit est plus lourd et se fait de plus en plus important.

Nous avons décidé de choisir une fonction d'élasticité de la forme d'une distribution de la loi de Weibull (voir annexe pour le descriptif de la loi de Weibull).

Cette fonction nous permet de matérialiser les deux hypothèses que nous avons faites sur la génération de contrats 2010 en appliquant un certain pourcentage à la sinistralité ou à la prime perçue pour chaque année de projection.

**Remarque importante :** Le choix de cette fonction d'élasticité est une hypothèse que nous avons faite dans le cadre de la réalisation de ce mémoire. Il ne s'agit pas d'une pratique actuarielle courante.

L'hypothèse de l'impact sur la sinistralité est une hypothèse forte.

Même si les paramètres de Weibull choisis sont faibles, nous avons réalisé une étude de sensibilité sur l'impact au niveau du SCR.

Nous avons donc réalisé une étude avec pour seule conséquence une diminution des contrats vendus, sans impact au niveau de la sinistralité (ce qui peut être vérifié dans le cas de contrats d'assurance vie).

### Impact sur le nombre de souscriptions en 2010

Afin de modéliser la diminution des contrats vendus sur la génération 2010, nous avons appliqué un taux au niveau des primes acquises par année de projection.

Afin de créer un lien entre le taux d'augmentation de la marge, avec la perte au niveau de la prime acquise, nous avons utilisé une loi de Weibull avec les paramètres suivants :

$$TauxchutePrimes = 1 - e^{-\left(\frac{TauxAugmentationChargement}{\lambda}\right)^k}$$

avec  $\begin{cases} \lambda = 0,5 \\ k = 2 \end{cases}$

### Impact sur la sinistralité

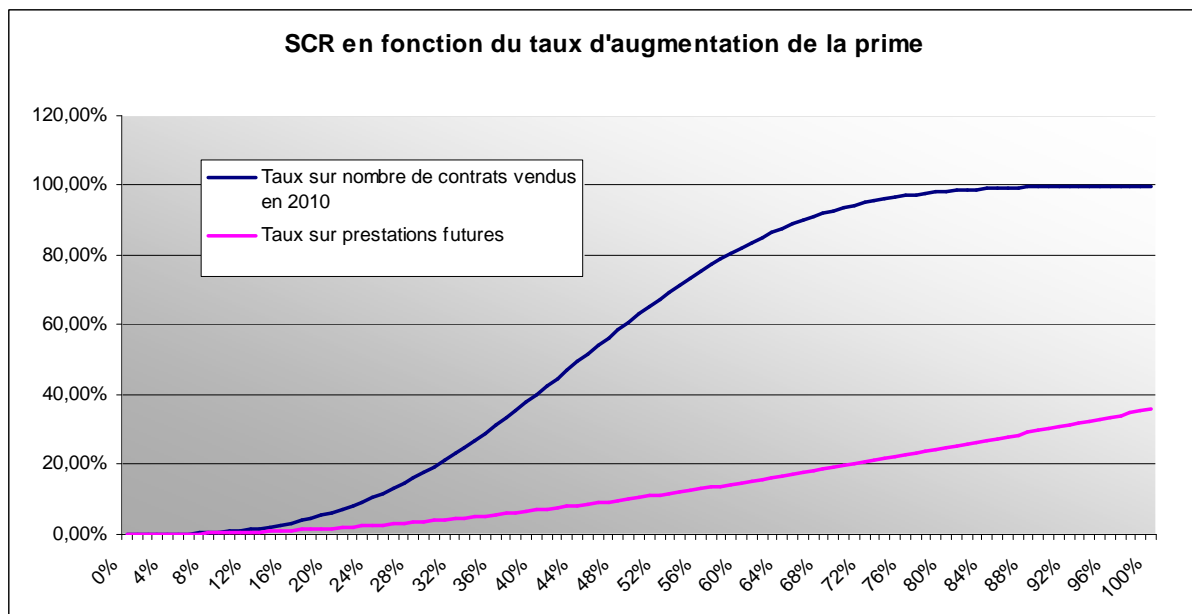
De même, afin de créer un lien entre le taux d'augmentation de la marge avec la diminution de la sinistralité, nous avons utilisé une loi de Weibull, avec des paramètres différents :

$$TauxchutePrimes = 1 - e^{-\left(\frac{TauxAugmentationChargement}{\lambda}\right)^k}$$

avec  $\begin{cases} \lambda = 1,5 \\ k = 2,5 \end{cases}$

### Comparaison des impacts

Grâce à ces distributions, nous avons pu créer un lien entre l'augmentation de la marge technique, et l'impact au niveau du nombre de contrats vendus en 2010 et du montant de prestations futures.



La courbe des taux d'impact sur le nombre de contrats de la génération décrit bien notre volonté d'avoir un impact d'avoir progressif puis de plus en plus lourd pour la génération 2010.

De même, nous constatons que l'impact sur les prestations futures reste très discret par rapport à la perte liée à la diminution de contrats vendus en 2010.

- **Particularité de l'étude de ce levier d'investissement**

La mise en place de cette étude a représenté de nombreuses difficultés techniques. En effet, du fait de notre volonté de créer des liens entre les trois paramètres (marge technique, nombre de souscriptions, sinistralité), nous avons dû prendre en compte l'impact de la modification de la marge technique à plusieurs niveaux. Le taux d'augmentation de la marge technique a effectivement un impact sur :

- le SCR du risque de mortalité : il y a moins de contrats souscrits, et moins de sinistralité. Par conséquent, le chargement au titre du risque de mortalité est doublement impacté ;
- le SCR du risque de frais : le chargement au titre de ce risque est calculé à partir du montant de prime acquise au cours de l'année d'exercice ;
- le SCR opérationnel : de part sa formule standard, le chargement au titre du risque opérationnel est relié également aux primes acquises au cours des années d'exercices ;
- le SCR de risque de taux : le risque de taux inclus la différence d'évaluation du Best Estimate des prestations. Par conséquent, du fait de la diminution des contrats vendus en 2010 et des prestations sur ces mêmes contrats, le chargement au titre du risque de taux est impacté ;
- les provisions techniques : basées sur une estimation des prestations futures, elles sont également impactées.

<i>Impact direct</i>	<i>Augmentation de la marge technique</i>	<i>Diminution des contrats vendus en 2010</i>	<i>Diminution de la sinistralité sur les contrats 2010</i>
SCR risque frais	x		
SCR risque mortalité		x	x
SCR risque opérationnel	x	x	
SCR risque de taux		x	x
Provisions techniques		x	x

Par conséquent, le changement du taux de marge technique impacte globalement tout le chargement original pour la plupart des risques que nous avons considérés.

#### ▪ Objectif de l'étude

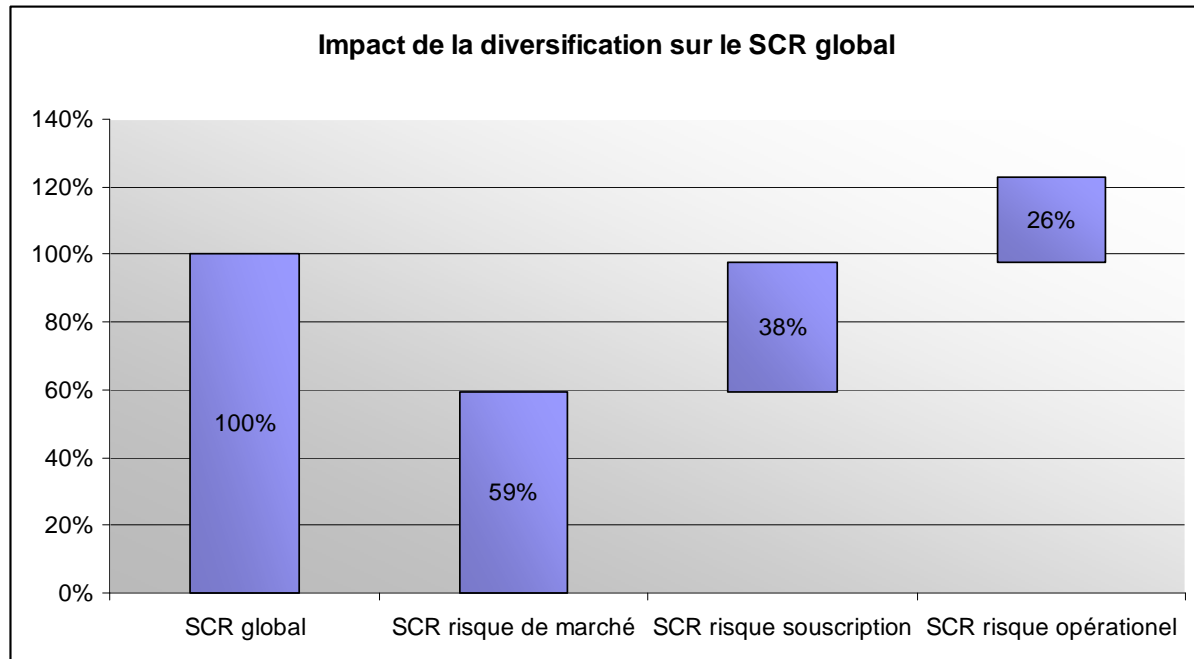
Nous cherchons à étudier le comportement du SCR de souscription, et plus précisément de mortalité, ainsi que celui de la NAV de la société en fonction du taux d'augmentation de la marge technique.

Comme pour le levier d'investissement basé sur l'achat d'un contrat d'assurance, nous allons également essayer d'interpréter et déduire de la courbe de la NAV en fonction du SCR global le meilleur taux d'augmentation à choisir en fonction des objectifs qui ont été définis et de la traduction du *Risk Appetite*.

## IV.2. Application numérique et résultats

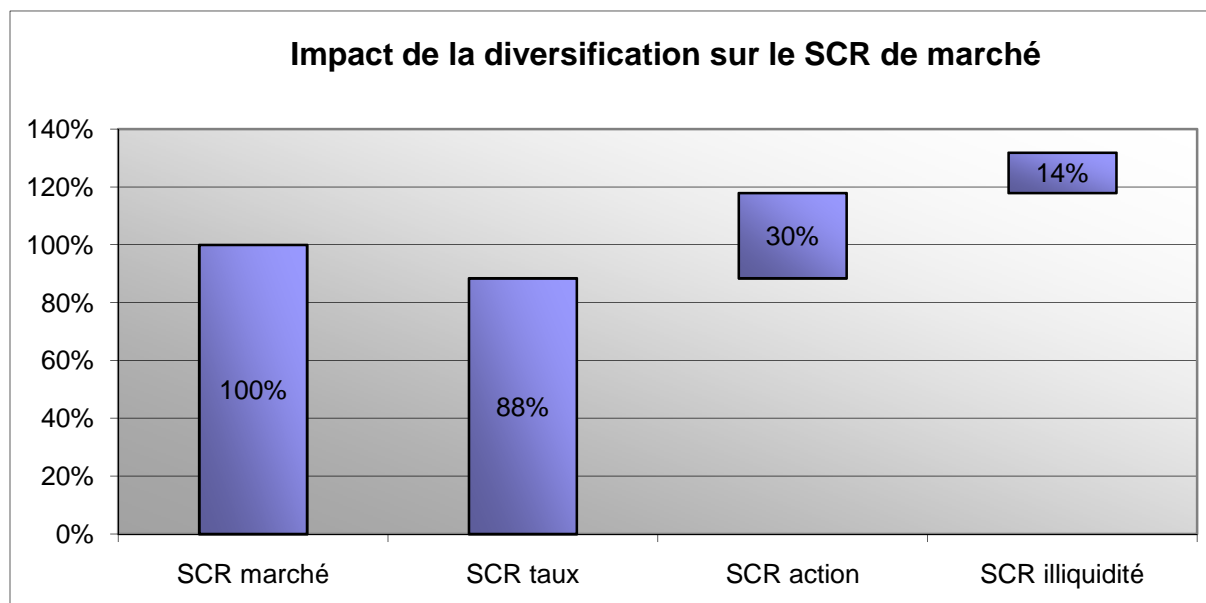


Les effets de la diversification s'obtiennent en comparant les évaluations des SCR pour chacun des facteurs des risques obtenues avec les SCR global de la société.



Même en ayant conservé uniquement trois facteurs de risque, nous pouvons constater sur le graphique ci-dessus les effets de la diversification : en effet, en sommant l'apport au niveau du SCR global le SCR pour chaque facteur de risque, l'exigence en capital excède le montant réclamé par le SCR sous Solvabilité<sup>2</sup>.

L'effet de la diversification peut également se voir au niveau d'une étude au sein d'un seul facteur de risque. Prenons par exemple le risque de marché. Comme nous l'avons explicité précédemment, le risque de marché est composé du risque de taux et du risque action.



Ces premiers éléments de l'application permettent d'ores et déjà de constater l'intérêt qui se cache derrière la diversification des risques : sans la prise en compte des matrices de corrélation qui permettent d'obtenir le SCR, notre entreprise aurait dû constituer un capital 123 % supérieur au SCR calculé selon les formules standard proposées par le QIS5.

Le *Risk Appetite* que nous allons appliquer sur la société va donc permettre d'utiliser un peu plus en profondeur les bénéfices de cette diversification pour adopter une stratégie dans les pilotages des risques.

### **IV.2.3 Traduction du *Risk Appetite* en *Risk Tolerance***

Nous avons opté pour la méthode dite proportionnelle de traduction du *Risk Appetite* au niveau opérationnel. Nous avons donc déterminé trois *Risk Tolerance*, un pour chaque facteur de risque que nous avons détecté.

<i>Risk Appetite</i>		881 386 €
	Risque opérationnel	221 880 €
	Risque de souscription	352 761 €
	Risque de marché	514 878 €
SCR global		489 659 €

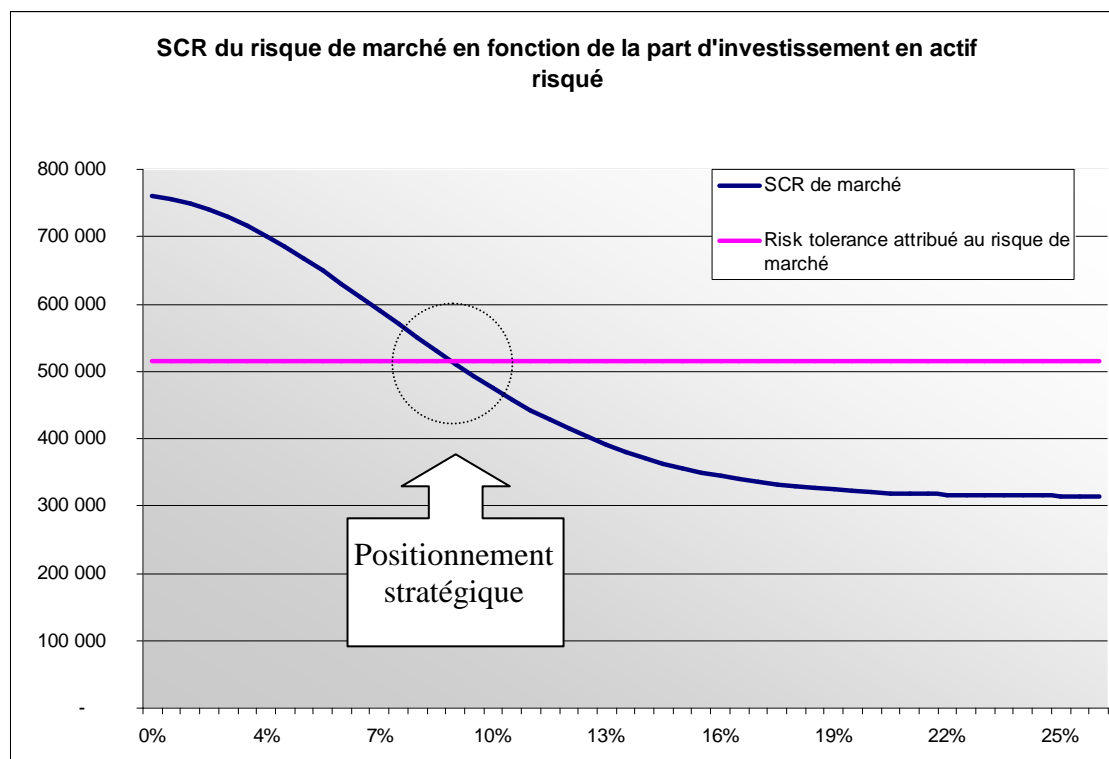
### **IV.2.4 Leviers d'investissement**

Compte tenu des limites ainsi imposée au niveau de chaque cellule de gestion des risques, nous pouvons désormais étudier le comportement du SCR global de la société en fonction des contraintes qui ont été imposées.

#### **IV.2.4.a Investissement sur les actifs**

Nous pouvons d'ores et déjà prévoir le comportement du SCR global et de la NAV de l'entreprise en fonction du % d'investissement en actif risqué.

Plus l'entreprise investira en actif, plus la NAV sera augmentée. Le facteur limitant à cet investissement sera la limite en termes de SCR qui a été imposée au niveau opérationnel.



On constate un point d'inflexion sur la courbe. Ce point matérialise un changement de concavité.

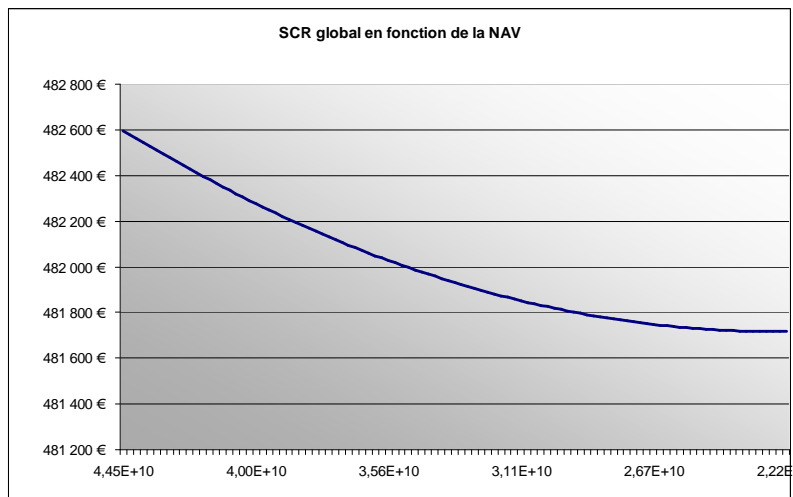
D'un point de vue stratégique, il vaut mieux investir au maximum du capital disponible. Ceci aura pour conséquence d'augmenter fortement la NAV, et d'atteindre le maximum qui a été imposé au risque de marché du point de vue du *Risk Tolerance*.

#### **IV.2.4.b Achat d'un contrat de réassurance**

##### Etude du rating du réassureur

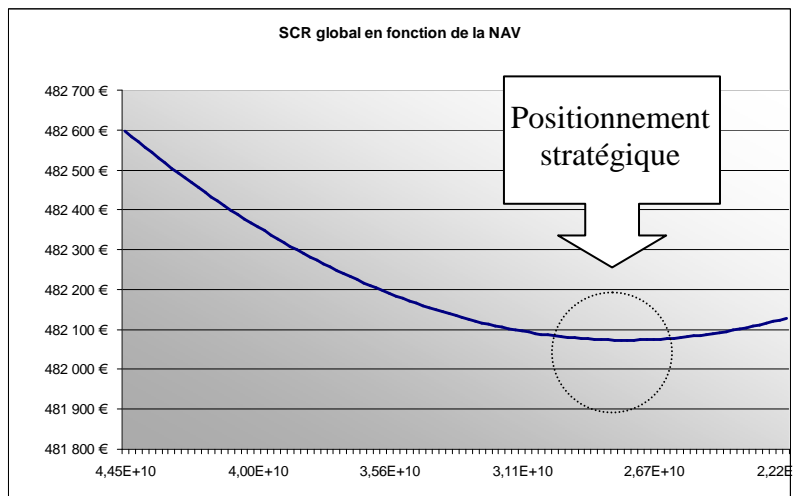
Nous avons tracé les courbes du SCR global de la société en fonction de la NAV, en utilisant comme paramètre le rating de la compagnie de réassurance.

Nous avons sélectionné quatre cas qui nous ont semblés intéressants.



### Cas 1 : Rating AAA

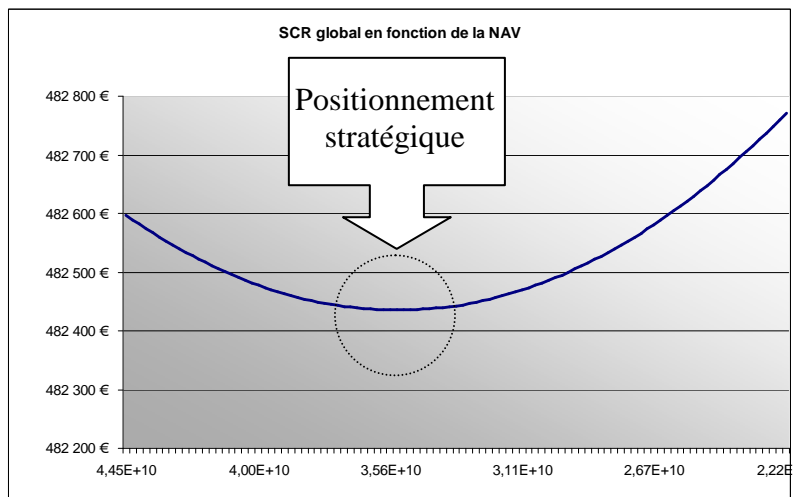
Le risque de défaut est très faible car le réassureur admet un très bon rating. Dans ce cas particulier, on a une NAV qui décroît avec le taux de cession au réassureur. Le positionnement conseillé à partir de ce graphe serait donc de ne pas souscrire de contrat de réassurance.



### Cas 2 : Rating A

L'impact du risque de défaut commence à se faire ressentir au niveau du SCR global de la société.

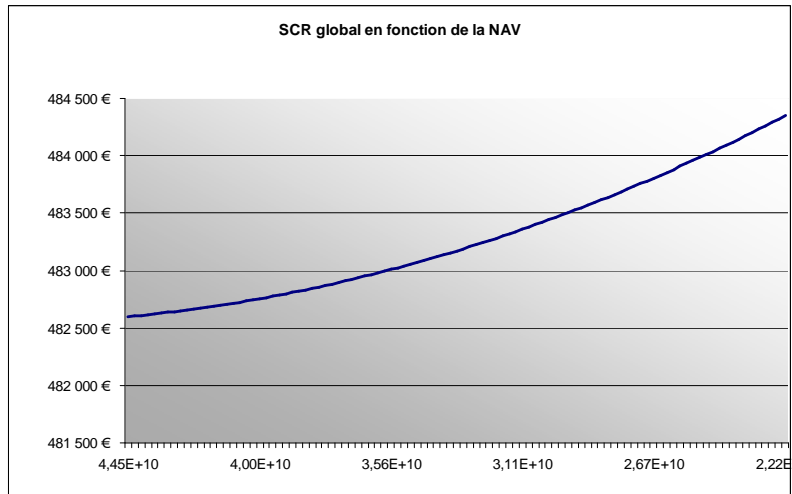
Un positionnement stratégique apparaît sur ce graphique : il est possible, dans le cas d'un transfert de risque vers un réassurance raté A de minimiser le SCR global en fonction de la NAV.



### Cas 3 : Rating BBB

On observe une fois de plus un positionnement stratégique qui permettrait de minimiser le SCR global.

Cependant, ce positionnement est moins intéressant que dans le cas de rating car la NAV correspondant au positionnement stratégique est plus faible que dans le cas 2.



#### Cas 4 : Rating BB

Cette application montre l'exemple d'un transfert de risque très peu optimal car le chargement en capital lié au risque de défaut du réassureur annule l'impact positif du transfert de risque au niveau du SCR global.

L'intérêt de cette étude est d'observer quelle stratégie pourrait permettre de réduire le SCR global de la société et d'augmenter le capital disponible pour les investissements et les autres leviers tels que l'achat en actifs.

En conclusion, deux cas particuliers pourraient être intéressants pour l'entreprise :

- un réassureur de rating A ;
- un réassureur de rating BBB.

Dans le premier cas, le SCR global sera amoindri, mais la part de risque transféré sera faible (taux de cession faible).

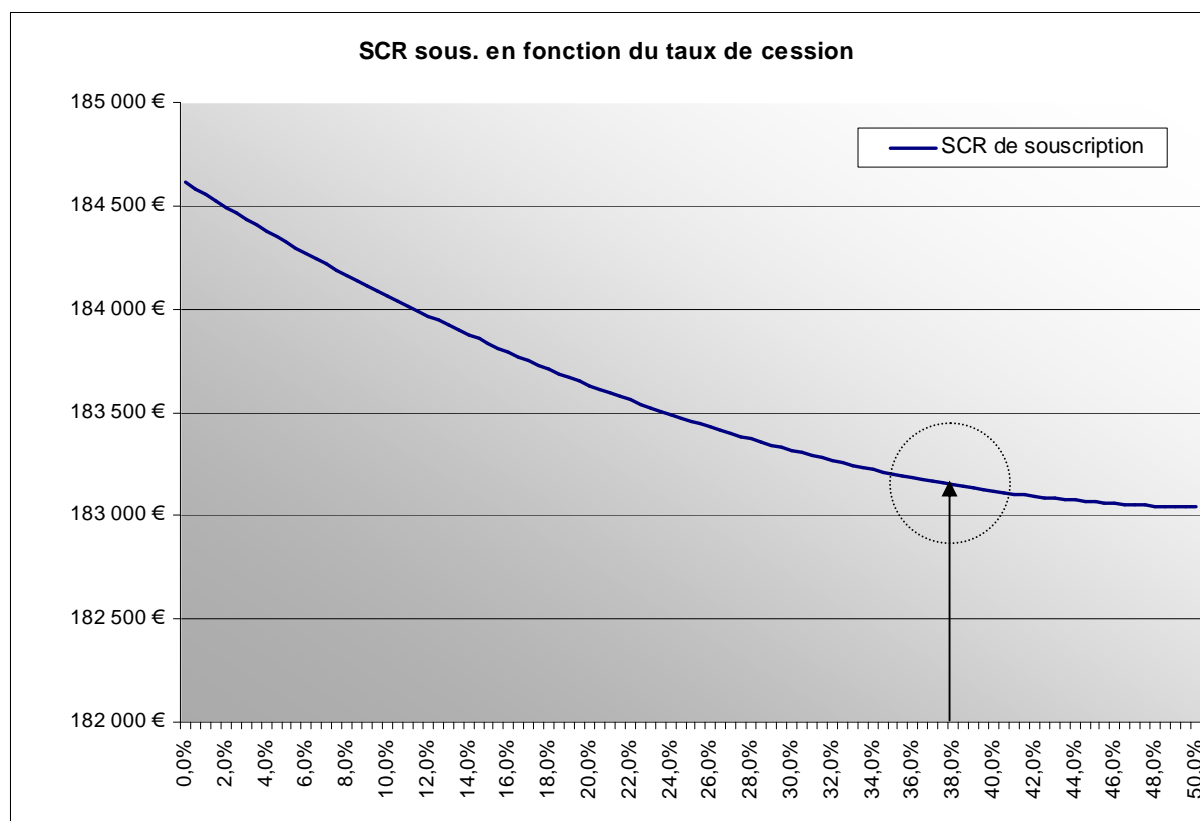
A l'inverse, dans le deuxième cas, une plus grande partie du risque sera transférée, mais le niveau de SCR global sera légèrement supérieur.

Le Risk Manager en charge de cette étude devra donc faire un choix entre ces deux stratégies.

Dans notre cas, et pour la suite de notre étude, nous conserverons une stratégie de réassureur au rating A pour les raisons évoquées ci-dessus.

#### Etude du taux de cession

Le rating du réassureur n'aura pas d'impact au niveau du comportement global du chargement en capital lié au risque de mortalité. Ainsi l'impact du transfert des risques n'est pas compensé par un autre phénomène.



En alliant les deux études, on sait que pour un rating A du réassureur, la position stratégique s'obtient pour un taux de cession de 38%, représenté sur le graphique ci-dessus.

On constate que ce point positionne le SCR de souscription proche du palier, tout en permettant de minimiser le SCR global de la société. Cette décision semble donc être optimale d'un point de vue du pilotage stratégique des risques de l'entreprise.

Néanmoins, il existera en réalité d'autres contraintes qui encadreront la gestion des risques de notre société. Par exemple, la Direction peut accorder un taux de cession maximal de 20%, afin de préserver une partie de ses primes. Dans ce cas, il faudra étudier en fonction de ce taux maximal quel rating pourrait être optimal du point de vue du SCR global de l'entreprise.

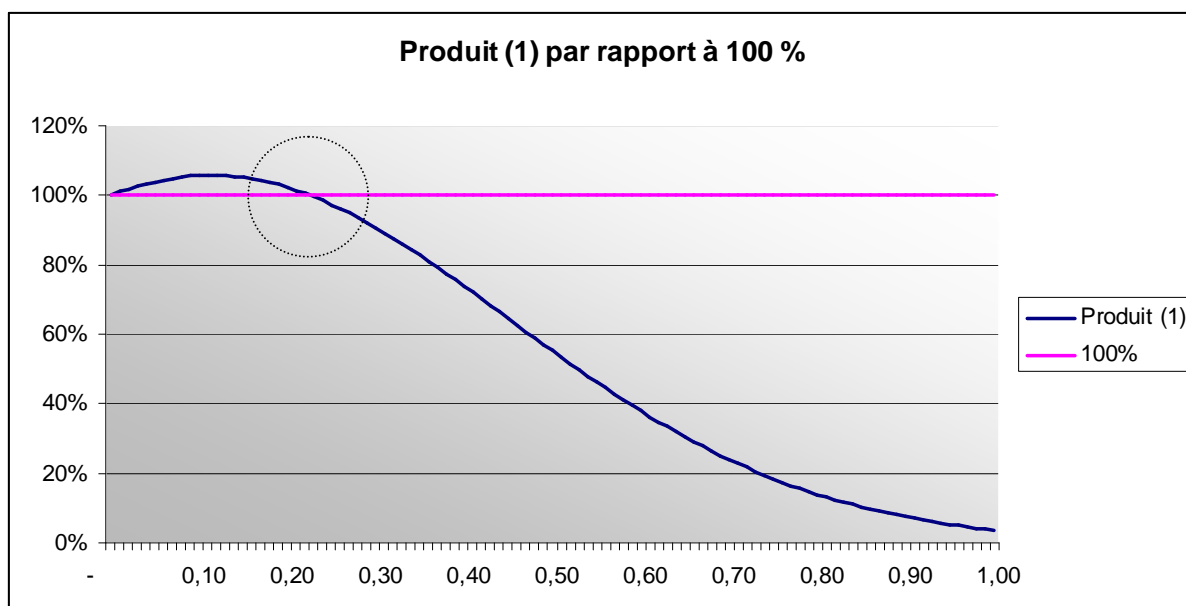
#### *IV.2.4.c Etude de l'Impact de l'augmentation de la marge technique*

##### *Remarque sur les taux*

Avant d'interpréter l'impact du taux d'augmentation de la marge technique sur le SCR global et la NAV de l'entreprise au 31/12/2010, nous allons tout d'abord nous intéresser au produit suivant :

$$(1) : (1 + \text{TauxAugmentationMargeTechnique}) \times (1 - \text{TauxChuteContratsVendus})$$

Ce produit est intéressant car il correspond au facteur qui est introduit dans l'évaluation des primes acquises pour chaque année de projection.



Jusqu'à un taux d'augmentation de la marge technique de 24 %, le produit appliqué à la prime acquise est supérieur à 1 : cela indique que l'augmentation de la prime n'est pas encore compensée par la diminution des contrats vendus sur la génération 2010.

Au-delà de ces 24 %, on applique à la prime acquise un taux qui est inférieur à 1. Par conséquent, le flux de trésorerie entrant diminue. Si la société souhaite augmenter de plus de 24 % sa marge technique, elle devra se concentrer sur le comportement du SCR en fonction de la diminution de la sinistralité et du nombre de contrats vendus afin de trouver une position stratégique.

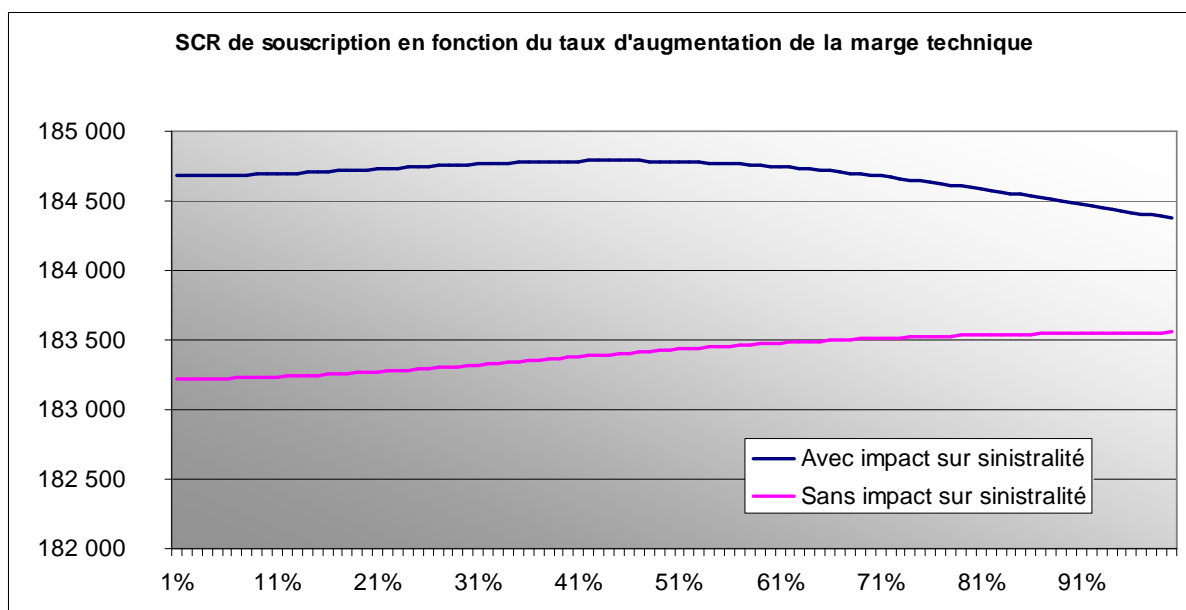
#### Test de sensibilité de l'hypothèse d'impact sur la sinistralité

Comme nous l'avons précisé précédemment, nous avons réalisé un test sur la sensibilité de l'hypothèse d'impact de l'augmentation de la marge technique sur la sinistralité, afin de vérifier si l'hypothèse, pas forcément triviale dans le cadre d'une activité d'assurance vie, ne provoquait pas des résultats aberrants.

Nous avons donc comparé plusieurs éléments de la situation financière de l'entreprise, pour les deux scénarii suivants :

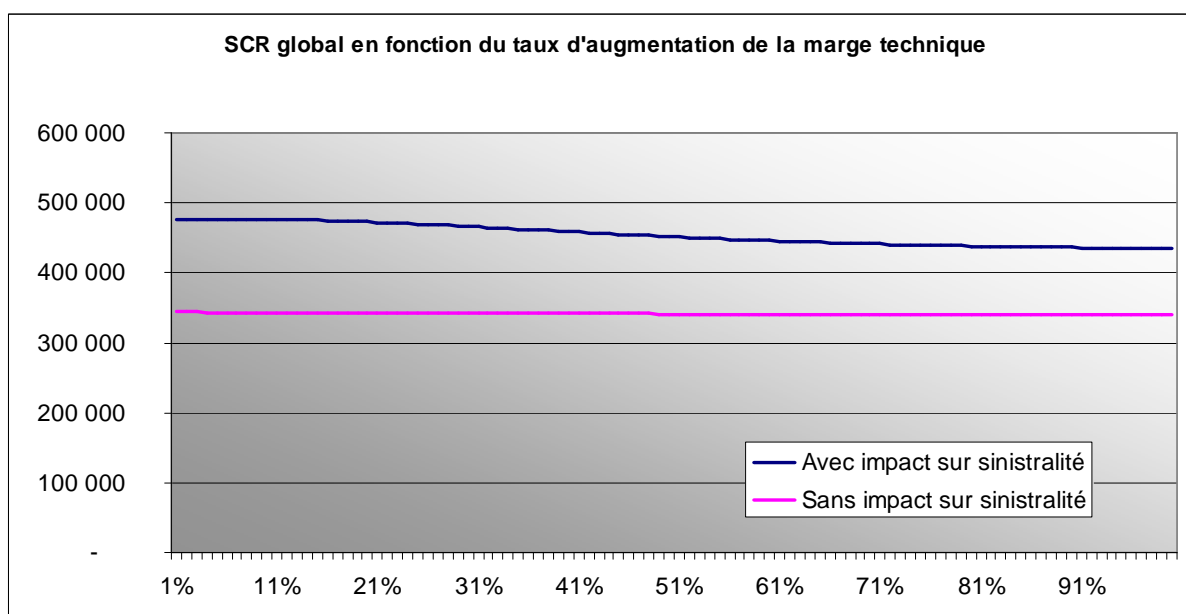
- une hausse de la marge technique entraîne uniquement une diminution du nombre de contrats vendus ;
- une hausse de la marge technique impacte le nombre de contrats vendus en 2010 et la sinistralité des contrats souscrits en 2010.

Nous nous sommes d'abord intéressés au SCR de souscription qui est directement impacté par le changement d'hypothèse via le risque de mortalité.



La première constatation repose sur l'écart entre les courbes. L'écart est maximal pour 1% d'augmentation de la marge technique (écart de 0,7%) et diminue avec le taux d'augmentation de la marge et les deux courbes.

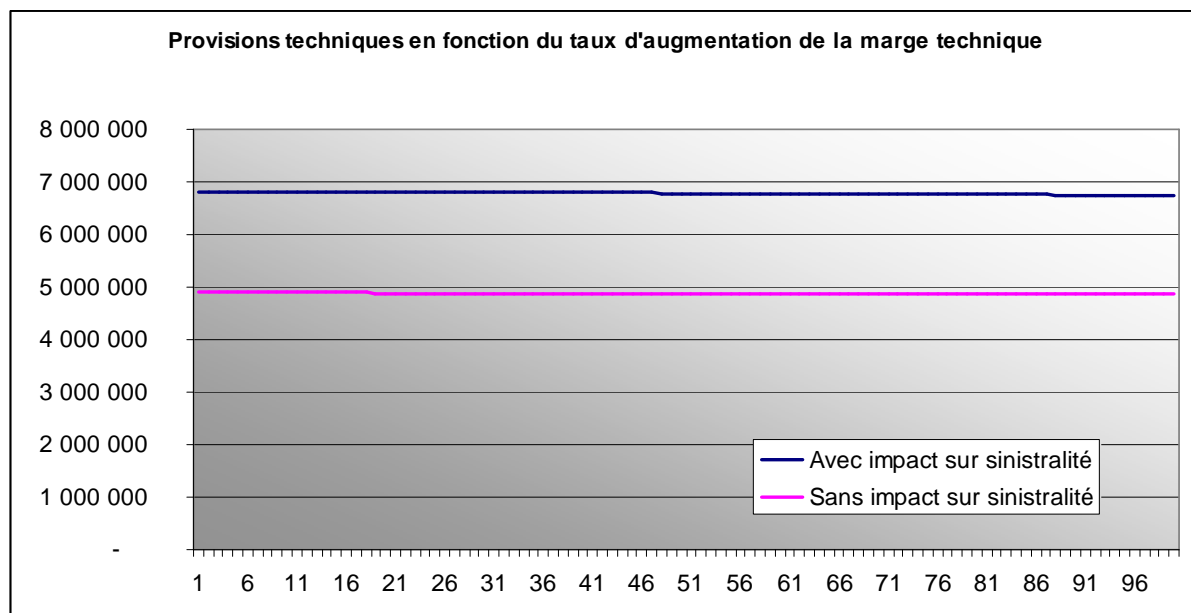
Les deux courbes ont la même tendance pour un taux inférieur à 20 %, se rapprochent au fur et à mesure et amenuisent l'écart. L'impact de l'hypothèse de l'impact sur la sinistralité semble négligeable devant le montant total de SCR de souscription, quel que soit le taux d'augmentation choisi.



L'impact le plus important se fait ressentir au niveau du SCR global : environ 27 % pour un taux d'augmentation faible.

Cette remarque permet de se rendre compte de l'impact au niveau des exigences en capital de certaines hypothèses. Ainsi, la mise en place du *Risk Appetite* ne pourra être efficace que dans le cas où les hypothèses sont périodiquement vérifiées et suffisamment justifiées.

Néanmoins dans notre application, nous allons considérer que l'hypothèse est justifiée et nous tiendrons compte de l'impact sur la sinistralité.



Du point de vue des provisions techniques, l'impact peut également être considéré comme négligeable.

La tendance des courbes n'est pas modifiée par la prise en compte de l'hypothèse de l'impact de la sinistralité.

Ce test de sensibilité nous a permis de justifier pourquoi nous pouvions également étudier le lien entre l'augmentation de la marge technique avec la sinistralité constatée. En effet, il nous a semblé intéressant d'étudier l'évolution des états financiers de l'entreprise en se penchant sur un levier d'investissement qui pouvait avoir deux impacts.

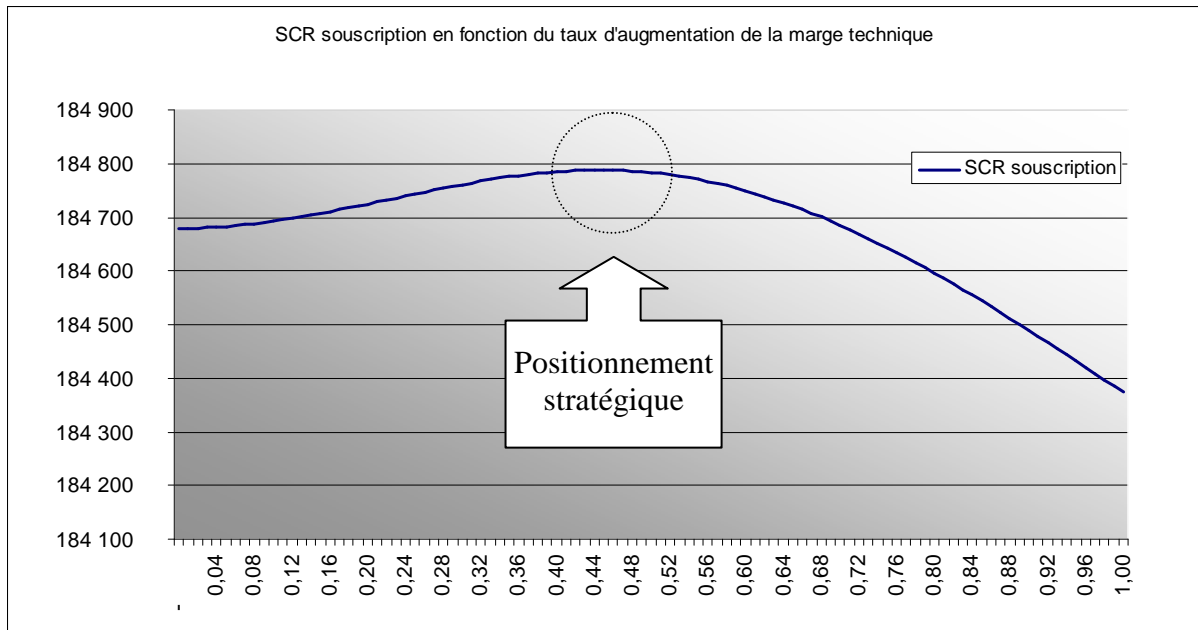
Qui plus est, dans une approche plus globale du mémoire, cette hypothèse devrait de toutes les manières être prise en compte dans le cadre d'une activité type non-vie.

#### Impact de l'augmentation de la marge technique

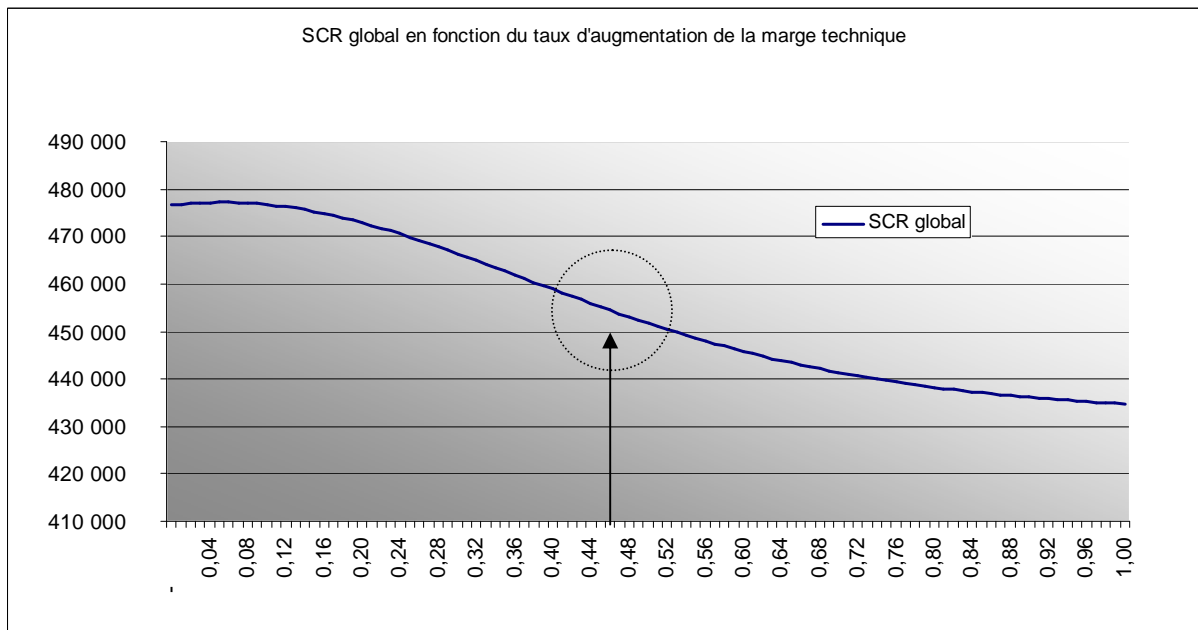
Nous avons donc conservé l'hypothèse de diminution de la sinistralité, en fonction du taux d'augmentation appliqué à la marge technique.

Nous avons tracé les courbes du SCR de souscription en fonction du taux d'augmentation de la marge technique, dans l'objectif d'observer des « positionnements stratégiques » permettant de situer la société dans une position optimale.

Il apparaît sur le graphique un point de positionnement qui maximise le SCR de souscription.

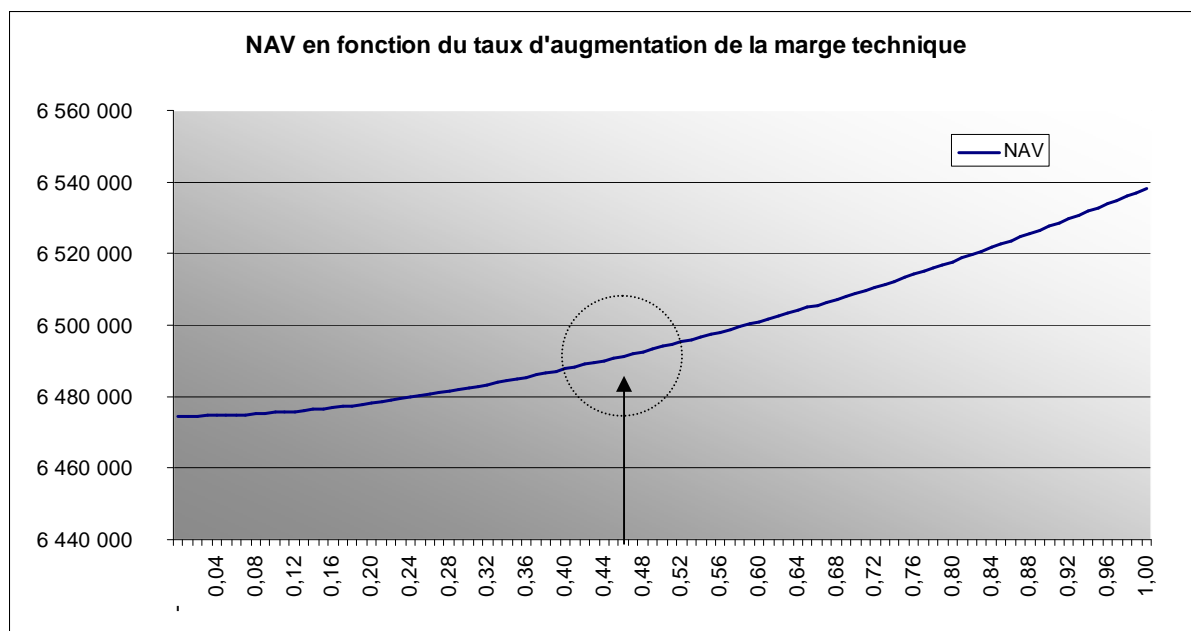


Ce positionnement est obtenu pour un taux d'augmentation de 45 %. Nous avons donc cherché à comprendre à quoi ce positionnement correspondait.



On constate que pour une maximisation du SCR de souscription, le SCR global n'est, quant à lui, pas maximal. Au contraire, en choisissant un taux d'augmentation de 45 %, on se situe sur la partie décroissante du SCR global de l'entreprise (effet de la diversification des risques).

Nous nous sommes intéressés à la NAV de l'entreprise pour ce taux de 45 %.



Là encore, on constate que pour un SCR de souscription maximal (et donc exploité entièrement), la NAV de l'entreprise est augmentée par rapport à une augmentation nulle.

Il apparaît donc que le choix d'une augmentation de 45 %, dans la mesure où les hypothèses sur les comportements des assurés au niveau de la sinistralité et des souscriptions sont proches de la réalité, permet d'augmenter la NAV et de diminuer le SCR global de l'entreprise.

Ce choix d'augmentation de la marge technique de 45 % est donc une position stratégique.

## IV.2.5 Optimisation de l'appétence au risque

L'étude réalisée dans la partie précédente - Leviers d'investissement – nous permet donc, en supposant que nos hypothèses de projection sont justes, de choisir quel sera le positionnement de la société, au 31/12/2009 par rapport à tous ses choix d'investissement.

Dans les cas des études de l'achat d'un contrat de réassurance et de l'augmentation de la marge technique, nous n'avons pas utilisé la totalité du capital qui était disponible au titre du risque de souscription. Nous allons donc tenter d'allouer le capital restant de façon à optimiser le *Risk Appetite*, sans laisser de capital disponible.

### IV.2.5.a Bilan stratégique prévisionnel au 31/12/2010

Résumons les positions stratégiques qui ont été repérées suite à l'étude des leviers d'investissement :

- achat d'actifs : 8,5 % du capital disponible en achat d'actif sera dédié à l'achat d'actifs risqués (trackers) ;
- achat d'un contrat de réassurance : réassureur de rating A avec un taux de cession de 38 % sur les contrats Temporaire Décès ;
- Augmentation de la marge technique : augmentation de 45 %.

En prenant en compte toutes ces positions stratégiques, nous avons pu évaluer le bilan prévisionnel et le SCR de la compagnie au 31/12/2010.

ACTIF		PASSIF	
		Capitaux propres	8.369.972
Actif (valeur de marché)		Provisions Best Estimate	6.672.281
15.931.291		Marge pour risque	889.038
<b>Total Actif</b>	<b>15.931.291 €</b>	<b>Total Passif</b>	<b>15.931.291 €</b>

En comparaison à notre bilan au 31/12/2009, on peut que ce bilan répond bien aux objectifs d'augmentation de la richesse de l'entreprise.

	31/12/2009	31/12/2010
<i>Net Asset Value</i>	8 543 310 €	9 259 010 €

Grâce aux positions stratégiques que nous avons pu déterminer, nous avons pu effectivement augmenter la NAV entre le 31.12.2009 et le 31.12.2010.

Calcul du SCR global		
<b>Risque opérationnel</b>	<b>SCR risque opérationnel</b>	<b>117 208 €</b>
<b>Risque de souscription</b>	SCR risque de mort	29 070 €
	SCR risque de longévité	185 096 €
	SCR risque de frais	6 520 €
	<b>SCR life</b>	<b>183 163 €</b>
<b>Risque de marché</b>	SCR risque de taux	444 415 €
	SCR risque action	133 557 €
	<b>SCR risque de marché</b>	<b>494 994 €</b>
<b>Risque défaut contrepartie</b>	<b>SCR risque de défaut</b>	<b>2 581 €</b>
<b>SCR global</b>		<b>666 460 €</b>

Au-delà de la simple étude des exigences en capital pour chacun des facteurs de risque, il est intéressant d'étudier la comparaison entre les exigences en fonds propres au 31/12/2009 avec les exigences prévisionnelles au 31/12/2010 suite à notre position stratégique.

	Au 31/12/2009	Au 31/12/2010
SCR risque opérationnel	94 798 €	117 208 €
SCR risque de souscription	196 914 €	183 163 €
SCR risque de marché	374 964 €	494 994 €
SCR global	539 581 €	666 460 €

Les chargements au titre des risques opérationnel et de souscription sont diminués grâce au contrat de réassurance.

On constate que l'effet de l'augmentation des primes ne compense pas la diminution du SCR de souscription apportée par l'achat du contrat de réassurance.

L'investissement en actifs représente le levier d'investissement le plus rentable afin d'augmenter la NAV de l'entreprise. En revanche le risque de marché est très friand du point de vue du chargement. Du fait de notre investissement en trackers et en obligations, le SCR au titre du risque de marché au 31/12/2010 dépasse celui au 31/12/2009 et impacte le SCR global prévisionnel.

Il est important de noter qu'entre le 31/12/2009 et le 31/12/2010, l'entreprise a également dû intégrer dans le SCR global un chargement au titre du risque de contrepartie qui participe également à l'augmentation du chargement en capital global sur l'année d'exercice future.

La contrainte de maximisation de la NAV devait se faire sous contrainte d'une exigence minimale en capitaux propres à un niveau de 180 % du SCR. Dans le cas de notre bilan prévisionnel au 31/12/2010, la condition est bien vérifiée. Par rapport au bilan au 31/12/2009, l'écart entre le niveau de capitaux propres et les 180 % du SCR imposés par la Direction ont d'ailleurs diminué, ce qui constitue d'ailleurs un exemple supplémentaire de l'optimisation des capitaux de l'entreprise.

#### **IV.2.5.b Allocation du capital disponible après positionnement stratégique**

En choisissant des positions stratégiques pour chaque levier d'investissement, tout le capital dédié au risque n'a pas été exploité. Par conséquent, il est possible d'optimiser d'avantage le capital disponible, par exemple en l'allouant à une enveloppe de risque le capital restant disponible.

Le choix de cette allocation pourra se porter sur un risque qui est par exemple peu friand en SCR, mais qui en revanche permet de fortement augmenter la NAV de l'entreprise. Dans ce cas là, l'investissement est rentable (ie une forte augmentation de la NAV pour une faible augmentation du SCR par exemple) dans la mesure où les contraintes d'investissement (dans notre cas une exigence en capital au moins égale à 180 % du SCR) sont respectées.

## Conclusion

### **I. Conclusion générale sur le Risk Appetite**

L'objectif de ce mémoire est double :

- présenter l'ensemble des notions qui font partie intégrante du dispositif de l'appétit au risque ;
- mettre en place un exemple simple de pilotage stratégique des risques via cette notion de *Risk Appetite*.

Nous avons pour ce faire proposé un processus global d'intégration du *Risk Appetite* au sein de la gestion des risques d'une société d'assurance vie.

Après la création de toute la structure sur laquelle nous avons appliqué le concept de *Risk Appetite*, et sous la réglementation Solvabilité II, nous avons pu évaluer l'état financier de l'entreprise, déterminer les objectifs de développement à horizon 1 an en imposant un *Risk Appetite*, et décliner ces limites au niveau opérationnel.

Nous avons étudié trois leviers d'investissement permettant d'optimiser les fonds propres de la compagnie, en utilisant l'impact de la diversification des risques :

- augmentation de l'investissement en actifs ;
- achat d'un contrat quote-part d'un contrat de réassurance ;
- Augmentation de la marge technique de l'assureur sur les primes des contrats temporaire décès.

L'étude du comportement des SCR des facteurs de risques respectifs et impactés par les leviers d'investissement, ainsi que le SCR global, a permis de déterminer des positions stratégiques d'investissement. Ces positions particulières permettent à l'entreprise de répondre à ses objectifs à horizon 1 an.

### **II. Le suivi des risques**

Pour finir, nous avons souhaité insister sur l'importance de la mise à jour et du suivi des indicateurs de façon à toujours adapter les positions stratégiques déterminées par les opérationnels de façon la plus réaliste possible.

Pour ce faire, nous avons étudié plus en profondeur le levier d'investissement basé sur l'augmentation de la marge technique.

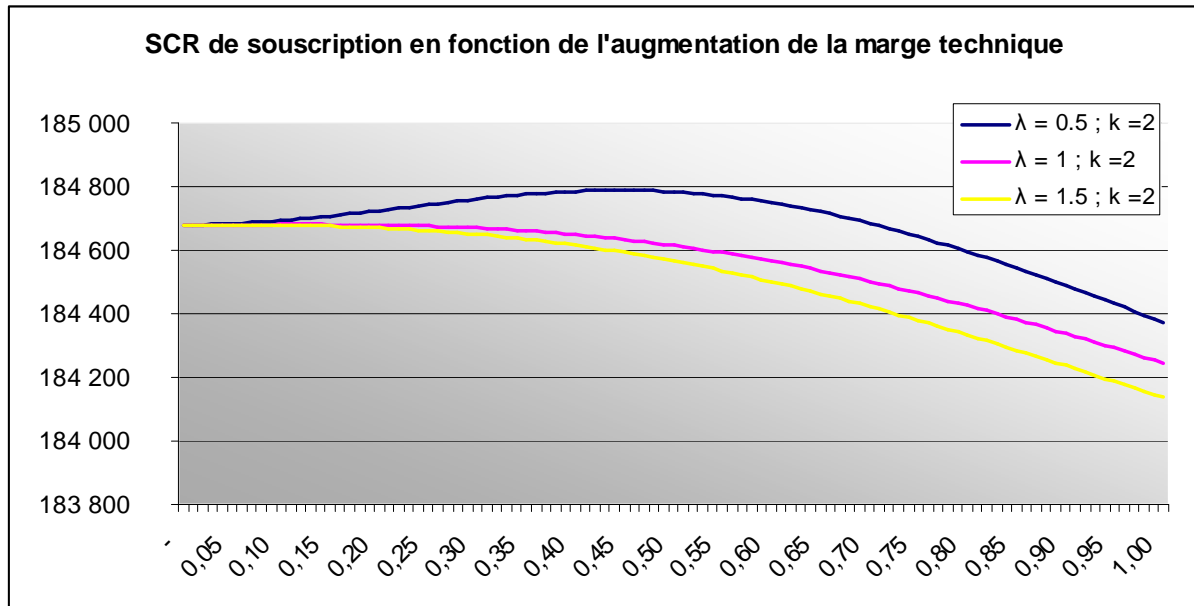
Nous avons étudié le comportement le chargement en capital au titre du risque de souscription en fonction des paramètres des deux lois de Weibull que nous avons utilisées comme lien entre l'augmentation de la marge technique, la diminution du nombre de contrats vendus dans l'année 2010 et la diminution de la sinistralité.

#### **Changement des paramètres pour la diminution des contrats 2010**

Pour rappel, nous avons utilisé un lien entre le taux d'augmentation de la marge technique et la diminution du nombre de contrats vendus en 2010 une loi de Weibull de paramètres :

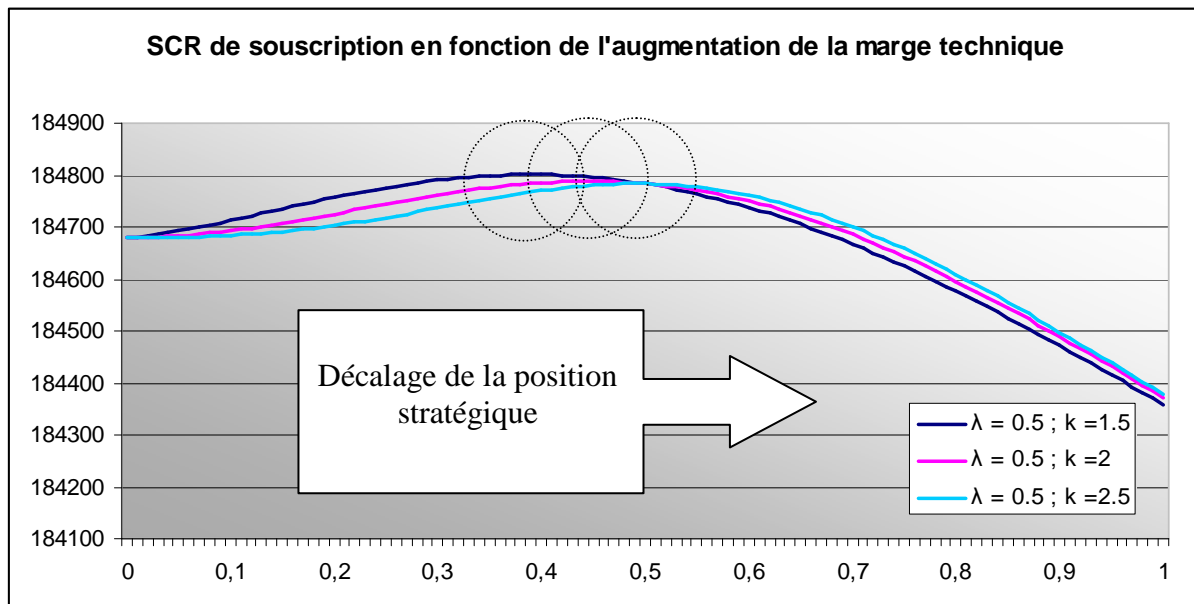
$$\begin{cases} \lambda = 0,5 \\ k = 2 \end{cases}$$

Nous avons donc étudié l'impact du changement de chacun des deux paramètres.



On peut constater que pour un simple changement du paramètre  $\lambda$  provoque :

- un décalage du maximum de la courbe vers la droite ;
- une modification du rayon de courbure ;
- un changement de la tendance pour les taux les plus élevés.



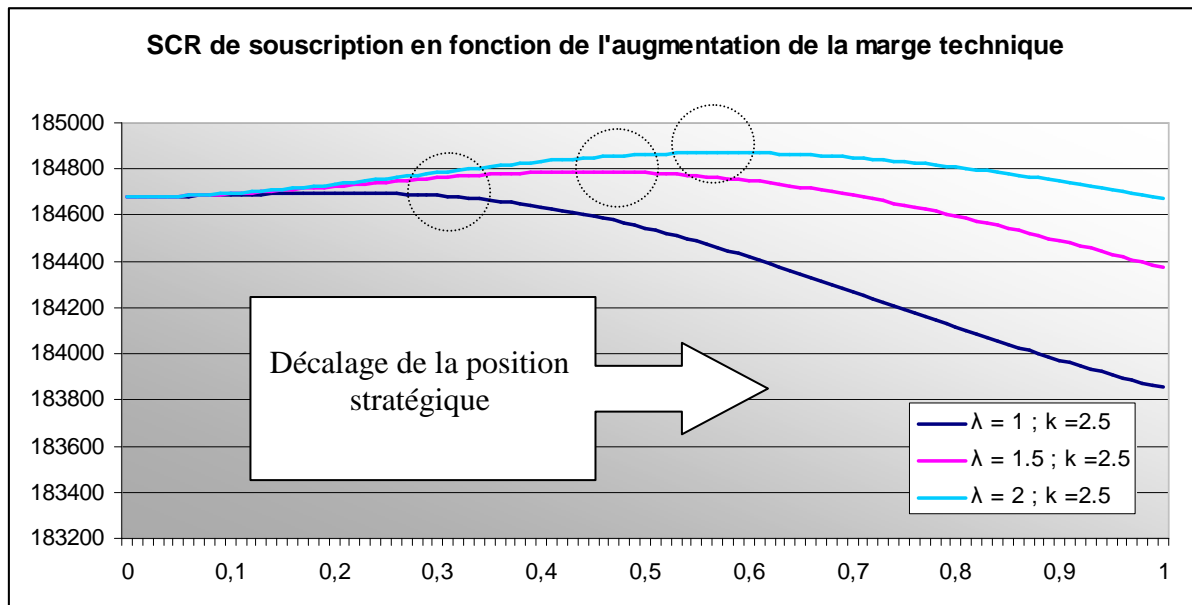
Le paramètre  $k$  influence la position stratégique qui pourrait être déterminée. En prenant par exemple le paramètre  $k = 2.5$ , l'opérationnel pourrait déterminer un taux d'augmentation idéal de 49 %, alors qu'un autre opérationnel qui aurait pris l'hypothèse  $k = 1.5$ , choisirait une augmentation de 39 %. L'écart entre les positions stratégiques n'est pas négligeable.

## Changement des paramètres pour la diminution de la sinistralité

Pour rappel, nous avons utilisé un lien entre le taux d'augmentation de la marge technique et la diminution de la sinistralité sur les contrats souscrits en 2010 une loi de Weibull de paramètres :

$$\begin{cases} \lambda = 1,5 \\ k = 2,5 \end{cases}$$

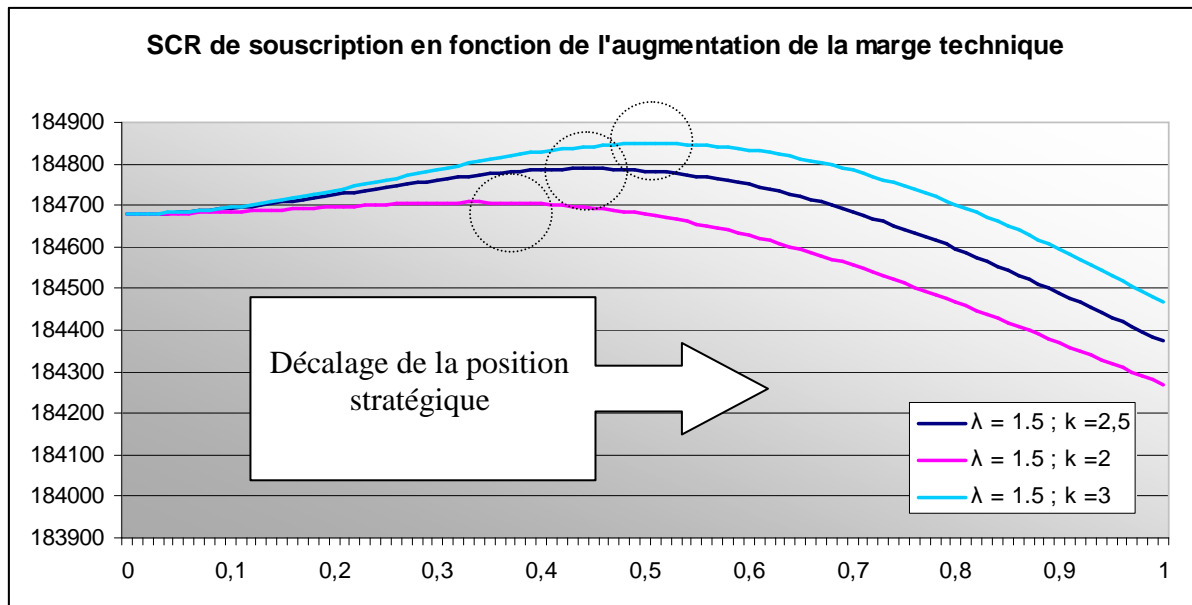
Nous avons donc étudié l'impact du changement de chacun des deux paramètres.



On observe que la position stratégique se devine et se distingue plus facilement en étudiant les courbes pour plusieurs paramètres  $\lambda$ .

Qui plus est, on constate un léger décalage au fur et à mesure que  $\lambda$  augmente.

Dans le cas de la courbe pour le paramètre  $\lambda = 1$ , la position stratégique semble difficile à distinguer.



Le changement du paramètre  $k$  a tendance à accentuer la courbure de la courbe autour de la position stratégique. Néanmoins, comme pour le paramètre  $\lambda$ , on observe un décalage, moins important cependant, dans le sens du taux d'augmentation.

### Impact sur le suivi des risques

Dans notre application, nous n'avons pas inclus le risque de rachat qui peut très facilement représenter un risque lourd pour une société d'assurance vie, notamment parce qu'aujourd'hui les assureurs possèdent très peu d'historique permettant de modéliser une loi de rachat.

Un suivi non régulier entraînerait un écart de plus en plus important avec les modèles. Les quelques exemples que nous avons illustrés ci-dessous dans le cas de l'augmentation de la marge technique prouvent qu'il est important de toujours mettre à jour les modèles en fonction des sinistres déclarés.

## Annexes

### Annexe 1 : Tarification du contrat Temporaire Décès

---

Le taux minimal à appliquer sur le montant garanti est de 0,2%. Ce taux est appliqué pour les souscripteurs de 18ans.

Par la suite, nous avons calculé la probabilité pour que l'individu d'âge  $x$  soit vivant sachant qu'il l'était à l'âge  $x-1$  ( $p_x$ ). Ceci nous a permis de calculer les probabilités de décès à  $x$  sachant qu'il avait survécu jusqu'à  $x-1$  ( $q_x$ ).

$$p_x = \frac{L_{x+1}}{L_x}$$

Avec  $L_x$  : nombre de survivants à l'âge à partir d'une population de 100 000 personnes.

$$q_x = 1 - p_x$$

La table que nous avons utilisée est la TH0002, la même qui nous a servie pour la projection du portefeuille.

Age	Lx	$p_x$	$q_x$	Taux pour prime
18	99097			0,2%
19	99015	0,99917	0,08%	0,3%
20	98921	0,99905	0,09%	0,4%
21	98820	0,99898	0,10%	0,5%
22	98716	0,99895	0,11%	0,6%
23	98612	0,99895	0,11%	0,7%
24	98509	0,99896	0,10%	0,8%
25	98406	0,99895	0,10%	0,9%
26	98303	0,99895	0,10%	1,0%
27	98198	0,99893	0,11%	1,1%
28	98091	0,99891	0,11%	1,2%
29	97982	0,99889	0,11%	1,3%
30	97870	0,99886	0,11%	1,4%
31	97756	0,99884	0,12%	1,6%
32	97639	0,99880	0,12%	1,7%
33	97517	0,99875	0,12%	1,8%
34	97388	0,99868	0,13%	1,9%
35	97249	0,99857	0,14%	2,1%
36	97100	0,99847	0,15%	2,2%
37	96939	0,99834	0,17%	2,4%
38	96765	0,99821	0,18%	2,6%
39	96576	0,99805	0,20%	2,8%
40	96369	0,99786	0,21%	3,0%
41	96141	0,99763	0,24%	3,2%
42	95887	0,99736	0,26%	3,5%

Age	Lx	$p_x$	$q_x$	Taux pour prime
43	95606	0,99707	0,29%	3,8%
44	95295	0,99675	0,33%	4,1%
45	94952	0,99640	0,36%	4,5%
46	94575	0,99603	0,40%	4,9%
47	94164	0,99565	0,43%	5,3%
48	93720	0,99528	0,47%	5,8%
49	93244	0,99492	0,51%	6,3%
50	92736	0,99455	0,54%	6,8%
51	92196	0,99418	0,58%	7,4%
52	91621	0,99376	0,62%	8,0%
53	91009	0,99332	0,67%	8,7%
54	90358	0,99285	0,72%	9,4%
55	89665	0,99233	0,77%	10,2%
56	88929	0,99179	0,82%	11,0%
57	88151	0,99125	0,87%	11,9%
58	87329	0,99068	0,93%	12,8%
59	86460	0,99005	1,00%	13,8%
60	85538	0,98934	1,07%	14,9%

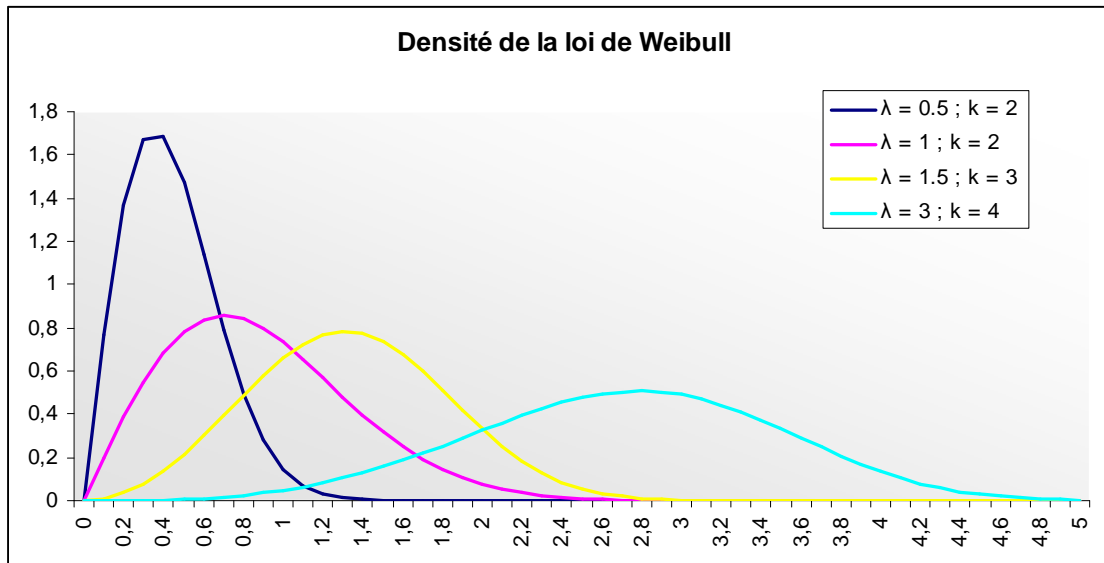
## Annexe 2 : Densités et distributions des lois utilisées dans le mémoire

### 1. La loi de Weibull à deux paramètres

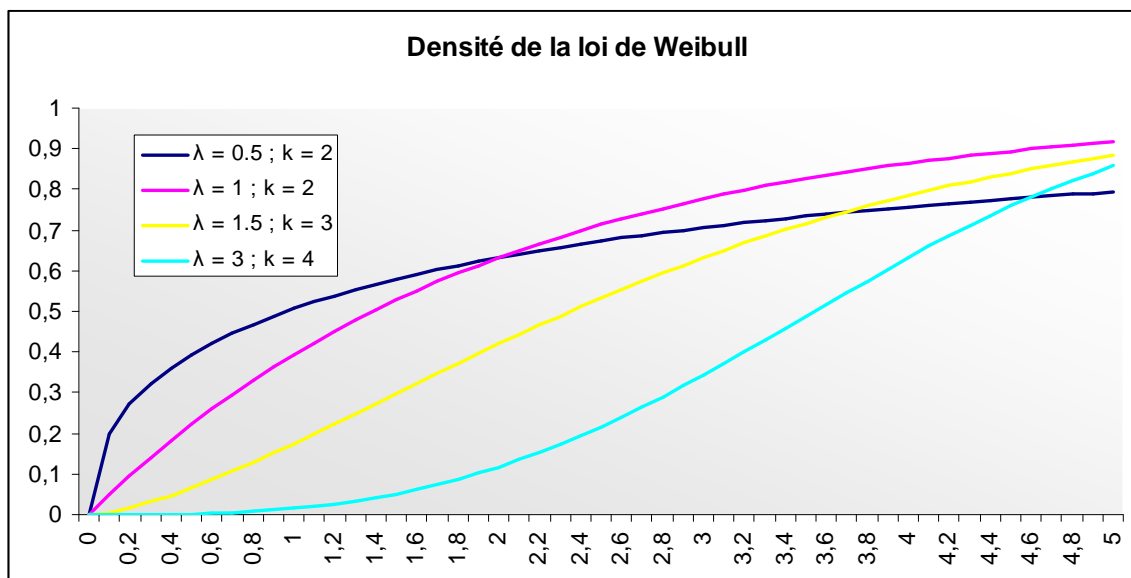
La loi de Weibull est une loi de probabilité continue. Elle admet deux paramètres :  $\lambda$  et  $k$ .

Sa densité de probabilité est donnée par :  $f(x; k, \lambda) = \left(\frac{k}{\lambda}\right) \times \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1} \times e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k}$ .

Exemple de la loi de Weibull avec les paramètres  $\lambda = 1$  et  $k = 2$  :



Sa fonction de répartition est définie par :  $F(x; k, \lambda) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k}$ .



## 2. La loi de Poisson

La loi de Poisson est une loi de probabilité continue.  
Elle admet un unique paramètre :  $\lambda$ .

La loi de Poisson repose sur une variable aléatoire  $N$  qui dénombre, entre autres choses, le nombre d'occurrences (parfois appelées "arrivées") qui prennent place pendant un laps de temps de longueur donnée.

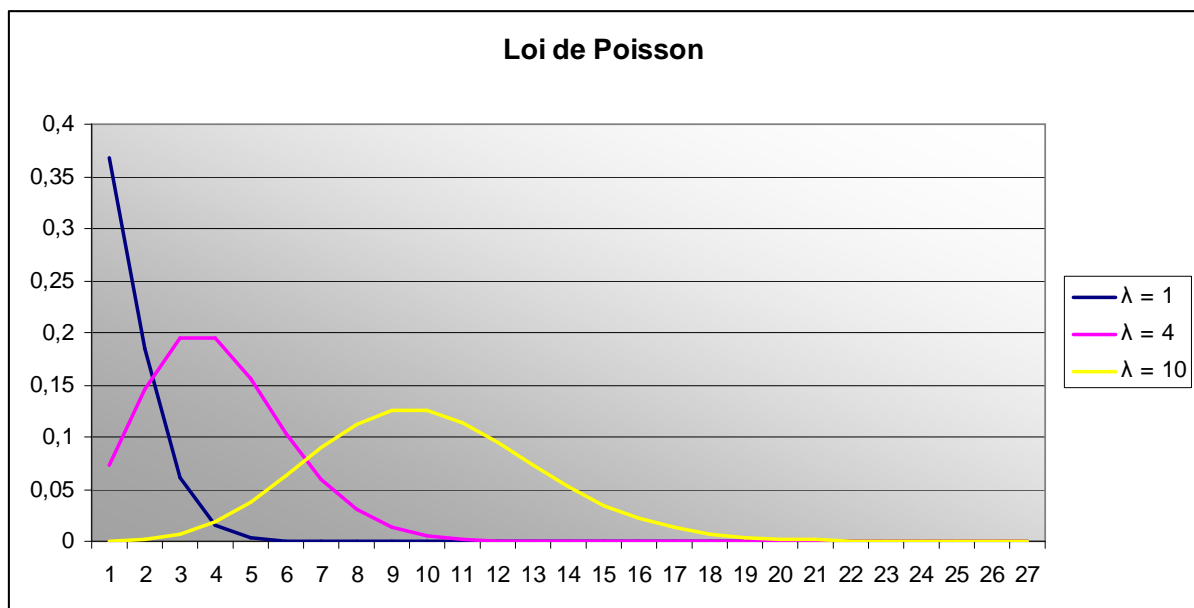
Si le nombre moyen d'occurrences dans cet intervalle est  $\lambda$ , alors la probabilité qu'il existe exactement  $k$  occurrences ( $k$  étant un entier naturel,  $k = 0, 1, 2, \dots$ ) est :

$$p(k) = P(X = k) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!}$$

Où :

- $k!$  est la factorielle de  $k$
- $\lambda$  est un nombre réel strictement positif.

Il s'agit là de la densité de probabilité de la loi de Poisson.



Sa fonction de répartition est donnée via la loi de Gamma (pour  $k > 0$ ) :

$$F(k) = \frac{\Gamma(k+1, \lambda)}{k!}$$

Sachant que la loi de Gamma admet la fonction de répartition suivante :

$$\Gamma(a, x) = \Gamma(a) - \gamma(a, x) = \int_x^{\infty} e^{-t} \times t^{a-1} dt$$

## Annexe 2 : Capture d'écran de l'outil

Onolet « Actions » : cet onolet recense toutes les informations liées à l'actif détenu par la société.

### Données initiales - Actif

#### ACTIFS

Code	Nombre de titres	Valeur de marché initiale
A1	300.000	38,0
A2	0	0
Total/Moyenne	300.000	11.700.000

#### OBLIGATIONS

Code	Nombre de titres	Nominal unitaire	Taux coupon	Valeur de marché initiale	Valeur de marché SCR hausse	Valeur de marché SCR baisse	Valeur marché choquée illiq.
O1	20.000	100	4,75%	97,77	87,58	108,48	98,37
O2	0	0		0			
Total/Moyenne	20.000	100	4,75%	98	88	108	98

#### COURBE TAUX SANS RISQUE

Échéance	Taux (scénario global)	Prime d'illiquidité	Facteur d'actualisation	Taux Forward 1 an	Taux (scénario choc hausse SCR)	Facteur d'actualisation	Taux Forward 1 an Choc haussier	Taux (scénario choc baisse SCR)	Facteur d'actualisation	Taux Forward 1 an Choc baissier	Prime illiq choquée
1	4,70%	0,27%	95,27%	95,58%	8,43%	92,22%	92,72%	1,24%	95,77%	97,93%	0,09%
2	4,53%	0,27%	91,06%	91,26%	8,15%	83,50%	86,45%	1,68%	96,73%	95,12%	0,09%
3	4,51%	0,27%	86,94%	87,02%	7,83%	79,76%	80,81%	2,10%	93,95%	92,08%	0,09%
4	4,53%	0,27%	82,91%	82,96%	7,63%	74,52%	75,64%	2,40%	90,93%	72,07%	0,09%
5	4,55%	0,27%	79,04%	79,02%	7,47%	69,76%	70,80%	2,70%	71,18%	85,73%	0,09%
6	4,58%	0,27%	75,29%	75,20%	7,36%	65,29%	66,35%	2,81%	84,68%	82,45%	0,09%

Onolet « Projection Passif » : cet onolet est dédié aux résultats de la projection des deux portefeuilles d'assurance vie détenus par la compagnie.

année de projection	Temporaire Décès				Retraite				Total			
	Prestations Temporaire Décès	Primes Temporaire Décès	Frais	Provisions Best Estimate	Prestations retraite	Primes retraite	Frais	Provisions Best Estimate	Prestations	Primes	Frais	Provisions retraite + tempDC
0					0	0	0					
1	131887	1321690	4939	486313	82240	473142	987	4625817	214127	1794831	5926	5112130
2	129485	1440953	4406	372754	118750	376172	1063	4770177	248235	1817125	5469	5142931
3	119927	1305863	3698	256564	118932	363798	1314	4885457	238859	1669661	5013	5142021
4	101386	998293	2763	145016	168085	279093	1232	5006337	269471	977387	3995	5151354
5	48473	306717	1353	47625	264890	145025	1358	5084191	313363	451742	2711	5131815
6				0	261984	139766	1795	5068983	261984	139766	1795	5068983
7				0	277388	121313	1740	5055732	277388	121313	1740	5055732
8				0	308317	74958	1702	5026597	308317	74958	1702	5026597
9				0	306700	68704	1817	4965205	306700	68704	1817	4965205
10				0	355250	23879	1791	4902382	355250	23879	1791	4902382
11				0	361918	11183	1896	4787950	361918	11183	1896	4787950
12				0	357019	11174	1869	4661245	357019	11174	1869	4661245
13				0	357376	4378	1827	4533374	357376	4378	1827	4533374
14				0	354396	4180	1808	4399058	354396	4180	1808	4399058
15				0	349768	4177	1781	4261285	349768	4177	1781	4261285
16				0	345161	4173	1747	4121527	345161	4173	1747	4121527
17				0	340505	4170	1714	3979651	340505	4170	1714	3979651
18				0	335780	4166	1683	3835581	335780	4166	1683	3835581
19				0	330865	4162	1651	3689247	330865	4162	1651	3689247
20				0	325700	4158	1620	3540701	325700	4158	1620	3540701
21				0	320158	4153	1587	3390050	320158	4153	1587	3390050
22				0	314205	4148	1553	3237536	314205	4148	1553	3237536
23				0	307641	4142	1516	3083447	307641	4142	1516	3083447

Onolet « Projection SCR » : cet onolet est dédié aux résultats de la projection des SCR pour les deux contrats commercialisés par la compagnie. Ces valeurs sont exploitées pour l'évaluation de la marge de risque dans le bilan de la société.

La figure ci-dessous représente les résultats pour les contrats Temporaire Décès.

année de projection	Temporaire Deces													
	Prestations choc mortalité	Prestations choc longévité	Prestations scénario global	Frais	Primes	Provisions	SCR mort	SCR frais	SCR Life	SCR Market	BSCR	SCR Op	SCR TempoDC	SCR Actualisé
0														
1	145.076	98.915	131.887	4.999	1.321.690	386.100	49.174	5.433	50.144	110.710	127.118	38.135	165.253	160.440
2	142.433	97.113	129.485	4.406	1.440.953	263.793	37.461	4.846	37.773	11.323	40.766	12.230	52.996	49.954
3	131.920	89.945	119.927	3.698	1.303.863	148.081	25.636	4.068	26.454	76.742	84.242	25.273	109.514	100.221
4	111.325	76.039	101.386	2.763	698.293	49.374	14.412	3.039	14.729	-	23.161	27.521	8.256	35.777
5	93.320	36.355	48.473	1.353	306.717	-	4.706	1.488	4.936	-	8.806	10.620	3.186	11.909
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75.484	75.484	-	75.484
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.710	32.710	-	32.710
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86.806	86.806	-	86.806
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89.323	89.323	-	89.323
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.677	27.677	-	27.677
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.194	30.194	-	30.194
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	103.161	103.161	-	103.161
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.484	36.484	-	36.484
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83.032	83.032	-	83.032
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98.129	98.129	-	98.129
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.032	5.032	-	5.032
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.871	57.871	-	57.871
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.774	42.774	-	42.774
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120.774	120.774	-	120.774
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.258	1.258	-	697
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.968	33.968	-	33.968
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152.226	152.226	-	152.226
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.710	32.710	-	32.710
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.484	36.484	-	36.484
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.161	25.161	-	25.161
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.355	16.355	-	16.355
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140.903	140.903	-	140.903
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.871	57.871	-	57.871

La figure ci-dessous représente les résultats pour les contrats Rente viagère.

année de projection	Retraite													
	Prestations choc mortalité	Prestations choc longévité	Prestations scénario central	Frais	Primes	Provisions	SCR long	SCR frais	SCR life	SCR Market	BSCR	SCR op	SCR retraite	SCR actualisé
0														
1	64.304	66.911	82.240	987	473.142	6.432.831	185.096	1.086	185.235	110.710	227.366	47.873	275.240	267.223
2	73.915	78.642	118.750	1.063	376.172	6.506.002	207.309	1.170	207.459	113.23	209.176	44.334	253.500	238.948
3	110.604	117.032	118.932	1.314	363.798	6.580.936	254.814	1.446	254.998	76.742	275.329	44.166	319.495	292.383
4	110.969	118.702	168.085	1.232	279.093	6.609.046	265.396	1.355	265.569	-251.61	263.609	40.904	304.513	270.556
5	160.878	169.627	264.890	1.358	145.025	6.541.069	323.649	1.494	323.839	8806	323.058	35.236	360.293	310.792
6	259.541	269.167	261.984	1.795	139.766	6.473.522	429.419	1.974	429.670	75484	445447	34.721	480.168	402.133
7	256.916	267.156	277.388	1.740	121.313	6.388.599	433.804	1.915	436.048	32.710	441331	33.601	474.932	386.163
8	273.074	283.756	308.317	1.702	74.958	6.270.237	459.707	1.873	459.945	-56806	457278	31.214	488.492	385.620
9	304.911	315.914	306.700	1.817	68.704	6.149.827	498.577	1.999	498.831	89323	517639	30.422	548.061	420.043
10	303.623	314.838	355.250	1.791	23.879	5.977.281	504.766	1.970	505.016	27.677	509217	27.853	537.070	399.630
11	353.453	364.866	361.918	1.896	11.183	5.792.785	560.701	2.086	560.966	30.194	563534	26.513	592.049	427.709
12	360.485	372.083	357.019	1.869	11.174	5.607.680	574.897	2.056	575.158	103161	596894	25.682	622.576	436.662
13	353.621	367.423	357.376	1.827	4.378	5.416.708	577.349	2.010	577.604	36484	583288	24.550	607.839	413.909
14	353.975	368.027	354.396	1.808	4.180	5.223.006	584.848	1.988	585.100	83032	601190	23.671	624.821	413.080
15	352.917	365.308	349.768	1.781	4.177	5.028.147	588.948	1.959	589.196	99129	609291	22.794	632.085	405.711
16	348.104	360.928	345.161	1.747	4.173	4.832.083	591.228	1.921	591.471	-3032	590863	21.911	612.775	381.861
17	343.197	356.379	340.305	1.714	4.170	4.634.827	593.321	1.885	593.560	-57871	589130	21.024	610.194	369.133
18	338.182	352.245	335.780	1.683	4.166	4.436.409	595.144	1.851	595.378	42774	602222	20.130	622.353	365.567
19	332.926	347.831	330.865	1.651	4.162	4.236.985	596.610	1.816	596.840	120774	623559	19.233	642.791	366.573
20	327.371	343.278	325.700	1.620	4.158	4.036.775	597.600	1.782	597.825	1258	597994	18.332	616.516	341.239
21	321.382	338.475	320.158	1.587	4.153	3.836.134	597.994	1.746	598.215	33968	603403	17.429	620.832	333.728
22	314.930	333.388	314.205	1.553	4.148	3.635.461	597.651	1.708	597.867	-152226	598218	16.525	614.743	320.830
23	307.804	327.839	307.641	1.516	4.142	3.435.367	596.419	1.667	596.630	-32710	593429	15.625	609.054	308.602
24	300.104	321.885	300.352	1.476	4.136	3.236.400	594.130	1.624	594.335	-36484	590885	14.729	605.614	297.922
25	291.606	315.321	292.721	1.433	4.130	3.039.338	590.634	1.577	590.833	25161	594502	13.842	608.344	290.549
26	282.476	308.249	294.067	1.387	-	2.835.064	585.761	1.526	585.954	16355	588228	12.758	600.980	278.671
27	282.458	310.437	284.810	1.377	-	2.633.929	589.159	1.514	589.350	-140903	588581	11.853	600.433	270.309
28	271.831	302.083	274.944	1.324	-	2.436.679	581.207	1.456	581.391	-57871	577021	10.965	587.986	256.995

**Onglet « Données individuelles » :** cet onglet présente toutes les données contractuelles et individuelles pour les assurés qui composent les deux portefeuilles d'assurances détenus par la compagnie.

**Données individuelles - Contrats TempoDC**

Date de naissance	Date d'effet	Durée (en années)	Capital garanti	Prime annuelle
01/01/1962	01/01/2005	5	78.000	5.135
01/01/1962	01/01/2005	5	67.000	4.411
01/01/1962	01/01/2005	5	89.000	5.859
01/01/1962	01/01/2005	5	95.000	6.254
01/01/1962	01/01/2005	5	54.000	3.555
01/01/1962	01/01/2005	5	75.000	4.938
01/01/1962	01/01/2005	5	86.000	5.662
01/01/1962	01/01/2005	5	65.000	4.279
01/01/1962	01/01/2005	5	85.000	5.596
01/01/1962	01/01/2005	5	80.000	5.267
01/01/1962	01/01/2005	5	70.000	4.608
01/01/1962	01/01/2005	5	85.000	5.596
01/01/1962	01/01/2005	5	55.000	3.821
01/01/1962	01/01/2005	5	84.000	5.530
01/01/1962	01/01/2005	5	88.000	5.793
01/01/1954	01/01/2005	5	57.000	5.818
01/01/1954	01/01/2005	5	70.000	7.145
01/01/1954	01/01/2005	5	65.000	6.634
01/01/1954	01/01/2005	5	93.000	9.492
01/01/1954	01/01/2005	5	87.000	8.880
01/01/1954	01/01/2005	5	63.000	6.430
01/01/1954	01/01/2005	5	98.000	10.003
01/01/1954	01/01/2005	5	91.000	9.288
01/01/1954	01/01/2005	5	61.000	6.226

**Données individuelles - Contrats retraite**

1	2	3	4	5	6	7	8
Numéro	Année nais	Sexe	Statut	Contrat	Taux majo	Régime	Année adh
1	1950	2	1	RMO	0	A	1959
2	1958	2	1	RMO	0	A	1982
3	1950	1	1	RMO	0	A	1980
4	1954	2	1	RMO	0	A	1984
5	1952	1	1	RMO	0	A	1984
6	1950	2	1	RMO	0	A	1984
7	1952	2	1	RMO	0	A	1985
8	1960	2	1	RMO	0	A	1985
9	1955	2	1	RMO	0	A	1985
10	1964	1	1	RMO	0	A	1985
11	1976	1	1	RMO	0	A	1985
12	1962	1	1	RMO	0	A	1985
13	1954	1	1	RMO	0	A	1987
14	1960	2	1	RMO	0	A	1987
15	1960	1	1	RMO	0	A	1987
16	1952	1	1	RMO	0	A	1988
17	1962	2	1	RMO	0	A	1989
18	1966	2	1	RMO	0	A	1991
19	1960	2	1	RMO	0	A	1991
20	1961	2	1	RMO	0	A	1998
21	1973	1	1	RMO	0	A	2000
22	1958	1	1	RMO	0	A	2000
23	1961	2	1	RMO	0	A	2001
24	1954	1	1	RMO	0	A	2004

Onglet « Paramètres » : cet onglet présente tous les paramètres qui ont servi à la projection des portefeuilles et au calcul des SCR

Paramètres de simulation	
Variable	Valeur
Date d'évaluation	31/12/2010
Taux d'actualisation	3,00%
Taux Risk Margin	6%

Paramètres de simulation Contrats TempoDC	
Variable	Valeur
Type de prime : unique ou périodique	PP
Table de mortalité	TH0002Annuel
Frais de gestion (unitaire)	15 €
Nombre Contrats sous couverture à la date d'évaluation	265

Paramètres de simulation Contrats Retraite	
Variable	Valeur
Taux revalorisation année liquidation	4%
Taux de revalorisation annuel	1,50%
Intégration cotisation futures (PA)	TRUE
Intégration des revalorisations futures	TRUE
taux annuel de PB	0%
Table de moralité féminine	TGF05
Table mortalité masculine	TGH05

CorrSCR	SCR <sub>mixt</sub>	SCR <sub>def</sub>	SCR <sub>life</sub>	SCR <sub>health</sub>	SCR <sub>nl</sub>
SCR <sub>mixt</sub>	1				
SCR <sub>def</sub>	0,25	1			
SCR <sub>life</sub>	0,25	0,25	1		
SCR <sub>health</sub>	0,25	0,25	0,25	1	
SCR <sub>nl</sub>	0,25	0,5	0	0	1

CorrMktUp	Mkt <sub>int</sub>	Mkt <sub>eg</sub>	Mkt <sub>prop</sub>	Mkt <sub>sp</sub>	Mkt <sub>conc</sub>	Mkt <sub>fx</sub>
Mkt <sub>int</sub>	1					
Mkt <sub>eg</sub>	0	1				
Mkt <sub>prop</sub>	0	0,75	1			
Mkt <sub>sp</sub>	0,25	0,75	0,25	1		
Mkt <sub>conc</sub>	0	0	0	0	1	
Mkt <sub>fx</sub>	0	0	-0,5	0	0	1

CorrMktDown	Mkt <sub>int</sub>	Mkt <sub>eg</sub>	Mkt <sub>prop</sub>	Mkt <sub>sp</sub>	Mkt <sub>conc</sub>	Mkt <sub>fx</sub>
Mkt <sub>int</sub>	1					
Mkt <sub>eg</sub>	0,5	1				
Mkt <sub>prop</sub>	0,5	0,75	1			
Mkt <sub>sp</sub>	0,25	0,75	0,25	1		
Mkt <sub>conc</sub>	0	0	0	0	1	
Mkt <sub>fx</sub>	0	0	-0,5	0	0	1

Onglet « Résultats » : Cet onglet présente le bilan et le SCR à la date de clôture (dans notre cas, soit au 31.12.2009, soit au 31.12.2010).

Date d'évaluation : 31/12/2010  
 Niveau Risk Appetite : 180%  
 Capital disponible après investissement : 11.315.359 €

Bilan prévisionnel au 31/12/2010		
ACTIF	PASSIF	Calcul du SCR global
	Capitaux propres 7.679.755	<b>Risque opérationnel</b> SCR op 94.798 €
Actif (valeur de marché) 13.655.440	Provisions Best Estimate 5.112.130	<b>Risque de souscription</b> SCR mort 49.174 € SCR long 185.096 € SCR frais 6.518 € SCR life 196.914 €
	Marge pour risque 863.555	<b>Risque de marché</b> SCR taux 331.638 € SCR action 110.710 € SCR illiquidité 52.285 € SCR marché 374.964 €
<b>Total Actif</b> 13.655.440 €	<b>Total Passif</b> 13.655.440 €	<b>SCR global</b> 539.581 €

Test respect SCR : TRUE  
 Test respect contrainte Direction : TRUE  
 (Capitaux Propres > RR(%) SCR)

## **Bibliographie :**

### Introduction

Lam J. (2003) *Enterprise Risk Management*. Willey Finance

Standard and Poor's, (2010) *Global Credit Portal – Refined Methodology for Assessing an Insurer's Risk Appetite*

### Partie 1 – Présentation du contexte du Risk Appetite

#### I. Solvabilité II – Une nouvelle réglementation

Actuaris (2007) *Solvabilité II : consultation Papers 15-20 du CEIOPS*

Akakpo-Maxwell C. (2010) *Etude de la rentabilité en assurance des emprunteurs – Analyse de l'impact des nouvelles règles Solvency II et IFRS – Mémoire d'actuaire*

CEIOPS (2009) *CEIOPS'Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II : System of Governance - former Consultation Paper 33*

CEIOPS, (2008) *Issues Paper: Own Risk and Solvency Assessment (ORSA)*

CEIOPS (2010) *Quantitative Impact Study (QIS) 5*

Optimind (2009) *Les norms IFRS en assurance*

Sauvet C. (2006) *Solvency II : quelle modélisation stochastique des provisions techniques de prévoyance et non vie ? – Mémoire d'actuaire*

#### II. Risk Appetite, ou comment mieux gérer ses risques

Agénos X. (2010) *Appétit pour le risque et gestion stratégique d'une société d'assurance non-vie – Mémoire d'actuaire*

Danielsson J., Shin H. S., Zigrand J. P. (2009) *Risk Appetite and Endogenous Risk*

Deighton S.P., Dix R.C., Graham J. R., Skinner J. M. E. (2009) *Governance and Risk Management in United Kingdom insurance companies*

Gai P., Vause N. (2005) *Measuring Investor's Risk Appetite*

Institute of Actuary of Australia (2007) *Risk Appetite: Practical Issues for the Global Financial Services Industry*

Standard and Poor's (2010) *Strategic Risk Management*

Thérond P., Valade P. (2010) *Appétence au risque : intégration au pilotage d'une société d'assurance*

Partie 2 – Application en Assurance Vie

ACAM (2007) *Rapport du groupe de travail sur le calcul du Best Estimate en Assurance Dommages*

APRA (2006) *Working Paper: on the coherence of VAR Risk Measures for Levy Stable Distributions*

Artzner P., Delbaen F., Eber J.M., Heath D. (1999) *Coherent measures of risk - Mathematical Finance*

Böcker K. - UniCredit Group (2008) *Modelling and Measuring Business Risk*

CFO Forum (2009) *Market Consistent Embedded Value Principles*

Clerwall U. (2008) *Modèles internes en assurance*

Département Fédéral des Finances DFF (2004) *Politique de gestion des risques – Bases pour la gestion des risques au sein de la Confédération*

Optimind (2007) *Les tables de mortalité*

Kamega A., Planchet F., Thérond P. (2009) *Scénarios économiques en assurance – Modélisation et simulation - Economica*

Planchet F., Thérond P. (2005) *Provisions techniques et capital de solvabilité d'une compagnie d'assurance : méthodologie d'utilisation de Value-at-Risk - 74 (4), 533-63*

Planchet F., Thérond P. (2008) *Allocation d'actifs selon le critère de maximisation des fonds propres économiques en assurance non-vie : présentation et mise en œuvre dans la réglementation française et dans un référentiel de type Solvabilité 2 – La Tribune de l'Assurance*

Planchet F., Thérond P. (2007) *Mesure et gestion des risques d'assurance – Analyse critique des futurs référentiels prudentiels et d'information financière - Economica*