

**Mémoire présenté le 27 Novembre 2017
pour l'obtention du diplôme
de Statisticien Mention Actuariat
et l'admission à l'Institut des Actuaires**

Par : Faustin MOINET

Titre : Opportunités et contraintes de la nouvelle réglementation des FRPS pour un portefeuille de retraite entreprise

Confidentialité : oui 2 ans.

***Membre présent du jury de l'Institut
des Actuaires***

Signature :

Entreprise

Signature :

Membres présents du jury de l'ISUP

Directeur de mémoire en entreprise

Signature :

Invité

Signature :

***Autorisation de publication et de mise en ligne sur un site de diffusion
de documents actuariels***

Signature du responsable entreprise

Signature du candidat

Bibliothèque :

Secrétariat :

Résumé

Mots clés : Retraite professionnelle, FRPS, fonds de pension, tests de résistance, Solvabilité 1, Solvabilité 2, SCR, allocation d'actif.

Les régimes de retraite professionnelle entreprise font face, ces dernières années, à des difficultés que ce soit en termes de rentabilité ou d'équilibres financiers. Les deux risques auxquels sont confrontés ces régimes, le risque de taux et le risque de longévité, semblent se réaliser. En effet le contexte économique de taux bas associé à l'augmentation de l'espérance de vie complique la rentabilité de ces produits.

C'est dans ces conditions démographiques et économiques que la loi SAPIN 2 a été promulguée le 9 décembre 2016, l'article 114 autorise *la création d'une nouvelle catégorie d'organismes ayant pour objet l'exercice de l'activité de retraite professionnelle supplémentaire*. Une ordonnance, un décret et un arrêté précisent les conditions de création des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS). Cette nouvelle réglementation permet aux assureurs de ne pas être contraints par Solvabilité 2 pour leurs produits de retraite supplémentaire. Les règles prudentielles applicables correspondraient aux exigences quantitatives de « Solvabilité 1 » associées à des tests de résistance et à des règles qualitatives et de reporting proches de « Solvabilité 2 ». L'objectif du mémoire va être d'estimer les opportunités et les contraintes de cette nouvelle réglementation pour un portefeuille retraite entreprise de type article 83 du CGI en run-off et de voir si cette nouvelle réglementation est mieux adaptée aux produits retraite à duration longue que la réglementation Solvabilité 2.

Dans un premier temps nous avons estimé la rentabilité du portefeuille sous la réglementation Solvabilité 2 au 31/12/2016. Nous avons observé un coût relativement élevé du capital à immobiliser et la faible rentabilité du portefeuille du point de vue de l'assureur. Dans un second temps, nous avons simulé le passage du portefeuille sous la réglementation des FRPS pour en déterminer d'une part les fonds propres prudentiels à immobiliser, notamment à l'aide des tests de résistance en vision risque réel et d'autre part la rentabilité du portefeuille. Les résultats indiquent une insuffisance en capital nécessitant des fonds propres supplémentaires à ceux sous Solvabilité 1 mais inférieurs à ceux sous Solvabilité 2. La rentabilité du portefeuille est améliorée sous cette nouvelle réglementation. Des sensibilités sur les hypothèses économiques, de projection et du portefeuille ont également été implémentées. Pour finir, nous avons tenté d'estimer les incitations de cette nouvelle réglementation sur une modification de l'allocation d'actifs du portefeuille. Nous avons remarqué que le besoin en fonds propres n'était pas croissant avec la part d'actifs non amortissables. En conclusion, les résultats indiquent que le régime des FRPS semble être à la fois adapté et une opportunité pour le portefeuille de retraite étudié, sous réserve que le caractère forfaitaire soit associé aux piliers 2 et 3 de Solvabilité 2. Cette réglementation représenterait donc un levier important à la rentabilité du portefeuille retraite entreprise étudié.

Abstract

Keywords : Pension funds, FRPS, stress-test, Solvency 1, Solvency 2, SCR, asset allocation.

Professional pension funds are currently facing difficulties in terms of performance and financial stability. Besides, pension funds are exposed to financial and longevity risks and nowadays these two risks are occurring. Indeed the economical context with low financial rates and the increase in life expectancy make the performance of these products more difficult.

In that context, Sapin 2 law was promulgated on the 9th December of the year 2016 and the 114th article allows *the creation of a new organism category which enables to manage professional pension funds*. A legislative decree and a ministerial order specify the conditions to create a professional pension fund. This new regulation allows the insurer not to be compelled by Solvency 2 for their professional pension funds. The prudential regulations of this new law match with the Solvency 1 quantitative requirements completed with stress tests and the Solvency 2 qualitative requirements. The aim of this thesis is to evaluate the opportunities and constraints of this new regulation for a professional retirement portfolio article 83 of the General Tax Code in run-off.

First of all, we will estimate the portfolio performance under Solvency 2. Then we will estimate the required capital under the new FRPS regulation with stress tests in real world vision. The required capital is lower than under Solvency 2 but higher than under Solvency 1. Under this new regulation, the performance of the portfolio is higher. We implemented different sensitivities to test our results. Finally we proved that this new regulation could be an incentive for insurer company to change their asset allocation.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble du corps enseignant de l'ISUP pour la qualité des enseignements. Je remercie également Olivier Lopez, directeur de l'ISUP et tuteur académique de ce mémoire, pour ses conseils.

Je tiens tout particulièrement à remercier Pierre Monneraye, manager du bureau d'étude technique retraite, et Isabelle Ventura-Catarino, experte du bureau d'étude technique retraite, de m'avoir accueilli au sein du service et de m'avoir confié de nombreuses missions diversifiées. Je les remercie également pour leur implication ainsi que pour tous les conseils qu'ils m'ont donnés tout au long de l'alternance et de l'élaboration de ce mémoire.

Merci également à toute l'équipe du département pour leur accueil durant cette année d'alternance.

Table des matières

Introduction	5
1 Un portefeuille de retraite entreprise	6
1.1 Le fonctionnement d'un contrat retraite entreprise	6
1.1.1 Les deux phases d'un contrat retraite	6
1.1.2 Les acteurs d'un contrat retraite entreprise	8
1.1.3 Les dispositifs	9
1.1.4 Zoom sur les contrats article 83	10
1.2 Présentation du portefeuille retraite entreprise	12
1.2.1 Description des données	12
1.2.2 Description des produits et garanties	13
1.2.3 Chargements, commissions et frais	19
1.2.4 Description des assurés	20
1.3 La rentabilité d'un contrat retraite entreprise	22
2 Contexte réglementaire : loi SAPIN 2 - FRPS	23
2.1 Historiques des réglementations pour les retraites supplémentaires françaises	23
2.1.1 Solvabilité 1	23
2.1.2 IRP	24
2.1.3 Solvabilité 2	24
2.2 La réforme des FRPS	26
2.2.1 Les textes	27
2.2.2 Les exigences quantitatives	30
3 Les modélisations	34
3.1 Étape 1 : élaboration des "model points"	35
3.2 Étape 2 : Prophet - déterministe	35
3.3 Étape 3 : Prophet - ALS	37
3.4 Comparaison des modélisations Solvabilité 2 et FRPS	41
3.5 Critiques/limites des modélisations	41
4 Exigence en fonds propres et rentabilité sous Solvabilité 2	43
4.1 L'univers risque-neutre	43
4.2 La modélisation des passifs	43
4.3 La modélisation des actifs	44
4.4 Les scénarios économiques	45
4.5 Les exigences quantitatives	51
4.5.1 Le Best Estimate	51

4.5.2	La PVFP	53
4.5.3	Étapes de calcul du SCR	53
4.5.4	SCR marché	54
4.5.5	SCR souscription vie	59
4.5.6	BSCR	60
4.5.7	SCR opérationnel	61
4.5.8	SCR	62
4.5.9	Marge pour risque	62
4.6	Sensibilité du SCR aux passifs	62
4.7	Conclusion	64
5	Exigence en fonds propres et rentabilité des FRPS	65
5.1	L'univers monde réel	65
5.2	Les hypothèses de modélisation	65
5.3	Scénario central	72
5.4	Tests de résistance : baisse des taux d'intérêt	80
5.5	Tests de résistance : baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables	83
5.6	Tests de résistance : baisse de la mortalité	86
5.7	Sensibilités	88
5.8	Conclusion	97
6	Effets et incitations de la réglementation des FRPS sur l'allocation d'actifs	100
6.1	Fonds propres requis des FRPS en fonction de l'allocation d'actifs	100
6.2	Allocation optimale	106
6.3	Piliers qualitatif et de transparence	107
7	Conclusion : quelles opportunités et contraintes de la nouvelle réglementation des FRPS ?	109
A	Extrait de l'ordonnance numéro 2017-484	111
B	Extrait du décret numéro 2017-1171	114
C	Extrait de l'arrêté FRPS du 14 août 2017	116
D	Taux d'intérêts techniques	119
E	Article R 333-20 code des Assurances	120
F	Provisions	121
	Bibliographie	121

Introduction

Les régimes de retraite font face, ces dernières années, à des difficultés que ce soit en termes de rentabilité ou d'équilibre financier. La retraite obligatoire française voit le nombre de ses cotisants diminuer face à des retraités de plus en plus nombreux. Pour la retraite supplémentaire entreprise la situation est également compliquée. Les deux risques auxquels sont confrontés ces régimes, le risque de taux et le risque de longévité, semblent se réaliser. En effet le contexte économique de taux bas associé à l'augmentation de l'espérance de vie complique la rentabilité de ces produits. À ce contexte il faut ajouter la mise en vigueur de la réglementation Solvabilité 2 depuis le 1^{er} janvier 2016.

C'est dans ce cadre que la loi SAPIN 2 a été promulguée le 9 décembre 2016. L'article 114 autorise *la création d'une nouvelle catégorie d'organismes ayant pour objet l'exercice de l'activité de retraite professionnelle supplémentaire*. Une ordonnance, un décret et un arrêté précisent les conditions de création des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS). Le FRPS serait constitué sous la forme d'une mutuelle, d'une compagnie d'assurance ou d'une institution de prévoyance et serait placé sous le contrôle de l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR). Un FRPS est une structure juridique à part pour les contrats retraite et les résultats sont calculés indépendamment des autres produits de l'assureur. Pour les assurés, il y a la garantie que les résultats ne se mélangent pas avec ceux d'autres contrats d'épargne avec des durations plus courtes et un portefeuille plus volatile (avec des rachats). Les contraintes réglementaires se substituent à Solvabilité 2 pour les produits de retraite supplémentaire. Les règles prudentielles applicables correspondraient aux exigences quantitatives de « Solvabilité 1 » associées à des tests de résistance et à des règles qualitatives proches de « Solvabilité 2 ».

Dans le cadre de ce mémoire nous allons étudier un portefeuille de retraite supplémentaire entreprise article 83 du CGI. Ce portefeuille, actuellement en run-off, comprend trois produits. Il peut y avoir de nouveaux affiliés en cas d'entrée d'un nouvel individu au sein d'une entreprise ayant déjà un contrat. L'objectif du mémoire sera d'estimer les opportunités et les contraintes de la nouvelle réglementation des FRPS pour un portefeuille retraite entreprise de type article 83 du CGI en run-off et de voir si cette nouvelle réglementation est plus adaptée aux produits retraite à durée longue que la réglementation Solvabilité 2.

Pour cela nous allons comparer le capital à immobiliser sous la réglementation des FRPS avec le capital réglementaire Solvabilité 2 et le capital réglementaire Solvabilité 1. Il faudra au préalable décrire le portefeuille étudié pour en comprendre ses spécificités. Nous devrons également le modéliser afin d'en déduire le capital réglementaire Solvabilité 2. Enfin, nous calculerons le capital à immobiliser sous la réglementation des FRPS à l'aide notamment des tests de résistance. Nous modifierons certains paramètres de modélisation afin d'estimer la sensibilité des résultats notamment au contexte économique. Nous essaierons ensuite d'estimer les incitations de cette nou-

velle réglementation sur une modification de l'allocation d'actifs du portefeuille. Pour conclure, nous effectuerons le bilan de l'étude afin d'estimer les opportunités et les contraintes pour l'assureur de passer ce portefeuille retraite entreprise au sein d'un fonds de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS).

Chapitre 1

Un portefeuille de retraite entreprise

Remarque générale : Par soucis de confidentialité, certaines données/résultats de cette étude ont été modifiés.

1.1 Le fonctionnement d'un contrat retraite entreprise

En France, la retraite est constituée de trois grands piliers. Les piliers 1 et 2 sont les régimes de retraite obligatoire : le pilier 1 correspond au régime de base obligatoire de la sécurité sociale et le pilier 2 aux régimes complémentaires obligatoires. Le pilier 3 est celui des régimes supplémentaires facultatifs auquel le portefeuille retraite entreprise étudié appartient. Un quatrième pilier est parfois envisagé : l'assurance vie individuelle.

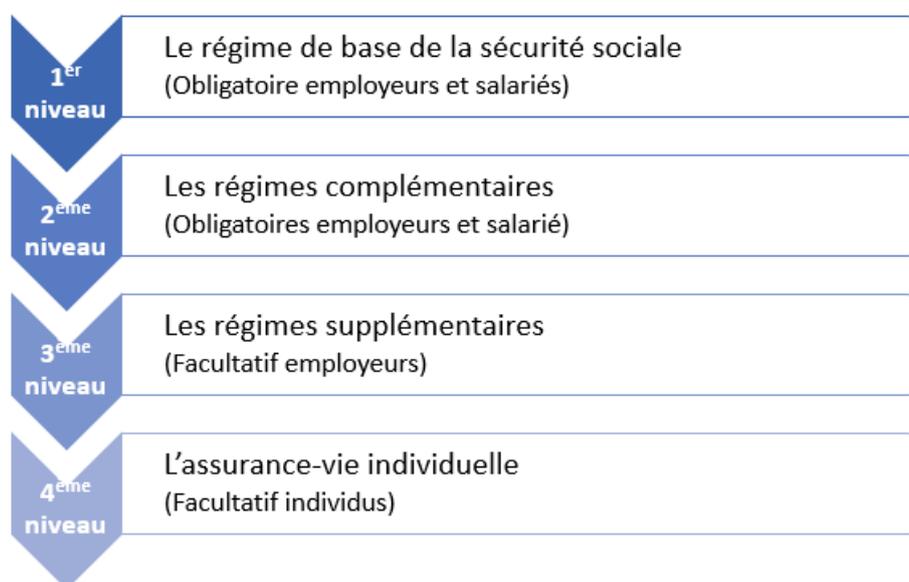


FIGURE 1.1 – Système de retraite en France

1.1.1 Les deux phases d'un contrat retraite

Un contrat de retraite consiste à transférer une partie des revenus non immédiatement consommés pour le futur. Ainsi les contrats se décomposent en deux phases :

- **La phase de constitution** (également appelée phase d'épargne ou de différé) : le souscripteur et/ou les assurés réalisent des versements sur leur contrat retraite. En contrepartie, l'assureur investit sur des actifs, de durations adéquates aux contrats, dans le but de faire fructifier le capital de ses assurés.
- **La phase de restitution** (également appelée phase de rente ou de service) : l'assureur paye une rente aux assurés dépendant des versements capitalisés. La conversion en rente s'effectue à partir d'une table de mortalité, d'un taux d'intérêt, des frais de gestion et des frais d'arrérages.

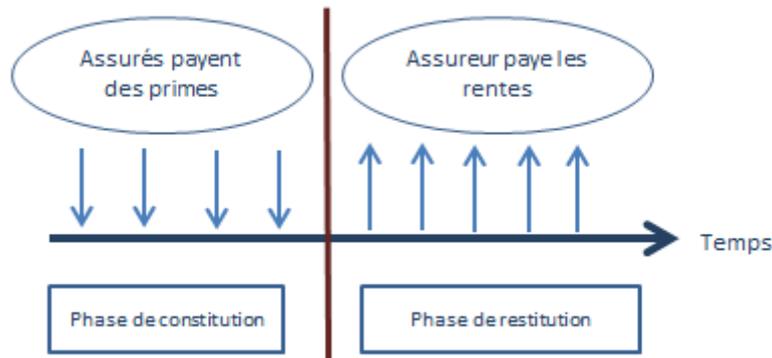


FIGURE 1.2 – Les deux phases des contrats retraite

À la date de départ en retraite, on a, pour les contrats en capitalisation financière, l'équilibre entre la somme des versements capitalisés et la valeur actuelle probable des arrérages.

$$\sum_{i=d}^{f-1} V_i \times (1 + \text{taux constitution}_i)^{f-i} = \sum_{i=f}^{\omega} \frac{R_i}{(1 + \text{taux restitution}_i)^{(i-f)}} \times p_{i|f}$$

- V_i correspond au versement annuel net de frais de gestion et de garanties annexes¹ de l'année i réalisés sur le contrat (versement à terme échoir).
- d est l'année de souscription du contrat.
- f est l'année du passage en rente.
- $\text{taux constitution}_i$ est le taux de capitalisation net des frais de gestion des versements en phase d'épargne. Le taux de capitalisation correspond au taux technique en constitution net des frais de gestion et éventuellement de la participation aux bénéfices également net des frais de gestion.
- $p_{i|f}$ est la probabilité que l'individu soit en vie l'année i conditionnellement au fait d'être vivant l'année f .
- ω correspond à l'âge maximum de la table de mortalité utilisée.
- R_i correspond au montant de rente versé l'année i . Cette rente pourra être revalorisée avec une éventuelle participation aux bénéfices.

1. Les garanties annexes peuvent-être liés à une garantie invalidité ou dépendance.

- *taux restitution_i* est le taux de restitution net des frais de gestion.

Le portefeuille faisant l'objet du mémoire comprend, au 31/12/2016, **15 825** assurés (en phase de constitution et restitution).

1.1.2 Les acteurs d'un contrat retraite entreprise

Les contrats retraite entreprise peuvent être mis en place suite à un accord collectif, un référendum ou une décision unilatérale du chef d'entreprise. Quatre acteurs principaux prennent part à ces contrats : l'entreprise, les salariés, les bénéficiaires et l'organisme d'assurance.

L'entreprise

C'est l'entreprise qui doit être à l'initiative pour mettre en place un régime de retraite supplémentaire. En mettant en place ce régime elle va faire bénéficier à ses salariés d'avantages. En effet l'entreprise doit prendre en charge une partie non nulle des cotisations versées à l'organisme d'assurance.

Les salariés

Lors de la mise en place d'un régime de retraite entreprise, des négociations doivent avoir lieu entre dirigeants et salariés de l'entreprise. Les discussions peuvent notamment porter sur le taux de cotisation dans le cadre de contrat par cotisations définies. L'ensemble des salariés membres d'une catégorie objective doivent tous être concernés par la mise en place de ces contrats.

Les bénéficiaires

En cas de vie de l'assuré lors de son passage à la retraite, le bénéficiaire est le salarié. Selon les contrats il peut y avoir une clause de réversion en cas de décès de l'assuré après son passage en rente, le taux de réversion doit être défini au plus tard lors du passage en rente de l'assuré. Ainsi il peut y avoir plusieurs bénéficiaires à un même contrat. En cas de décès de l'assuré avant son passage en rente, le bénéficiaire peut être un conjoint ou une personne désignée au préalable.

L'organisme d'assurance

Pour mettre en place un régime de retraite supplémentaire, l'entreprise doit faire appel à un organisme d'assurance. Cet organisme est le garant de la bonne exécution du contrat et de son efficacité. L'entreprise peut faire appel à trois types d'organismes différents :

- Les compagnies d'assurance régies par le code des assurances.
- Les mutuelles régies par le code de la mutualité.
- Les institutions de prévoyance régies par le code de la sécurité sociale.

On peut mesurer l'efficacité d'un régime de différentes manières, par exemple à l'aide d'indicateurs comme le calcul de la valeur actuelle probable des cotisations et des prestations, le «Pay-Back» ou encore le Taux de Rendement Interne (TRI).

Une enquête a été réalisée par l'Association Française de l'Assurance² en juin 2016 sur les contrats retraite entreprise auprès des assureurs français. Les sept assureurs principaux, en ce qui

2. FFA (ex- FFSA)

concerne le niveau des provisions mathématiques pour des contrats retraite entreprise, sont Axa, AG2R la Mondiale, Generali Vie, Allianz Vie, BNP Paribas Cardif, Groupama Gan Vie et CNP Assurances.

L'étude porte sur un portefeuille de retraite entreprise géré par l'assureur GENERALI. Les bénéficiaires sont les salariés et les conjoints en cas de réversion.

1.1.3 Les dispositifs

La retraite supplémentaire représente les régimes de retraite proposés par les entreprises à leurs salariés. Cette retraite permet à chaque salarié de se constituer des ressources supplémentaires aux régimes de retraite obligatoires gérés par répartition. Il bénéficiera ainsi de revenus supplémentaires lors de son départ à la retraite. On dénombre deux types de contrats : les contrats à cotisations définies et les contrats à prestation définies.

Les contrats à cotisations définies

Le montant de la pension n'est pas garanti avec ces contrats. Les cotisations sont capitalisées et converties en rente (au versement de la cotisation ou à la liquidation de la rente). Ces contrats suivent une logique d'épargne dont l'assuré connaît le coût des cotisations fixé lors de la signature du contrat mais pas de la rente. La rente dépendra notamment du contexte économique, financier et démographique.

Les contrats à prestations définies

Le montant des prestations versées à la retraite sont définies contractuellement à la signature du contrat. Le signataire connaît à l'avance le montant de la rente qu'il va recevoir dans la limite des fonds disponibles. En contrepartie l'assureur peut ajuster le montant des primes que le signataire verse afin de pouvoir respecter son engagement de prestations définies. La prestation peut être définie de manière absolue ou relative, on parle respectivement de régimes additionnels et différentiels. Ces régimes sont générateurs de passifs sociaux. Les régimes de retraite à prestations définies créés depuis le 1^{er} janvier 2010 doivent obligatoirement être gérés en externe. On distingue les régimes à droits aléatoires des régimes à droits acquis. Généralement, les contrats à prestations définis sont des régimes à droits aléatoires.

- Les régimes à droits aléatoires : le versement des prestations par l'entreprise est lié à l'activité du salarié au sein de cette dernière au moment de la liquidation de ses droits.
- Les régimes à droits acquis : le versement des prestations est acquis même si le salarié quitte l'entreprise avant son départ à la retraite.

Ces dispositifs sont des régimes gérés par capitalisation. Les cotisations versées sont capitalisées et seront restituées aux assurés uniquement lors de leur passage en rente. L'adhésion à ces dispositifs peut être obligatoire ou facultative. Les entreprises ont la possibilité de souscrire trois grandes catégories de contrats. La DREES (Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques) a réalisé une étude sur le nombre de bénéficiaires des contrats retraite entreprise.

Type de contrat	Nombre de bénéficiaires d'une rente viagère	Montant individuel moyen de la rente viagère annuelle (en euros)
Contrats type "art 39"	201 000	5 552
Contrats type "art 82"	35 000	864
Contrats type "art 83"	603 000	2 053

TABLE 1.1 – Les principaux contrats retraite entreprise - source DREES 2014

Le tableau ci-dessous indique le montant des provisions mathématiques (en millions d'euros) des contrats retraite entreprise en France en 2014 et 2015.³

Type de produits	Années	
	2014	2015
PER entreprises (art. 83 du CGI)	48 823	52 013
<i>dont Pere</i>	219	143
Prestations définies (art. 39 du CGI)	38 773	40 012
Indemnités de fin de carrière (IFC)	12 982	13 111
Sursalaire (art. 82 du CGI)	3 576	3 511
Autres contrats (art. 82 du CGI)	317	339
Total	104 471	108 986

TABLE 1.2 – Provisions mathématiques (en millions d'euros) - source FFA

L'étude porte sur un portefeuille de contrats de type article 83 du CGI, c'est-à-dire à cotisations définies.

1.1.4 Zoom sur les contrats article 83

Fonctionnement d'un contrat article 83

Les contrats sous le régime de l'article 83 du code général des impôts sont des régimes supplémentaires de retraite collective gérés par capitalisation à "cotisations définies". Ils dépendent des branches d'assurances 20 et 22 de l'article R 321 - 1 du code des assurances. Il s'agit de contrats collectifs d'assurance sur la vie à adhésion obligatoire. Chaque salarié possède un compte individuel sur lequel l'entreprise verse des cotisations dépendantes de sa rémunération. Le taux de cotisation de l'entreprise doit être uniforme par catégorie objective de salariés et l'entreprise a obligation de participer à une partie non nulle des cotisations. Le salarié peut également effectuer des versements volontaires depuis la réforme du 9 novembre 2010⁴. Les versements sont capitalisés et bloqués jusqu'au départ à la retraite de l'individu. L'épargne constituée est transformée en rente selon différents mécanismes :

- L'épargne est transformée en rente au moment de la liquidation des droits.
- Les cotisations sont transformées en rente selon un barème défini à chaque versement ou fixé lors de l'adhésion. Plusieurs paramètres sont pris en compte :

– **L'âge** de l'assuré

3. Source FFA 2016

4. Articles 107 et 108 du titre VIII de la loi numéro 2010-1330

- **Un taux technique** de rente
 - **Une table de mortalité**
 - **Les frais d'arrérages**
 - **Les frais de gestion**
 - Potentiellement un **coefficient de réversion** et **l'âge du conjoint**.
- Les cotisations sont transformées en point retraite. Le montant de la rente sera connue lors de la liquidation en fonction de la valeur du point à cette date.

Concernant les produits du portefeuille, l'épargne est transformée en rente au moment de la liquidation des droits.

Réversion

Il peut exister des clauses de réversion en cas de décès de l'assuré. Concernant les produits du portefeuille, au départ en rente de l'assuré, le participant peut demander que sa rente soit rendue réversible auprès d'une personne de son choix moyennant l'application d'un coefficient de minoration fonction de l'âge de la deuxième personne à cette même date. Dans le cadre de l'étude on ne prendra pas en compte les réversions pour les affiliés en phase d'épargne étant donné que nous ne possédons pas cette information.

Débloquages anticipés

Les montants versés sur le compte de l'assuré ne sont pas disponibles avant le passage à la retraite de l'assuré. Des cas de déblocage anticipés sont néanmoins possibles dans certains cas définis par l'article L 132-23 du code des assurances :

- L'invalidité.
- L'expiration des droits aux allocations chômage.
- L'absence de mandat social ou de contrat de travail depuis deux ans au moins à compter du non-renouvellement de leur mandat social ou de leur révocation pour les mandataires sociaux qui n'ont pas liquidé leur pension dans un régime obligatoire d'assurance vieillesse.
- Le décès du conjoint ou du partenaire de pacs.
- Le surendettement.
- La cessation d'activité de l'assuré à la suite d'un jugement de liquidation judiciaire pour les non salariés.

Les supports d'investissement

Pendant la phase de constitution de la rente, les versements peuvent être investis sur différents supports : **les fonds euro** ou **les unités de compte**.

- Les versements effectués sur les fonds euro sont garantis par l'assureur, il n'y a pas de risque de perte en capital pour les assurés. Il peut parfois y avoir un taux de rémunération garanti sur ces fonds.

- Au contraire, les unités de compte sont des actifs qui peuvent évoluer à la hausse comme à la baisse. L'assureur s'engage non pas sur un montant d'unités de compte mais sur une quantité. Ainsi le risque de baisse de l'unité de compte et donc de la capitalisation n'est pas supporté par l'organisme d'assurance mais par l'assuré.

Les produits présents au sein du portefeuille sont des produits **monosupport** (Euro).

La fiscalité

En phase de constitution

Les cotisations de l'employeur sont déduites du résultat imposable de l'entreprise. Les versements obligatoires de l'entreprise sont cependant soumis à la CSG et à la CRDS. La CSG est elle-même déductible du résultat à hauteur de 5,1%. Les versements sont également soumis au forfait social de 20%. Les versements ne doivent pas dépasser pour chaque salarié le maximum entre : 5% du plafond annuel de la sécurité sociale et 5% de la rémunération dans la limite de 5 fois le plafond de la sécurité sociale.

En phase de restitution

Les rentes sont soumises à l'impôt sur le revenu (après abattement de 10%), à la CSG et à la CRDS ainsi qu'aux cotisations maladie.

Chiffres clés

Selon la DREES, en 2012, **10,1%** des salariés travaillant dans des entreprises de 10 salariés ou plus ont des avoirs sur des produits type article 83. La DREES a observé les différentes cotisations, prestations et provisions mathématiques de ces contrats, les données sont exprimées ci-dessous en millions d'euros.

	Cotisations	Prestations	Provisions mathématiques
2012	2 288	4 873	97 107
2013	2 249	5204	100 625
2014	2 313	5 124	104 471
2015	2 452	5 413	108 986

TABLE 1.3 – Données annuelles en millions d'euros des PER (art. 83 du CGI) - Source DREES

1.2 Présentation du portefeuille retraite entreprise

1.2.1 Description des données

Le portefeuille étudié porte sur des produits issus du rachat par GENERALI de portefeuilles retraite entreprises mis en place par d'autres compagnies. Les données comprennent plusieurs bases notamment les bases contrats, provisions et mouvements au 31 décembre de chaque année depuis 2007. Ces bases nous ont permis d'appréhender le portefeuille et ensuite de constituer les "model points"⁵ nécessaires à la modélisation du portefeuille. Nous nous sommes également procuré les conditions générales des produits pour en comprendre les spécificités.

5. Ce point sera détaillé dans la suite de l'étude.

1.2.2 Description des produits et garanties

Le portefeuille étudié est composé de trois produits. Nous appellerons ces produits : **produit A**, **produit B** et **produit C**. Ces produits sont tous de type article 83, du code général des impôts, en capitalisation financière. Les produits constituant ce portefeuille sont en run-off, c'est-à-dire que les produits ne sont plus ouverts à la souscription pour de nouvelles entreprises. En revanche, il peut y avoir de nouveaux affiliés dans le cas d'entrée d'un nouvel employé, dans une des entreprises présentes dans ce portefeuille. Les produits A et B ont été commercialisés dans les années 1980 alors que le produit C a été commercialisé à la fin des années 1990.

	Produit A	Produit B	Produit C	Total
Nombre d'affiliés	9 771	3 941	2 113	15 825
PM en constitution (en millions d'euros)	152,7	59,2	19,2	231,1
PM en restitution (en millions d'euros)	129,1	75,1	5,7	209,9

Le portefeuille étudié voit le nombre de ces affiliés ainsi que les provisions mathématiques en phase de constitution diminuer au cours des années.

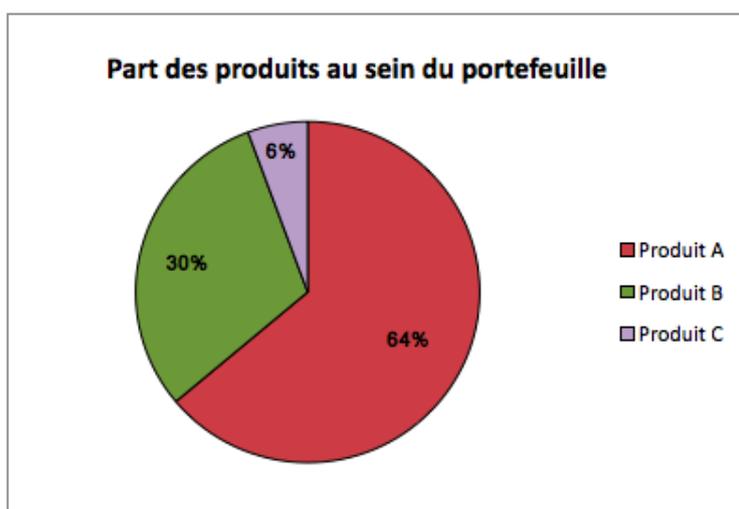


FIGURE 1.3 – Proportion des produits dans le portefeuille

Au sein d'un contrat retraite deux des principales variables sont les **taux d'intérêts** et les **tables de mortalités**.

Garanties de taux

Pour chaque contrat retraite, il faut distinguer le taux en phase de constitution et le taux en phase de restitution. Ces taux sont utilisés en constitution pour revaloriser le capital des assurés et en restitution pour calculer le montant de la rente. Pour des raisons prudentielles, différentes réglementations se sont succédées pour définir les taux d'intérêts techniques maximums que l'assureur pouvait accorder à ses salariés.

- L'arrêté A 335-1 du 21/12/1984, définit le taux technique maximum à appliquer pour les rentes non immédiates à 4,5%.

- L'arrêté A 335-1-1 du 19/03/1993⁶, applicable le 01/07/1993, définit le taux d'intérêt technique maximum comme :

$$\text{Taux maximum réglementaire} = \min(4,5\%, 75\% \times TME^*)$$

avec TME^* , le taux moyen des emprunts d'État calculé sur une base semestrielle.

- Depuis le 01/06/1995, le maximum réglementaire de taux technique est établi en référence au taux moyen des emprunts de l'État français. L'article A.132-1 du code des assurances, complété par l'article A.132-1-1, définit le taux maximum réglementaire comme ci dessous :

$$\text{Taux maximum réglementaire} = \min(3,5\%, 60\% \times TME^*)$$

avec TME^* , le taux moyen des emprunts d'État moyen des six derniers mois.

Extrait de l'article A-132-1 : "Les tarifs pratiqués par les entreprises pratiquant des opérations mentionnées au 1 de l'article L. 310-1, en ce compris celles mentionnées à l'article L. 143-1 doivent être établis d'après un taux au plus égal à 75% du taux moyen des emprunts de l'Etat français calculé sur une base semestrielle sans pouvoir dépasser, au-delà de huit ans, le plus bas des deux taux suivants : 3,5% ou 60% du taux moyen indiqué ci-dessus. Pour les contrats à primes périodiques ou à capital variable, quelle que soit leur durée, ce taux ne peut excéder le plus bas des deux taux suivants : 3,5% ou 60% du taux moyen indiqué ci-dessus."

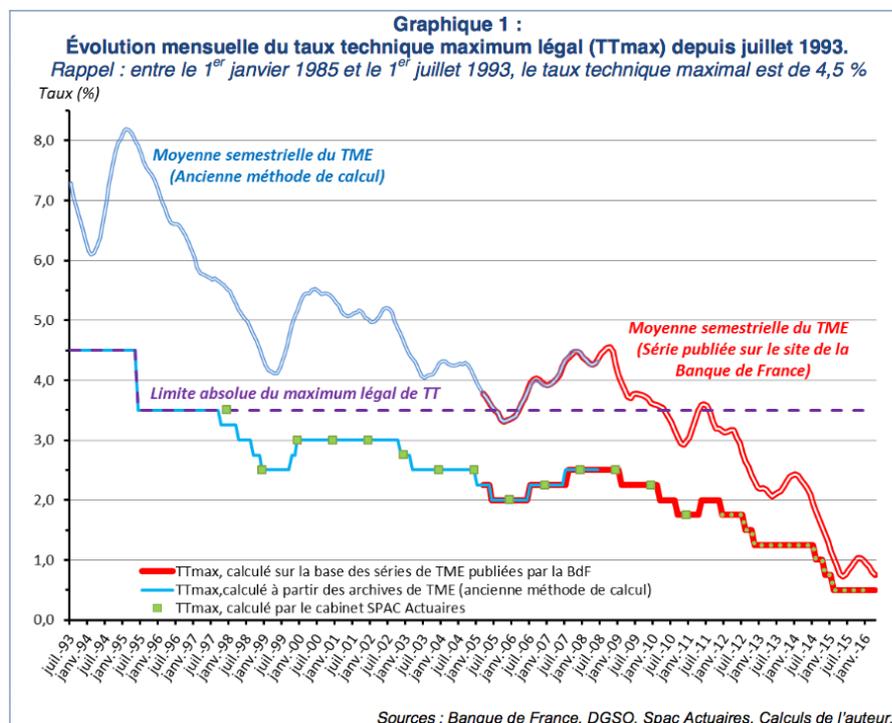


FIGURE 1.4 – Historique des taux techniques - source Banque de France

6. Voir texte en annexe

Certains produits présents dans le portefeuille ont été commercialisés dès les années 1980, ce qui explique que pour certains contrats les taux d'intérêts soient élevés au vu du contexte économique actuel. Dans la base de données utilisée, les taux d'intérêts en constitution et restitution sont définis à la maille contrat.

Au 31/12/2016, les taux d'intérêts garantis minimum (TMG) moyen ⁷ net de frais de gestion par produit sont les suivants :

Produits	TMG net moyen
Produit A	2,7%
Produit B	3,6%
Produit C	2,5%
Portefeuille	2,9%

TABLE 1.4 – Répartition des PM constitution par taux d'intérêt garanti

Les taux d'intérêts garantis moyens nets de frais de gestion sont de l'ordre de **2,3%** en constitution et **3,6%** en restitution, résultats qui font sens étant donné que les taux d'intérêts garantis maximums autorisés par la législation sont décroissants.

Garanties de tables

Les tables de mortalités sont utilisées pour convertir les montants capitalisés en rente. Dans le cas de produits retraites, les tables de mortalité sont prospectives, c'est-à-dire qu'elles prennent en compte trois paramètres : le sexe, l'âge et l'année de naissance de l'individu. L'assureur peut tarifier ses contrats avec une table d'expérience ou une table réglementaire. S'il souhaite utiliser une table d'expérience, il devra la faire certifier par un actuaire indépendant et réaliser un suivi annuel de cette table. L'article A335-1 du code des assurances définit les tables de mortalités que l'assureur doit utiliser.

Définition des tables réglementaire de l'article A 335-1 : Tables homologuées par arrêté du ministre de l'économie et des finances, établies par sexe, sur la base de populations d'assurés pour les contrats de rente viagère, et sur la base de données publiées par l'Institut national de la statistique et des études économiques pour les autres contrats.

Les produits du portefeuille sont tarifés à partir de tables réglementaires.

- **Le produit A** possède une clause de garantie de table à la convention, c'est-à-dire que la table utilisée pour convertir en rente le montant des versements capitalisés est celle en vigueur à la convention.
- **Les produits B et C** ne possèdent pas de garantie de table, c'est-à-dire que la table utilisée pour convertir en rente le montant des versements capitalisés est celle en vigueur à la liquidation. L'historique des tables de mortalités réglementaires pour les contrats retraite est présenté ci-dessous :

7. TMG moyen pondérés par les provisions mathématiques

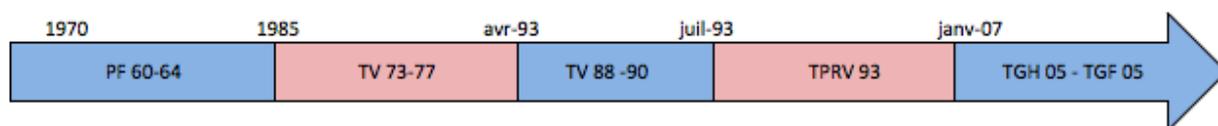


FIGURE 1.5 – Historique des tables de mortalité réglementaires

A noter que pour les contrats postérieurs au 20 décembre 2012, et pour des raisons d'égalité entre les hommes et les femmes et de prudence, ce sont les tables de mortalité femme qui doivent être désormais utilisées pour les contrats Madelin. Cette règle n'est pas en vigueur pour les contrats de type article 83 du CGI. Dans le cas du portefeuille étudié, pour la tarification avec les tables réglementaires, le calcul de la rente est effectué avec la table TGH05 pour les hommes et TGF05 pour les femmes.

Tables garanties pour les futures conversions en rente

Pour les affiliés en phase d'épargne, les tables garanties à la liquidation sont les suivantes :

Table de mortalité garantie - constitution	PM - Produit A	PM - Produit B	PM - Produit C	PM - Portefeuille
PF 60-64	1,3	0	0	1,3
TV 73-77	7,9	0	0	7,9
TV 88-90	0,6	0	0	0,6
TPRV 93	100,9	0	0	100,9
TGF 05	7,9	59,2	19,2	86,3
Total	152,7	59,2	19,2	231,2

TABLE 1.5 – Répartition des PM constitution par table de mortalité garantie (en millions d'euros)

Revalorisation et clauses de participation aux bénéfices contractuelles

La revalorisation du capital des contrats dépend des taux garantis mais également de la participation aux bénéfices potentiellement distribuée. L'Article A331-4 du code des assurances décrit ainsi la participation minimale que doivent verser les assureurs aux assurés.

$$PB_{\text{minimale réglementaire}} = 90\% \text{ résultat technique} + 85\% \text{ résultat financier}$$

Dans la situation où le résultat technique est négatif, on considère 100% des pertes, alors que si le résultat financier est négatif, on considère 0% des pertes. Les produits étudiés admettent des clauses de participation aux bénéfices contractuelles. Dans chacune des conditions générales des produits il est défini que l'assureur doit reverser un pourcentage plus élevé que ce qu'impose la réglementation. Il est également précisé que le calcul de la participation aux bénéfices s'effectue à la maille produit.

- Produit A :

$$PB_{\text{minimale contractuelle}} = 90\% \times \text{Résultat financier} + 90\% \times \text{Résultat technique}$$

- Produit B :

$$PB_{\text{minimale contractuelle}} = 95\% \times \text{Résultat financier} + 95\% \times \text{Résultat technique}$$

- Produit C :

$$PB_{\text{minimale contractuelle}} = 95\% \times \text{Résultat financier} + 95\% \times \text{Résultat technique}$$

Comme Tagne WAMBO le souligne dans son mémoire : "les taux techniques faibles, qui sont parfois les dernières rentes liquidées, peuvent se faire absorber leur revalorisation du fait de la mutualisation qui existe au niveau du compte financier." Cependant l'obligation légale de participation aux bénéfices n'est pas définie par contrat mais bien au niveau global (plus précisément dans l'étude de la maille produit).

Le valorisation des provisions des assurés est définie par la formule suivante :

$$Provisions_t = Provisions_{t-1} \times (1 + \max(TMG_t, PB_t))$$

avec :

- TMG_t , le taux d'intérêt garanti du contrat net de frais de gestion à la date t.
- PB_t , la participation aux bénéfices nette de frais de gestion à la date t.

Mise en place des rentes

Au terme du plan, l'assuré a la possibilité de déterminer une potentielle réversion auprès d'un conjoint ou héritier de ligne directe. Il est libre de choisir le pourcentage de réversion. En cas de décès du participant avant le terme du plan, le bénéficiaire a 3 options :

1. Percevoir une rente viagère.
2. Percevoir immédiatement le capital décès ou de manière fractionnée.
3. L'application de chacune des deux options en fractionnant le capital acquis comme il le désire.

Pour les montants de rente faibles, l'assuré a la possibilité de percevoir un capital plutôt qu'une rente. La retraite sera versée à l'âge de départ à la retraite, c'est-à-dire celui à partir duquel l'adhérent peut bénéficier de l'allocation vieillesse du régime de la Sécurité Sociale. La retraite est payable trimestriellement à terme échu,⁸ avec 3% de frais d'arrérages, jusqu'au décès du rentier (et du réversataire si une réversion sur le contrat existe).

Lors du passage en rente de l'individu il faut déterminer un taux de rente. Il dépend de plusieurs facteurs :

- Un taux d'intérêt en restitution.
- Une table de mortalité.

8. À terme échu signifie payé à la fin de chaque période.

- L'âge au moment de la mise en rente.
- Le fractionnement de la rente.
- Les frais d'arrérages.

On multiplie le taux de rente obtenu par le capital constitué à la date du passage en rente. La formule permettant de déterminer le taux de rente (sur une tête, c'est-à-dire sans prise en compte d'une potentielle réversion) est la suivante :

$$\begin{aligned}
 \text{Taux de rente} &= \left(\sum_{k=0}^{\omega-x} \frac{l_{x+k+1}}{l_x} \times v^{k+1} + \frac{p-1}{2 \times p} \right) \times (1+f) \\
 &= \left(\sum_{k=1}^{\omega-x} {}_k p_x \times v^k + \frac{p-1}{2 \times p} \right) \times (1+f) \\
 &= \left(\sum_{k=1}^{\omega-x} {}_k E_x + \frac{p-1}{2 \times p} \right) \times (1+f) \\
 &= \left(\frac{N_{x+1}}{D_x} + \frac{p-1}{2 \times p} \right) \times (1+f) \\
 &= \left(a_x + \frac{p-1}{2 \times p} \right) \times (1+f)
 \end{aligned}$$

Avec :

- Les nombres de commutations sont définis comme-ci dessous :

$$\begin{aligned}
 - D_x &= l_x \times v^x \\
 - N_x &= \sum_{k=0}^{\omega-x} l_x \times v^{x+k} \\
 - {}_n E_x &= \frac{D_{x+n}}{D_x}
 \end{aligned}$$

- Les paramètres sont définis comme ci-dessous :

- x correspond à l'âge de l'individu à la liquidation de sa rente.
- l_x le nombre d'individus vivant à l'âge x selon la table de mortalité prise en compte.
- $v^k = \frac{1}{1+\text{taux}}$ où taux est le taux net des frais de gestion en restitution.
- p est le fractionnement de la rente.
- f correspond aux frais d'arrérages, dans la modélisation $f=3\%$.
- ω correspond à l'âge maximum de la table de mortalité utilisée.

Garantie invalidité

Dans le cadre du mémoire, on ne travaillera pas sur la garantie invalidité. Néanmoins, certains des produits étudiés proposent cette garantie qui consiste à prendre en charge le paiement des cotisations régulières afférents au participant concerné en cas d'incapacité totale de travail de ce dernier résultant d'une maladie ou d'un accident survenu après la date d'effet de la présente garantie. La prise en charge s'effectue après une période d'arrêt de travail de 60 jours et cesse au 1 095 jours d'arrêt de travail du participant concerné. Si ce dernier est reconnu par l'assureur en état d'invalidité permanente et totale l'assureur prend alors en charge le paiement des cotisations jusqu'au terme normal de leur paiement et au plus tard jusqu'au 60^{ème} anniversaire de l'assuré. Les versements, provisions et données chiffrées sont nets des garanties invalidités.

1.2.3 Chargements, commissions et frais

Généralement trois acteurs principaux agissent lors de la vie d'un contrat : un assureur, un intermédiaire et un ou plusieurs assurés. Ainsi trois types de frais "circulent" entre ces acteurs.

- L'assureur : il paye des frais afférents à l'organisation de son activité et à la gestion des contrats, et des commissions aux intermédiaires qui leur apportent des clients.
- L'intermédiaire : il est à l'origine de la souscription du contrat en mettant en relation l'assureur et les assurés. Il reçoit des commissions de la part de l'assureur.
- Les assurés : ils payent des chargements à l'assureur pour la gestion de leurs contrats.

Les chargements

Les produits admettent différents types de chargements, payés par les assurés, explicités ci-dessous :

	Produit A	Produit B	Produit C
Frais d'arrérages	3%	3%	3%
Chargements sur encours (annuel)	1%	0.5%	1%
Chargements sur primes	3%	5%	5%

TABLE 1.6 – Chargements par produit

Les commissions

Les commissions sont uniquement calculées pour la phase d'épargne et peuvent être de deux types.

- Les commissions d'acquisition : elles sont calculées pour les affaires nouvelles. Dans le cas de la modélisation, le portefeuille étant en run-off on ne considérera pas ce type de commission.
- Les commissions annuelles : elles sont calculées sur les primes récurrentes et sur le montant des encours. Au sein du portefeuille, ces commissions diffèrent selon les intermédiaires. Ces commissions sont calculées à la maille contrat.

Les frais

L'assureur fait face à quatre grandes catégories de frais :

- Les frais d'acquisition : étant donné que le portefeuille est en run-off et qu'on ne simule pas l'entrée de nouvelles têtes dans le portefeuille, on ne modélise pas les frais d'acquisition sur de nouveaux contrats potentiels.
- Les frais récurrents (fixes).
- Les frais récurrents (en pourcentage des provisions mathématiques).
- Les frais financiers.

En pratique, il est compliqué d'isoler les frais de l'entreprise à la maille d'un unique portefeuille. Dans l'étude, nous avons modélisé trois types de frais : des frais d'acquisition en pourcentage des primes commerciales représentant **9,1%** des primes, des frais fixes qui peuvent évoluer selon l'inflation et des frais dépendant des encours gérés.

Au 31/12/2016, l'intégralité des frais intégrés à la modélisation (fixes et ceux dépendant des provisions mathématiques) représentent **0,15%** des provisions mathématiques. Nous avons déterminé le niveau de ces frais en étudiant l'historique des frais relatifs aux produits concernés.

1.2.4 Description des assurés

Effectif et dynamique du portefeuille

Au 31 décembre 2016, le portefeuille comprend **15 825** affiliés en phase de constitution et restitution. Le portefeuille étant en run-off, nous dénombrons peu d'entrées de tête. Ces dernières années la proportion d'assurés en service augmente face à la proportion d'assurés en constitution. Nous avons simulé l'évolution de la population du portefeuille à partir des tables de mortalité réglementaires TGH05 et TGF05 en prenant l'hypothèse qu'il n'y avait pas d'entrée de tête au sein du portefeuille. Le portefeuille s'éteindrait autour des années 2080.

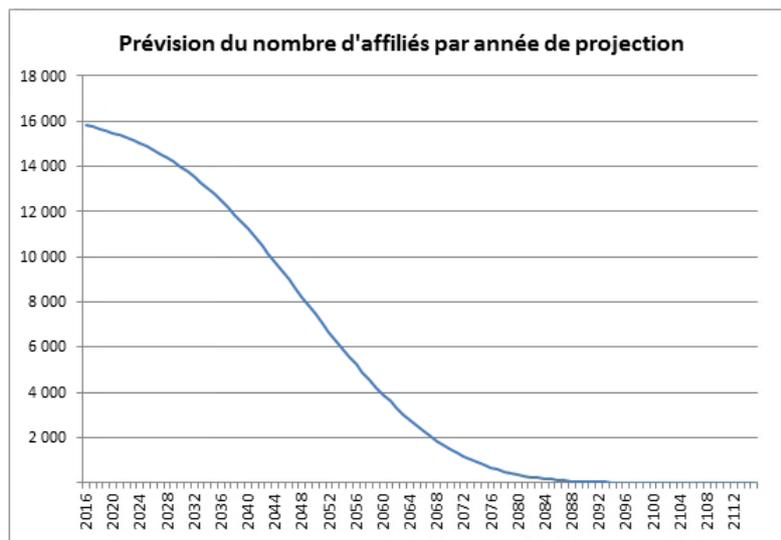


FIGURE 1.6 – Évolution du nombre d'affiliés de 2016 à 2100

Âges et sexes

Au 31/12/2016, l'âge moyen de la population du portefeuille en restitution est de **71,7 ans** et on observe **28%** de femmes et **72%** d'hommes.

	Produit A	Produit B	Produit C
Age moyen constitution	53,4	52,8	49,9
Age moyen restitution	71,8	71,8	69,3

TABLE 1.7 – Répartition sexes et âge en constitution

Nous constatons ces dernières années un vieillissement du portefeuille. Nous dénombrons 185

nouveaux affiliés en 2016 (assurés ayant rejoint une entreprise ayant un contrat d'un des produits étudiés) contre 352 individus sortis en rente en 2016.

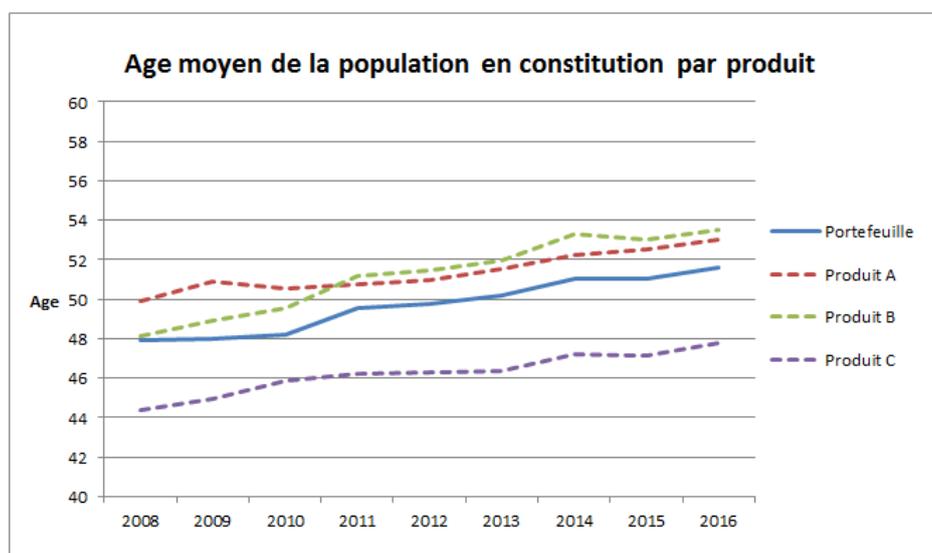


FIGURE 1.7 – Évolution de l'âge moyen du portefeuille en constitution

Versements en constitution

Les versements périodiques des affiliés en constitution s'élèvent à **7,3 millions d'euros** en 2016.

Rentes

La rente moyenne s'élève à **3 255,74 euros** par an. La répartition des rentiers du portefeuille par montant de rente est la suivante :

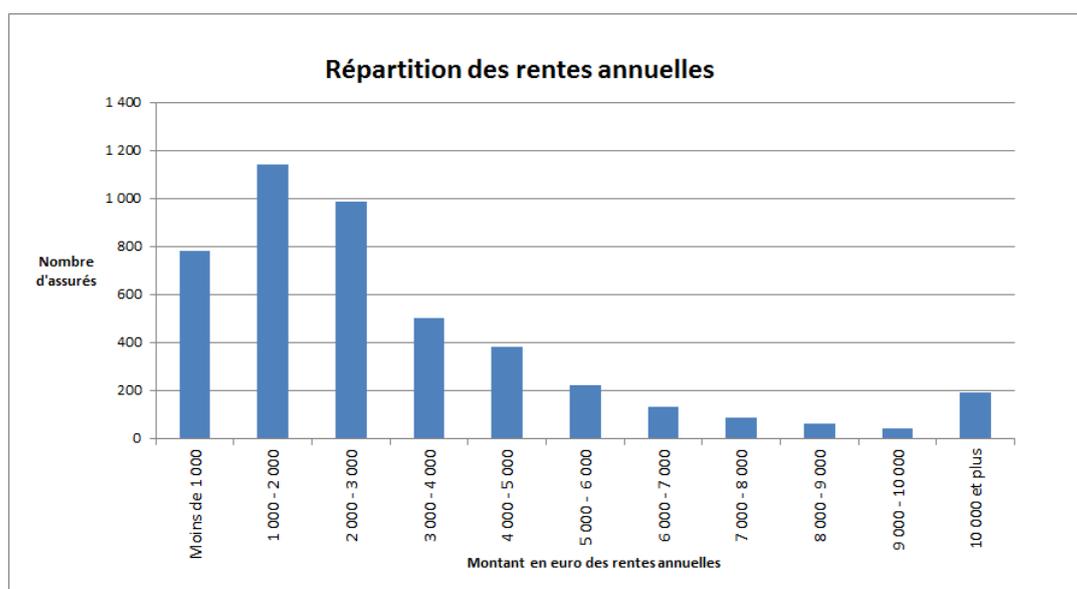


FIGURE 1.8 – Répartition des montants de rentes

1.3 La rentabilité d'un contrat retraite entreprise

La rentabilité d'un contrat retraite peut être vue de deux points de vue :

- **Du point de vue de l'assuré :** la rentabilité peut être estimée par différents indicateurs et il faut essayer de comparer l'effort d'investissement des assurés avec les ressources produites et obtenues par les assurés. Le mémoire de Caroline Durut : "Étude de la rentabilité d'un contrat de retraite de type « Article 83 » du point de vue de l'assuré" décrit notamment cette rentabilité pour les assurés via l'indicateur TRI (Taux de Rendement Interne).
- **Du point de vue de l'assureur :** la rentabilité peut être estimée sur le même principe que pour les assurés. L'assureur peut chercher à estimer ce que va lui rapporter les contrats qu'il détient en portefeuille par rapport au capital qu'il a immobilisé. Un indicateur qu'on pourrait étudier se présente comme le résultat probable de l'assureur par rapport au capital à immobiliser. Cet indicateur pourrait être le RAROC (Risk Adjusted Return On Capital) :

$$RAROC = \frac{\text{Résultat}}{\text{Fonds propres ajustés}}$$

Le RAROC est un indicateur synthétique permettant d'analyser la rentabilité d'une opération vis-à-vis du risque associé.

Chapitre 2

Contexte réglementaire : loi SAPIN 2 - FRPS

2.1 Historiques des réglementations pour les retraites supplémentaires françaises

En France, les retraites professionnelles supplémentaires sont gérées par des assureurs qui doivent se soumettre à différentes réglementations. En particulier, les assureurs doivent disposer de fonds propres suffisants pour faire face à différents risques.

2.1.1 Solvabilité 1

Solvabilité 1 a été mis en place en 1973 en assurance non-vie¹ et 1979 en assurance vie².

Exigences quantitatives

Sous Solvabilité 1, à tout instant la marge de solvabilité constituée doit être supérieure à la marge minimale réglementaire. Cette marge est définie, ci-dessous, pour une société d'assurance vie :

$$MSR = (4\% \times PM_{hors UC} + 1\% \times PM_{UC}) \times \max(\text{Ratio de réassurance}; 85\%) \\ + 0.3\% \times \text{capitaux sous risques} \times \max(\text{Ratio de réassurance}; 50\%)$$

Avec :

- $PM_{hors UC}$, les provisions mathématiques représentatifs des encours euros.
- PM_{UC} , les provisions mathématiques représentatifs des encours en unités de compte.
- Le ratio de réassurance est défini comme ci-dessous :

$$\text{Ratio de réassurance} = \frac{\text{provisions mathématiques nettes de réassurance}}{\text{provisions mathématiques brutes de réassurance}}$$

1. Directive Européenne numéro 73-239 du 24 juillet 1973

2. Directive Européenne numéro 79-267 du 5 mars 1979

Intérêts et limites

L'intérêt principal de Solvabilité 1 est sa simplicité. Le calcul des exigences réglementaires est peu coûteux et simple à implémenter. Néanmoins, face à ces avantages, des limites quantitatives et qualitatives existent.

- **Limites quantitatives :** on reproche souvent le caractère forfaitaire de Solvabilité 1. Cette réglementation ne prend pas en compte les particularités des passifs du portefeuille.
- **Limites qualitatives :** il n'y a pas de surveillance sur le contrôle interne.

2.1.2 IRP

En 2003, des "fonds" de pension ont été créés en Europe pour harmoniser les règles prudentielles des organismes de gestion des retraites supplémentaires européennes par la directive 2003/41/CE du Parlement européen et du Conseil du 3 juin 2003 sur les activités et la surveillance des institutions de retraite professionnelle (les « IRP »). Le contrôle de l'IRP s'effectue par les autorités du pays dans lequel l'IRP a son siège. Les règles financières fixées par la directive sont minimales et chaque état peut fixer des exigences supplémentaires.

En France, l'ordonnance numéro 2006-344 du 23 mars 2006³ relative aux retraites professionnelles supplémentaires transpose la directive IRP. L'agrément RPS est issu de l'application de la Directive IORP aux organismes d'assurance, conformément à l'option définie à l'article 4 de la Directive. L'agrément autorise les entreprises d'assurance qui en font la demande à pratiquer des opérations de retraite professionnelle relevant du régime prévu par la Directive IRP. Les organismes d'assurance gèrent ces IRP au sein de leurs bilans dans des cantons séparés des autres activités. Les exigences quantitatives de ces régimes sont celles de Solvabilité 1. Ainsi pour le portefeuille étudié, les exigences de solvabilité à respecter représentent 4% des provisions mathématiques. À noter que les régimes de retraite gérés sous le régime des IRP bénéficient d'un délai d'application de Solvabilité 2 qui s'étend jusqu'au 31/12/2022.

2.1.3 Solvabilité 2

Le 1^{er} janvier 2016 voit l'entrée en vigueur d'un nouveau référentiel prudentiel "Solvabilité 2". Ce référentiel impose des règles prudentielles exigeantes pour les régimes de retraite supplémentaire. Un des objectifs de cette réforme est d'imposer des montants de fonds propres mieux adaptés aux entreprises d'assurance que sous la réglementation Solvabilité 1.

Sous Solvabilité 1, le montant est forfaitaire et la marge à constituer ne prend pas en compte les spécificités du portefeuille et de la gestion qui en est faite, alors que, sous Solvabilité 2, le montant dépend des spécificités du portefeuille étudié. En outre sous Solvabilité 2, il est communément dit que la détention d'actifs non amortissables est coûteuse en capital. Ainsi les organismes d'assurance auraient intérêt à limiter certains investissements et se recentrer sur des produits financiers de type obligataires ou monétaires. Pour les contrats retraite, le risque serait de voir une diminution des performances financières des portefeuilles retraite. C'est notamment pour cela que certains estiment que Solvabilité 2 ne prend pas suffisamment en compte la durée importante des produits retraite. Un argument supplémentaire est que la réglementation Solvabilité 2 impose, en théorie, aux assureurs une détention de fonds propres à horizon un an positive dans 99,5% des cas.

3. Cette ordonnance s'accompagne du décret numéro 2006-740 et de l'arrêté du 27/06/2006.

Passage du bilan Solvabilité 1 à Solvabilité 2

Graphique présentant le passage du bilan Solvabilité 1 à Solvabilité 2⁴

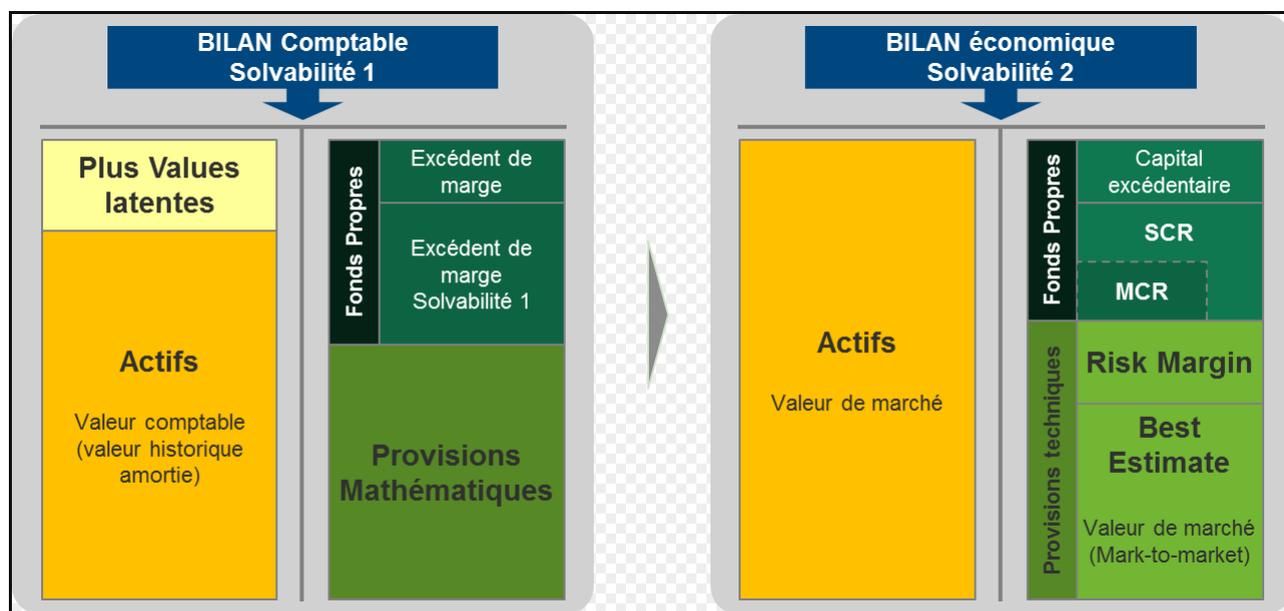


FIGURE 2.1 – Passage du bilan Solvabilité 1 à Solvabilité 2

Exigences quantitatives

Dans le cadre du mémoire nous étudions essentiellement le pilier 1 de Solvabilité 2 et en particulier les exigences en capital suivantes : le **MCR** (Minimum Capital Requirement) et le **SCR** (Solvency Capital Requirement).

Le **MCR** correspond au montant minimum en deçà duquel les autorités de contrôle prendront des mesures restrictives à l'encontre de l'assureur. En cas de non respect de ce montant, la compagnie d'assurance risque une cessation d'activité via un retrait d'agrément par les autorités. Le MCR se calcule grâce à la formule donnée dans les règlements délégués, il doit notamment être compris entre 35% et 45% du SCR et respecter un plancher de 3 200 000 euros pour les compagnies d'assurance vie.

Le **SCR** correspond à une Value at Risk à 99,5% à horizon un an, c'est-à-dire au capital économique dont a besoin une entreprise d'assurance pour que la probabilité de ruine à horizon un an soit au plus égale à 0,5%. Ainsi en théorie un assureur pourrait faire faillite au plus une fois tous les deux cent ans. Soit la NAV_n (Net Asset Value)⁵ les fonds propres de l'assureur de l'année n. Nous avons donc :

$$P(NAV_1 \geq 0) \geq 99,5\%$$

Les assureurs doivent à toute période t respecter un ratio de solvabilité supérieur à 100%.

$$Ratio\ de\ solvabilité_t = \frac{Fonds\ Propres_t}{SCR_t}$$

4. Source : www.insurancespeaker-wavestone.com

5. La NAV correspond à la différence entre la valeur de marché des actifs et le Best Estimate.

Ces exigences peuvent être calculées via une formule standard ou un modèle interne dont l'utilisation aura été au préalable autorisée par l'autorité de contrôle (ACPR). Dans le cadre du mémoire, nous calculerons le SCR via la formule standard. L'EIOPA (European Insurance and Occupational Pensions Authority) définit le calcul du SCR en six blocs (aussi appelés modules) rassemblant les grands risques auxquels sont confrontés les organismes d'assurance : marché, santé, défaut, vie, non-vie et intangible. Le portefeuille de retraite étudié est confronté à deux de ces six risques : marché et vie.

2.2 La réforme des FRPS

La loi Sapin 2

Le calendrier de la loi Sapin 2 est présenté ci-dessous :

Conseil des ministres	1 ^{ère} lecture		2 ^{ème} lecture		3 ^{ème} lecture	Conseil constit.	Président de la République
	A.N.	Sénat	A.N.	Sénat	A.N.		
Présentation	Vote	Vote	Texte	Vote	Vote	Décision	Prom.
30/03/16	14/06/16	08/07/16	29/09/16	03/11/16	08/11/16	08/12/16	09/12/16

TABLE 2.1 – Calendrier de la loi Sapin 2

avec :

- A.N. : Assemblée Nationale
- Prom. : Promulgation

Le projet de loi relatif à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique, dite "loi Sapin II", adopté le 8 novembre 2016 par les parlementaires, prévoit d'autoriser le gouvernement à créer par voie d'ordonnance des fonds de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS). Cette loi a été promulguée le 9 décembre 2016. En effet l'article 114 de la loi Sapin II permet via la création de fonds de pension de ne pas appliquer le référentiel Solvabilité 2. Ainsi trois piliers existent sous la réglementation des FRPS :

- Pilier 1 : Solvabilité 1 adapté aux FRPS avec l'ajout de tests de résistance.
- Pilier 2 et 3 : Solvabilité 2 adapté aux FRPS

L'ordonnance précise le contour de ces fonds, qui pourront prendre la forme d'une société anonyme, d'une société d'assurance mutuelle, d'une institution de prévoyance ou d'une mutuelle. Cette ordonnance est parue mais doit encore être ratifiée au parlement. Ils devront respecter une marge de solvabilité calculée selon des modalités définies en Conseil d'État. Les règles de reporting et de gouvernance seront proches de celles édictées par Solvabilité 2.

L'article 114 de la loi Sapin 2 "habilite le gouvernement à créer, au niveau national, une nouvelle forme d'organisme exerçant une activité de retraite professionnelle supplémentaire et pouvant bénéficier d'un régime prudentiel ad hoc". Le contrôle des FRPS est assuré par l'ACPR. Le graphique ci-dessous synthétise les possibilités de passer sous les différents cadres réglementaires.

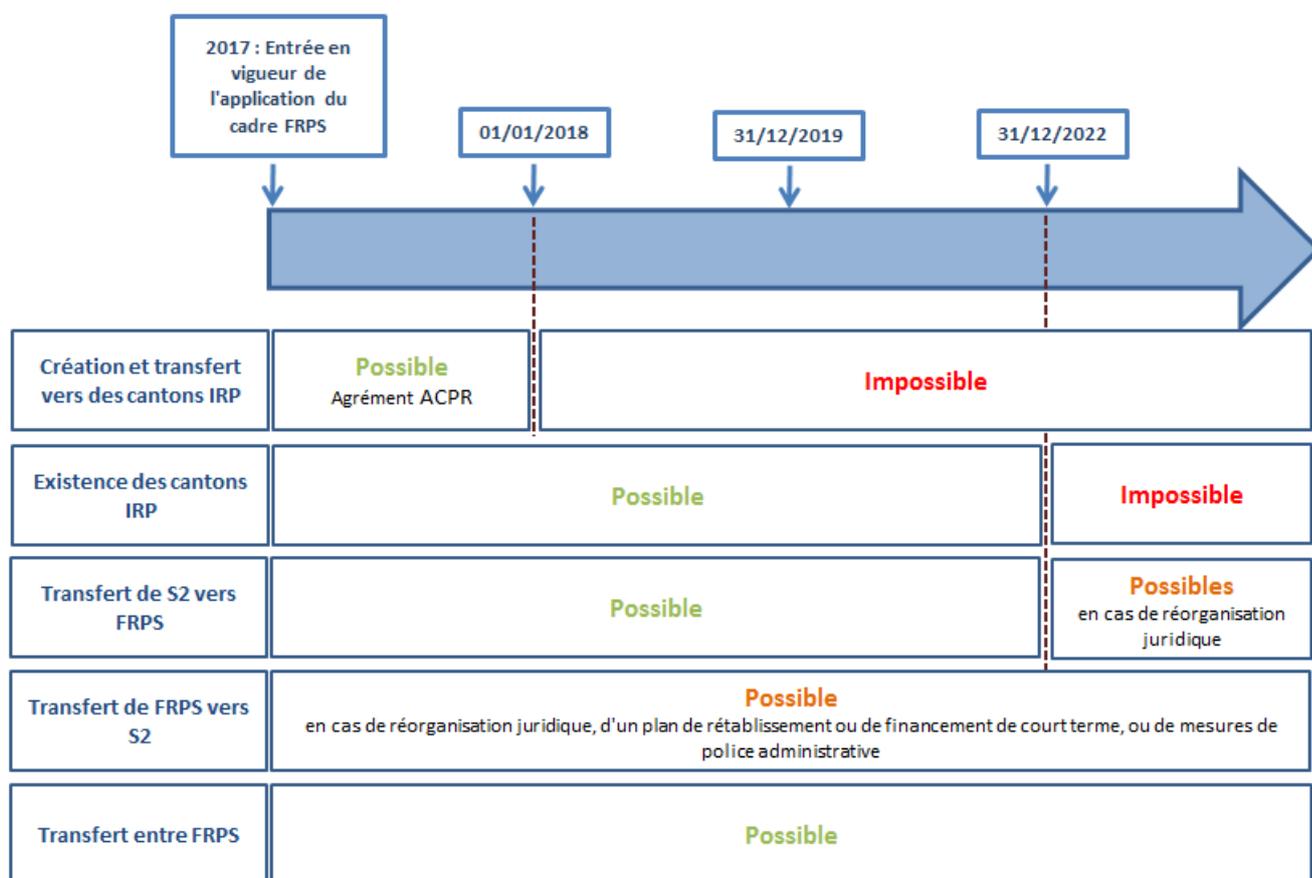


FIGURE 2.2 – Application du cadre FRPS - source ACPR

2.2.1 Les textes

Le processus juridique pour l'établissement des différents textes est le suivant :

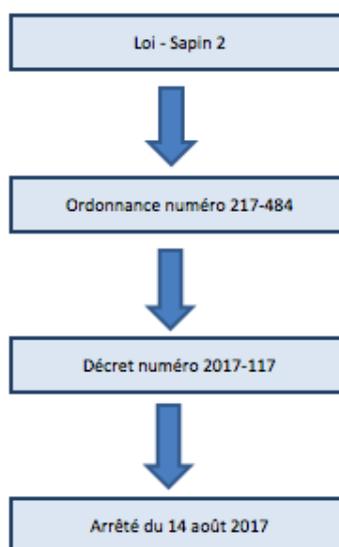


FIGURE 2.3 – Schéma du processus juridique

L'ordonnance

L'ordonnance numéro 2017-484 du 6 avril 2017 publiée au Journal Officiel du 7 avril 2017, est relative à la création d'organismes dédiés à l'exercice de l'activité de retraite professionnelle supplémentaire et à l'adaptation des régimes de retraite supplémentaire en unités de rente. Au moment où ce mémoire est écrit, l'ordonnance est parue mais doit encore être ratifiée au parlement. Une première partie de l'ordonnance traite des conditions de création des fonds de retraite professionnelle supplémentaire et une deuxième partie traite de l'adaptation des régimes de retraite supplémentaire en unités de rente. Dans le cadre du mémoire on s'intéressera à la première partie et l'ordonnance énonce notamment les points suivants :

- Les FRPS sont inscrits dans le Code des Assurances.
- Les FRPS deviennent des filiales potentielles pour les sociétés d'assurance ou mutuelles.
- Les actifs des contrats régis par le cadre des FRPS sont conservés par des dépositaires distincts du FRPS.

- L'article L-310-3-3 :

"Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire ne sont pas des entreprises relevant du régime dit " Solvabilité II " définies à l'article L. 310-3-1, ni des entreprises ne relevant pas du régime dit " Solvabilité II "."

- Le transfert proportionnel de risque est autorisé entre les FRPS.
- Les FRPS sont constitués sous la forme d'une société anonyme ou d'une société d'assurance mutuelle.
- Il est permis d'établir des comptabilités auxiliaires d'affectation pour les engagements des contrats.
- Les FRPS ne peuvent commencer leurs opérations qu'après l'obtention d'un agrément administratif délivré par l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution (ACPR). L'ACPR doit notamment vérifier les éléments définis suivants :

Extrait L. 382-2 de l'ordonnance FRPS

- 1. Les moyens techniques et financiers que le fonds propose de mettre en oeuvre sont suffisants et adéquats au regard de son programme d'activité.
 - 3. "... les modalités de constitution du fonds d'établissement, garantissent une gestion saine et prudente.
- Les règles financières et prudentielles sont explicités notamment :
 - Le respect d'une marge réglementaire :

Art L. 385-2 - Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire doivent à tout moment respecter une marge de solvabilité calculée selon des modalités définies par voie réglementaire.
 - Les tests de résistance :

Art L. 385-3 - Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire effectuent chaque année, un test de résistance destiné à évaluer leur capacité à faire face à leurs engagements à l'égard de leurs assurés, membres adhérents et participants, notamment dans certains scénarios représentant des conditions détériorées de marché.

– Des investissements conformes au principe de la "personne prudente" :

Art L. 385-4 - Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire investissent l'ensemble de leurs actifs conformément au principe de la " personne prudente".

– Le respect et la mise en place d'un système de gouvernance.

– Les rapports et documents à fournir régulièrement à l'ACPR (Art. 385-6), comme le rapport sur la solvabilité et la situation financière de l'article L. 385-7 ou les résultats des tests de résistance.

Le décret

Le décret numéro 2017-1171 du 18 juillet 2017 publié au Journal Officiel du 19 avril 2017 fixe les règles applicables aux fonds de retraite professionnelle supplémentaire et détaille notamment les règles de création des FRPS, la délivrance de l'agrément, l'organisation de la gouvernance et la gestion financière et prudentielle des FRPS. Ainsi les éléments suivants sont explicités dans le décret :

- Le transfert de risque d'un FRPS est limité à 10% de ses provisions mathématiques (R. 342-9).
- L'intégration du FRPS pour le calcul de solvabilité au niveau groupe est précisé (R 356-10).
- Les retraits d'agrément des FRPS (R 383-1).
- La constitution de la marge de solvabilité.
- Le principe des tests de résistance est détaillé en explicitant quatre scénarios : un scénario central qui prolonge les conditions économiques à la date du dernier arrêté et trois chocs de ce scénario central dont un de baisse des rendements financiers issus des titres non amortissables, un de baisse des taux et un de baisse de la mortalité.
- Les règles d'investissement sont détaillées (R385-5 à R 385-15)
- Le système de gouvernance est détaillé (R 385-16).
- Les informations à fournir à l'ACPR (R 385-17) dont les tests de résistance.
- Il est défini le capital à immobiliser issu des tests de résistance (R385-25).

À noter que d'autres décrets sont également apparus comme le décret numéro 2017-1172 du 18 juillet 2017 qui porte sur l'adaptation des régimes de retraite supplémentaire en unités de rentes.

L'arrêté

L'arrêté du 14 août 2017 fixe les règles applicables aux fonds de retraite professionnelle supplémentaire. Il comprend deux parties, la première traite de la création des FRPS et la seconde de l'adaptation des régimes de retraite supplémentaire en unités de rente. Dans le cadre de l'étude on traitera uniquement la première partie.

- L'article A 132-1 du Code des Assurances est modifié pour intégrer les FRPS dans la contrainte de taux d'intérêts techniques.
- L'article A 132-2 du Code des Assurances est modifié pour permettre aux FRPS de garantir des taux d'intérêts technique et une clause de participation aux bénéfices plus favorable aux assurés que la clause réglementaire.
- La clause de participation aux bénéfices minimale s'applique aux FRPS.
- L'article A 132-16 fixe la reprise maximale de la participation aux excédents à 15 ans contre 8 ans pour les autres produits d'assurance vie.
- Les conditions de tables de mortalité de l'article A 132-16 s'appliquent aux FRPS.
- Les titres rentrant dans la composition de la marge de solvabilité sont explicités.
- L'article A 385-2 explicite les hypothèses permettant de générer le scénario central.
- L'article A 385-3 définit les trois chocs à implémenter.

2.2.2 Les exigences quantitatives

Le critère forfaitaire

Dans la sous-section 2 du décret FRPS - 060317, l'article R. 385-2-1 présente le niveau d'exigence minimal de marge de solvabilité. Cette exigence forfaitaire correspond à Solvabilité 1 dans le cadre du portefeuille étudié :

$$\text{Marge de solvabilité} = 4\% \times PM_{hors UC} \times 100\%$$

L'exigence des FRPS correspond à la somme de cette composante et du capital supplémentaire issu des tests de résistance présentés ci-dessous.

Les tests de résistance

L'ordonnance numéro 2017-484 énonce le principe des tests de résistance :

Article L - 385-3 : "Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire effectuent chaque année un test de résistance destiné à évaluer leur capacité à faire face à leurs engagements à l'égard de leurs assurés, membres, adhérents et participants, notamment dans certains scénarios représentant des conditions détériorées de marché."

Les hypothèses de réalisation des tests sont définies au niveau du décret et de l'arrêté. L'article R 385-4 du décret portant sur les FRPS définit les principes sur lesquelles doivent s'effectuer les tests de résistance :

Art. R. 385-2-3. Les tests de résistance mentionnés à l'article L. 385-3 consistent en une projection pour le futur de l'activité du fonds de retraite professionnelle supplémentaire. Cette projection est réalisée par :

- a) un scénario prolongeant les conditions économiques existant à la date du dernier arrêté comptable ;
- b) des scénarios dégradés portant sur une baisse des taux d'intérêt, une baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables ou une baisse de la mortalité des assurés.

Pour chacun de ces scénarios, le fonds de retraite professionnelle supplémentaire calcule, pour chaque exercice jusqu'à l'horizon de projection, sa marge de solvabilité constituée et son exigence minimale de marge. Ces calculs sont effectués conformément aux règles prévues aux sous-sections 1 à 3 de la présente section.

Les conditions et hypothèses à utiliser pour les projections mentionnées au I sont fixées par arrêté du ministre chargé de l'économie, après avis de l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution.

L'article R. 385-25 du décret numéro 2017-1171⁶ définit qu'en cas d'insuffisance sur un des scénario réglementaire, l'assureur doit mettre en place un plan de convergence : "ce plan de convergence est soumis à l'approbation de l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution dans un délai de trois mois". Cependant au vu de ce plan de convergence, "l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution peut exiger du fonds de retraite professionnelle supplémentaire une marge de solvabilité renforcée". Autrement dit l'ACPR peut exiger que l'assureur immobilise davantage de capital que les fonds propres forfaitaires Solvabilité 1. Cependant l'exigence ne peut être supérieure à la somme de :

- L'exigence minimale de marge à la date du dernier arrêté.
- L'exigence de marge complémentaire de l'exercice précédent.
- Le "maximum, sur les différentes années de projection, du résultat de la division par la durée, exprimée en nombre d'années, de la différence entre le maximum de son exigence minimale de marge de solvabilité et de fonds de garantie, à la fin de l'exercice projeté pour le scénario considéré, et la marge de solvabilité constituée à cette même date pour le même scénario".

Dans l'étude, on considère qu'il n'y a pas d'exigence de marge complémentaire de l'exercice précédent (étant donné que le portefeuille est régi par Solvabilité 2), autrement dit l'exigence supplémentaire, au 31/12/2016, ne peut excéder la formule définie ci-dessous :

$$\textit{Exigence supplémentaire} = \max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right)$$

avec : x_i qui représente l'insuffisance en capital de l'exercice i du scénario le plus défavorable pour l'assureur l'année i .

6. Voir en annexe

Scénario 1 : Baisse des taux d'intérêt

L'article A. 385-3 de l'arrêté FRPS définit les hypothèses à implémenter pour ce scénario :

"Pour le scénario de baisse des taux d'intérêt, le niveau des taux d'intérêt pour les valeurs amortissables ainsi que celui servant de référence pour le calcul des provisions techniques est diminué, pour toute la durée de la projection, du maximum entre une baisse relative de 40% et une baisse absolue de 0,75%, sans pouvoir toutefois être inférieur à 0% ou supérieur à 3,5 % "

Scénario 2 : Baisse des rendements financiers

L'article A. 385-3 de l'arrêté FRPS définit les hypothèses à implémenter pour ce scénario :

"Dans le scénario de baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables, le niveau des rendements des actifs non amortissables est diminué de 30%."

Scénario 3 : Baisse de la mortalité

L'article A. 385-3 de l'arrêté FRPS définit les hypothèses à implémenter pour ce scénario :

"Dans le scénario de baisse de la mortalité, le taux de mortalité à tout âge est diminué de 10%".

Ainsi, l'exigence en capital requis pour les FRPS est défini comme ci-dessous :

$$\text{Capital FRPS} = 4\% \times PM_{hors UC} + \max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right)$$

où x_i correspond à l'insuffisance en capital, de l'année i , du scénario le plus coûteux en capital.

Constitution de la marge de solvabilité

L'ACPR a rédigé une notice sur l'admissibilité des plus-values latentes en constitution de la marge de fonds propres. L'objectif de l'ACPR est de pallier au manque d'homogénéité des traitements des entreprises et il lui paraît préférable que l'admissibilité des plus values latentes fasse l'objet d'une demande. La demande peut avoir lieu en parallèle de la demande de transfert des engagements au sein du FRPS. Un délai de deux mois est nécessaire à l'examen de la demande.

- **Au niveau individuel** : les plus-values-latentes sont admissibles en couverture de l'exigence de marge de solvabilité dès lors qu'elles n'ont pas un caractère exceptionnel. Pour les comptabilités auxiliaires d'affectation, la part admissible ne peut représenter plus de 15% des PVL étant donné que les participations aux droits des assurés doivent être déduits.
- **Au niveau groupe** : une distinction est effectuée entre l'exigence minimale de marge (EMS) et les éléments au-delà. L'exigence minimale de marge ne doit pas être couverte par plus de 50% des plus values latentes. Au-delà de l'exigence minimale de marge, les règles sont similaires à celles au niveau individuel.

Le schéma suivant, inspiré de l'annexe de la notice de l'ACPR, synthétise l'admissibilité des fonds propres au niveau du FRPS et au niveau du groupe :

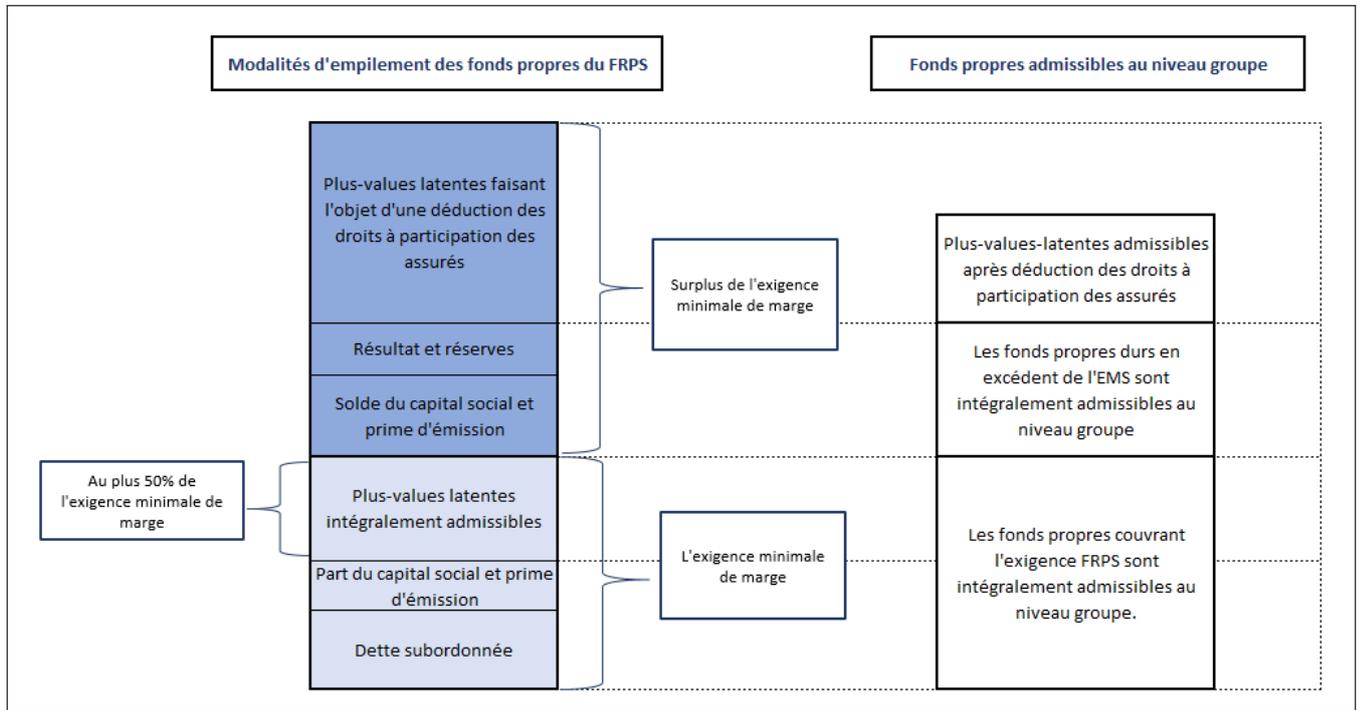


FIGURE 2.4 – Plus-values-latentes

Chapitre 3

Les modélisations

Les modélisations ont été implémentées à l'aide du logiciel "Prophet". Dans cette partie on explicitera les trois étapes principales des modélisations : la réalisation des "model points", les projections déterministes et les projections ALS. L'objectif de cette partie est de limiter l'"effet boîte noire" afférent à une modélisation sur un logiciel en explicitant certains paramètres des modélisations.

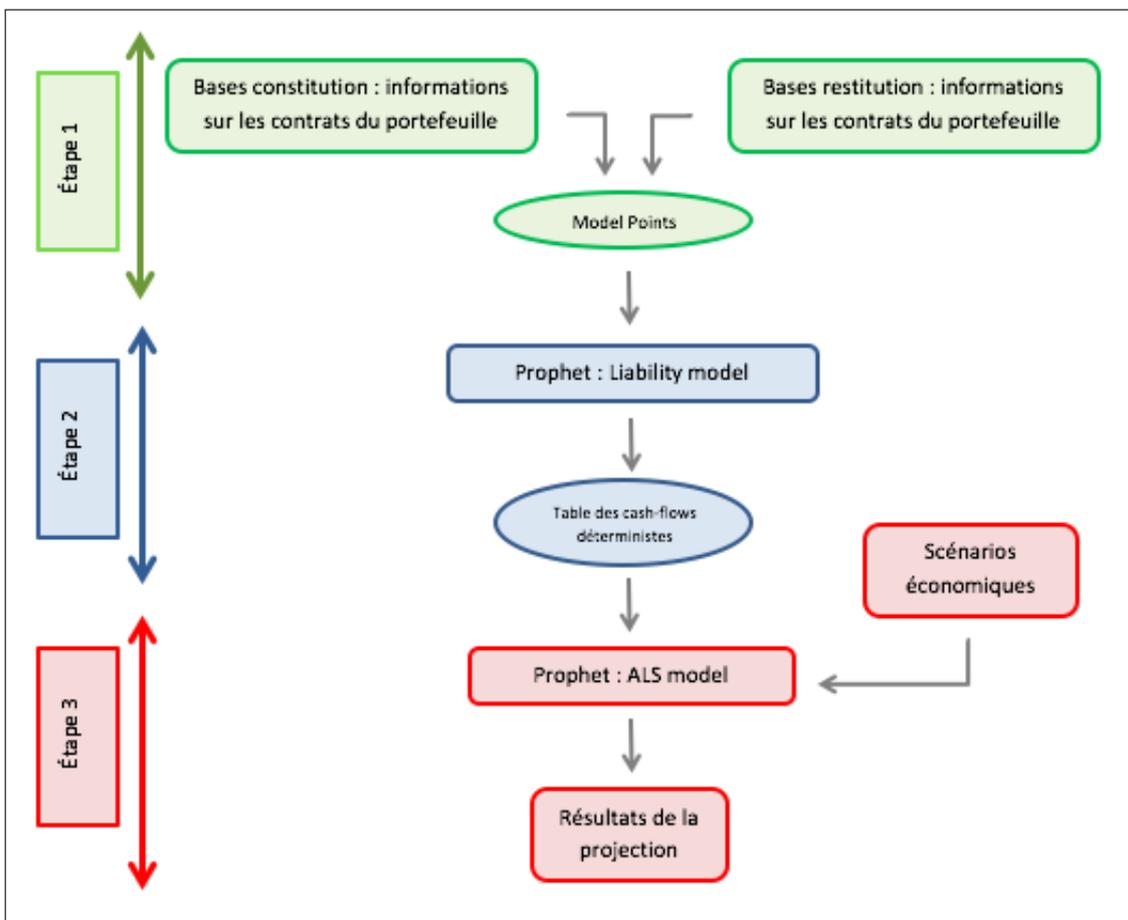


FIGURE 3.1 – Schéma des étapes de la modélisation

La méthodologie mise en place repose sur une approche dite de "flexing" c'est-à-dire que les modélisations reposent sur des flux déterministes de passif qui sont ensuite ajustés. Nous produisons les flux déterministes, tels que les provisions mathématiques, les primes, les prestations, les

frais et les commissions, à l'aide d'une projection déterministe (l'étape 2). Cette projection tient uniquement compte d'une revalorisation des contrats à leur taux minimum garanti. Le «flexing» effectué dans le modèle ALS consiste à ajuster les flux déterministes de manière à prendre en compte l'impact sur ces derniers de **l'environnement économique** et de **la politique de management de la compagnie**.

Nous allons détailler les trois étapes des modélisations : l'élaboration des "model points", la projection déterministe puis la projection ALS.

3.1 Étape 1 : élaboration des "model points"

En premier lieu nous devons représenter les passifs du portefeuille. Pour cela nous créons des "model points" qui rassemblent toutes les données requises par le modèle pour projeter les contrats. Une ligne dans un model point représente une police ou un groupe de police. Le règlement délégué de janvier 2015 précise que ces regroupements de polices sont possibles dans le cas où les polices considérées et les risques sous-jacents sont similaires. Ainsi ces regroupements de contrat n'entravent pas les résultats des projections. Ces model points renseignent, par exemple, les données suivantes sur les contrats : âge, sexe, provisions. Ci-dessous voici un exemple des variables présentes dans les "model points" et leur description :

Variable	Description
AGE_AT_ENTRY	Age à la souscription de la première tête
DURATIONIF_M	Durée écoulée depuis la souscription en mois
C_PRLV_FG_PC_MP	En constitution : taux de chargements de gestion sur encours
A_PRLV_FG_PC_MP	En restitution : taux de chargements de gestion sur encours
C_VAL_INT_PC_MP	En constitution : taux d'intérêt technique net
A_VAL_INT_PC_MP	En restitution : taux d'intérêt technique net
TABLE_TARIF	Table de mortalité de tarification et de provisionnement
ANNUAL_PREM	Montant annuel de la prime commerciale
INIT_EPG_PP	Provisions mathématiques à la date d'évaluation

TABLE 3.1 – Exemple de variables

3.2 Étape 2 : Prophet - déterministe

La projection déterministe nécessite en plus des "model points" (obtenus à l'étape 1), des tables de paramètres. Il existe, par exemple, une table de mortalité servant à estimer les décès et à projeter la population chaque année. Nous avons ensuite projeté nos passifs de manière déterministe en tenant compte uniquement d'une revalorisation des contrats à leur taux minimum garanti. Nous obtenons en sortie une table avec les données suivantes :

- Des données globales sur le portefeuille : nombre de polices, provisions mathématiques.
- Des données sur les primes : primes brutes de chargements, primes nettes de chargements.
- Des données sur les prestations : prestations de rentes.
- Des données sur les revalorisations : intérêts crédités sur les contrats en stock, intérêts crédités sur les prestations.

- Des données sur les frais : frais d'acquisitions et frais récurrents.
- Des données sur les commissions : commissions d'acquisitions et commissions récurrentes.

La table de résultat contient notamment les variables suivantes :

Variable	Description
NO_POLS_IF	Nombre de polices
MATH_RES	Provisions mathématiques
PREM_INC	Primes émises
ANN_OUT	Montant annuel des rentes

TABLE 3.2 – Exemple de variables

C'est cette table qui sera utilisée en paramètre d'entrée pour l'étape 3 : la modélisation ALS. En effet la projection déterministe tient uniquement compte d'une revalorisation des contrats à leur taux minimum garanti, l'étape ALS permettra d'ajuster (flexer) ces différents résultats selon les règles de management de l'entreprise et les scénarios économiques.

La mortalité

Les décès sont projetés à partir des tables prospectives réglementaires :

- TGF05 pour les femmes.
- TGH05 pour les hommes.

Les provisions mathématiques

Le montant de la provision mathématique par police à chaque date est calculée différemment selon que le contrat soit en phase d'épargne ou en phase de rente :

- **En phase d'épargne** : la provision mathématique évolue selon trois facteurs (le taux d'intérêt technique, les frais de gestion et éventuellement les primes versées).¹

Au sein de l'étape 2, la modélisation déterministe, la revalorisation des contrats est effectuée au taux minimum garanti. Nous obtenons l'équation suivante pour les contrats en phase de constitution (si aucune prime n'est versée) :

$$Provisions_t = Provisions_{t-1} \times (1 + \text{taux net de frais})$$

- **En phase de rente** : la provision mathématique se calcule à l'aide du montant de rente (éventuellement revalorisé avec de la participation aux bénéfices), de la table de mortalité servant au provisionnement et du taux d'intérêt technique.²

Nous avons représenté, ci-dessous, l'évolution déterministe des provisions mathématiques des contrats du portefeuille revalorisés à leur taux minimum garanti.

1. La participation aux bénéfices n'est prise en compte que dans l'étape 3 : la modélisation ALS

2. La participation aux bénéfices n'est prise en compte que dans l'étape 3 : la modélisation ALS

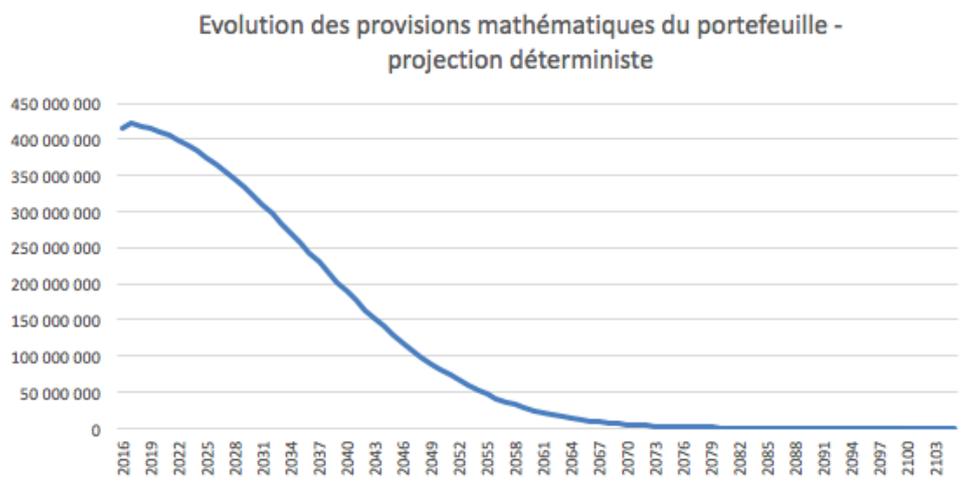


FIGURE 3.2 – Projection déterministe des PM

Liquidation des droits à la retraite

Pour les modélisations présentées par la suite, on suppose que les affiliés prennent leur retraite à 65 ans. En effet nous ne possédons pas de loi de passage en rente et nous n'en avons pas construite. Pour les conversions en rente, les tables utilisées pour le calcul des rentes sont définies par contrat.

Projection des primes

Dans la suite de l'étude, pour les scénarios pour lesquels on projette les primes du portefeuille, on utilise une loi de réduction des primes. Cette loi a été calibrée à l'aide du passé.

Les frais, chargements et commissions

Les frais, chargements et commissions implémentés sont ceux présentés lors de la partie 1 du mémoire. À noter que les frais financiers sont définis à l'étape 3 (modélisation ALS).

3.3 Étape 3 : Prophet - ALS

L'étape suivante sert à ajuster les flux de passif déterministes obtenus précédemment. Nous avons utilisé la librairie ALS qui permet de modéliser les actifs ainsi que les interactions actif/passif de la compagnie. Cette partie de la modélisation prend en entrée deux types de variables :

- Les résultats déterministes de la modélisation prophet déterministe (étape 2).
- Les tables de paramètres, notamment sur les actifs et les règles de management de la compagnie. Par la suite, nous présenterons le fonctionnement de certaines de ces tables et les différents paramétrages selon la modélisation implémentée (FRPS ou Solvabilité 2).

Chaque flux de passif bénéficie d'un ratio de flexing, c'est-à-dire que chaque flux déterministe est multiplié par un ratio qui lui est propre. Ainsi la modélisation réalisée permet de prendre en compte l'impact, sur les flux de passif, de l'environnement économique et de la politique de management de la compagnie. L'environnement économique est notamment représenté dans une table appelée "stochret" qui peut contenir un ou plusieurs scénarios économiques. Dans le cas

de la modélisation des FRPS, on considérera un scénario central déterministe défini de manière réglementaire alors que sous la modélisation Solvabilité 2, on considérera 1 000 scénarios obtenus à l'aide d'un générateur de scénarios économiques.

Tables de scénarios économiques

Pour chaque scénario économique, on retrouve les informations suivantes dans la table "*stochret*" :

- Les actifs amortissables :
 - Les prix zéro coupon, obligations d'états.
 - Les prix réels.
 - Les prix zéro coupon, obligations corporates.
- Les probabilités d'états et de transitions des obligations corporate, probabilités d'avoir un rating donné à une date donnée.
- Les actifs non amortissables :
 - Les indices actions par classe action.
 - Les rendements actions par classe action.
- L'indice inflation.
- Les déflateurs.

Tables d'actifs

Actifs détenus en portefeuille

Les actifs sont modélisés dans un "pool". Ainsi lorsque l'on souhaite modéliser des portefeuilles de natures différentes on peut définir plusieurs pools et définir des règles de gestion différentes par "pool". Nous définissons ainsi à la maille pool les règles d'allocation d'actifs et le niveau de la participation aux bénéficiaires. Les actifs qui composent ces pools, au 31/12/2016, sont déterminés par différentes tables d'actifs, une table sur les obligations indique notamment les maturités des obligations détenues en portefeuille et le montant annuel des coupons.

Les règles de management

La stratégie de détention des actifs

On peut définir plusieurs stratégies d'allocation d'actifs.

- On peut se positionner en situation de "run-off" face à des actifs, c'est-à-dire qu'on n'achète ni ne vend ce type d'actif.
- On peut réaliser une stratégie dans laquelle on se fixe un taux de détention vers lequel on se réajuste par achat et/ou vente à chaque fin d'année.
- On peut se fixer un taux de détention vers lequel on se réajuste uniquement par achat à chaque fin d'année.
- On peut se fixer un taux de détention vers lequel on se réajuste uniquement par vente à chaque fin d'année.

L'allocation d'actifs

Nous allons décrire le fonctionnement des règles d'allocation d'actifs qui seront utilisées lors des modélisations. Pour chaque classe d'actifs, trois paramètres sont définis :

- Un pourcentage cible : c'est le niveau d'allocation que l'on cherche à obtenir pour la classe d'actif considérée.
- Un seuil plancher : c'est le pourcentage minimum que l'on autorise pour la classe d'actif considérée.
- Un plafond : c'est le pourcentage maximum que l'on autorise pour la classe d'actif considérée.

Nous verrons, par la suite, comment sont définies les bornes d'allocation d'actifs pour les modélisations des FRPS et sous Solvabilité 2.

À chaque fin d'exercice, le modèle effectue une réallocation des actifs afin que la répartition, basée sur les valeurs de marché, entre les différents types/catégories d'actifs reflètent la stratégie d'allocation d'actifs de la compagnie. Le fonctionnement est explicité ci-dessous avec, par exemple, la classe d'actif actions :

1. Au 31 décembre de chaque année pour les actions, le portefeuille possède l'allocation suivante :

$$Allocation_t = \frac{Valeur\ marché\ actions_t}{Valeur\ marché\ de\ tous\ les\ actifs_t}$$

2. Pour chaque classe d'actif, le modèle calcule des montants d'achats/ventes à réaliser afin de ramener l'allocation entre son plancher et son plafond. Les achats/ventes sont calculés en pourcentage de valeur de marché totale.

$$Achat/Vente_t = \begin{cases} Allocation_t^{max} - Allocation_t, & \text{si } Allocation_t > Allocation_t^{max} \\ Allocation_t^{min} - Allocation_t, & \text{si } Allocation_t < Allocation_t^{min} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

avec :

- $Allocation_t^{min}$: le taux d'actifs, action dans cet exemple, minimum à détenir en portefeuille à la date t.
- $Allocation_t^{max}$: le taux d'actifs action, dans cet exemple, maximum à détenir en portefeuille à la date t.

Dans le premier cas, il s'agit donc de ventes sur cette classe d'actif et dans le second d'achats.

Stratégie de participation aux bénéfices

Les produits modélisés possèdent des clauses de participation aux bénéfices contractuelles définies dans la première partie de cette étude. La participation contractuelle se décompose comme la somme de la participation technique et participation financière.

Participation technique :

$$\text{Résultat mortalité} = \text{Provisions ouverture} + \text{Primes nettes} + \text{Intérêts techniques} \\ - \text{Prestations payées} - \text{Provisions clôture avant PB}$$

$$\text{Résultat technique} = \text{Résultat mortalité} + \text{Chargements sur encours} \\ + \text{Chargements sur primes} - \text{Frais} - \text{Commissions}$$

Participation financière :

$$\text{Résultat financier} = \text{Produits financiers bruts} - \text{Frais financiers} \\ - \text{Chargements sur encours} - \text{Revalorisations} - \text{Intérêts garantis}$$

Le calcul des produits financiers courants : ces produits correspondent aux revenus financiers perçus sur l'exercice, nets de frais financiers et des mouvements sur la réserve de capitalisation (RC).

Les étapes de la stratégie de participation aux bénéfices sont les suivantes :

1. Détermination de la **participation cible**, cette participation correspond à la participation que la compagnie souhaite verser dans le cadre de sa politique commerciale.
2. Détermination de la **participation contractuelle**, cette participation correspond à la participation que la compagnie s'est engagée à verser aux assurés conformément aux conditions générales des contrats.
3. Si la participation cible est supérieure à la participation contractuelle, on utilise les éventuelles richesses latentes, à savoir la Provision pour Participation aux Excédents et les plus-values latentes R 332-20.
4. Au contraire si la participation cible est inférieure à la participation contractuelle, le surplus servira à alimenter la PPE.

À noter que les garanties des contrats étudiés étant désavantageuses pour l'assureur au vu du contexte économique et démographique actuel, les résultats techniques et financiers sont souvent négatifs et la stratégie de participation aux bénéfices a globalement peu d'impact.

Les frais financiers

Les frais financiers implémentés sont de l'ordre de 0,09% des encours gérés.

La provision pour participation aux excédents (PPE)

La PPE correspond à une réserve de bénéfices non distribuées aux souscripteurs d'un contrat d'assurance vie. L'assureur dispose d'un délai maximum de huit années après leur constatation pour les distribuer aux assurés. La durée réglementaire maximale sera portée à quinze années pour les portefeuilles gérés sous la réglementation des FRPS. Au 31/12/2016, la PPE du portefeuille s'élève à près de 7 millions d'euros.

Réserve de capitalisation

Le glossaire de l'ACPR définit la réserve de capitalisation comme "une réserve alimentée par les plus-values réalisées sur les cessions d'obligations et reprise symétriquement uniquement en cas de réalisation de moins-values sur ce type d'actifs." Au 31/12/2016, la réserve de capitalisation du portefeuille s'élève à près de **6** millions d'euros.

3.4 Comparaison des modélisations Solvabilité 2 et FRPS

Le tableau ci-dessous recense certains éléments divergents entre les modélisations Solvabilité 2 et FRPS :

	Solvabilité 2	FRPS
Modélisation	Risque neutre	Risque réel
Courbe de taux (réinvestissements)	Courbe swap	Courbe plate
Nombre de scénarios économiques (en vision "centrale")	1 000	1
Durée de projection	60 ans	10 ans
Allocation d'actifs	Suivant management rules (corridor autour de l'allocation de départ)	Fixe
Reprise PPE	8 ans	15 ans

TABLE 3.3 – Comparaison modélisations

Les deux modes de valorisation des flux futurs sont :

- La modélisation Solvabilité 2 est effectuée sous probabilité risque neutre. Sous la probabilité risque-neutre, tous les prix actualisés évoluent en moyenne au taux sans risque.
- La modélisation des FRPS est effectuée sous l'univers monde réel. Sous la probabilité historique, les rendements des actifs incluent une prime de risque.

3.5 Critiques/limites des modélisations

Nous avons détecté quelques limites et critiques aux modélisations implémentées dans ce mémoire :

- Le flexing est une approximation. Un segment est modélisé comme un unique contrat agrégé, donc toutes les informations propres à chaque police sont perdues.
- Nous avons essayé tout au long de ce mémoire de limiter l'"effet boîte noire" afférent à une modélisation sous le logiciel "prophet" mais peut-être que certains paramètres auraient pu être davantage exploités ou étudiés.
- Lorsque nous projetons les primes, ces dernières font face à une loi de réduction basée sur l'historique mais nous n'avons pas étudié la manière dont cette loi a été créée. Cependant les primes sont relativement faibles au sein du portefeuille et nous ne les projetons pas dans les scénarios réglementaires.

- Nous ne possédons pas et n'avons pas élaboré de loi de passage en rente. Ainsi l'hypothèse utilisée de faire passer en rente les individus lorsqu'ils sont âgés de 65 ans peut paraître forte. Cependant nous avons pris cette hypothèse pour toutes les modélisations (Solvabilité 2 et FRPS) afin d'harmoniser les résultats.

Chapitre 4

Exigence en fonds propres et rentabilité sous Solvabilité 2

Dans cette partie on va calculer le capital Solvabilité 2 requis au 31/12/2016.

4.1 L'univers risque-neutre

L'univers risque-neutre est un univers fictif qui a été créé pour faciliter et uniformiser les calculs de valorisations. Dans cet univers il y a l'hypothèse d'Absence d'Opportunité d'Arbitrage (AOA), c'est-à-dire qu'il n'existe aucune stratégie permettant pour un investissement initial nul, d'acquérir une richesse dans le futur. Les tables d'actifs détenues en portefeuille sont risques neutralisées. La courbe des taux sans risques définie par l'EIOPA au 31/12/2016 est la suivante :

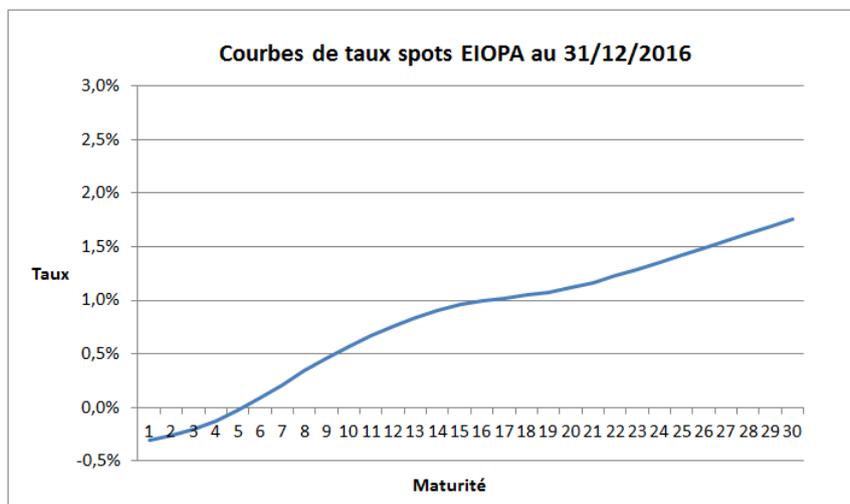


FIGURE 4.1 – Courbe des taux spots EIOPA au 31/12/2016

4.2 La modélisation des passifs

Certains éléments de la modélisation des passifs ont été décrits précédemment. La modélisation des passifs est identique entre la modélisation des FRPS et la modélisation sous Solvabilité 2 à l'exception des primes.

Les primes futures

Les primes futures sont limitées à la frontière des contrats Solvabilité 2. Les contrats du portefeuille étant à tacite reconduction, il y a un droit de dénonciation. Ainsi on projette uniquement les primes futures à horizon un an lors de la modélisation. Contrairement aux FRPS, les primes projetées correspondent aux primes de 2016 et non pas à la moyenne des primes versées sur les trois derniers exercices.

4.3 La modélisation des actifs

En début de projection le modèle recalcule les valeurs de marché des actifs en fonction des informations trouvées dans les tables de données d'actifs (obligations, actions et immobilier). Le bilan Solvabilité 2 est réalisé en valeur de marché, ainsi à chaque date et pour tous les actifs le modèle doit calculer leur valeur de marché.

Obligations

À une année t donnée, la valeur de marché d'une **obligation d'état à taux fixe** est calculée comme la valeur actuelle des cash-flows futurs :

$$Valeur\ de\ marché_t = \sum_{i=t+1}^{t+n} \frac{Montant\ coupon_i}{Fréquence\ coupons} \times PCZB(t, i - t) + Nominal \times PZCB(t, n)$$

avec :

- PCZB(i,j) le prix d'un zéro coupon de maturité j en i.
- n le nombre de mois restants jusqu'à l'échéance en t+n.

Pour ce type d'obligations, nous supposons qu'il n'y a pas de risque de défaut de l'émetteur.

Une **obligation corporate à taux fixe** est un titre similaire aux obligations d'état à taux fixe, si ce n'est que l'émetteur est une entreprise et non pas un état souverain. Les revenus perçus sont donc de nature similaire. La principale différence dans la valorisation de ces deux types de titres tient en la prise en compte du risque de crédit pour les obligations corporates.

Actions / Immobilier

La valeur de marché d'une action ou d'un bien immobilier à la période t est donnée par la formule suivante :

$$Valeur\ Marché_t = Valeur\ Marché_{t-1} \times (1 + Taux\ de\ rendement)$$

L'allocation d'actifs

L'allocation d'actifs, au 31/12/2016, est la même que celle pour la modélisation des FRPS, à savoir **78%** d'actifs amortissables et **22%** d'actifs non amortissables. Lors de la projection du portefeuille, nous autorisons une allocation d'actifs plus souples que pour les FRPS, c'est-à-dire que les seuils de détention (seuil plancher et plafond) par classe d'actifs sont plus éloignés de l'allocation cible que pour les FRPS. En effet, sous Solvabilité 2, il n'est pas imposé de maintenir l'allocation d'actifs constante lors de la projection.

4.4 Les scénarios économiques

Comme présenté dans la partie 3 sur le schéma décrivant le processus de modélisation, la modélisation ALS nécessite en entrée des scénarios économiques. Pour la modélisation Solvabilité 2, 1 000 scénarios ont été générés à partir d'un générateur de scénarios économiques. Dans cette section, nous décrirons les hypothèses sous-jacentes pour générer ces scénarios économiques et nous vérifierons, à l'aide de tests, la martingalité et la market consistency de ces scénarios.

Hypothèses

Variable	Modèle utilisé
Taux nominaux	LMM+
Courbe des taux réels	Vasicek à deux facteurs
Cours des actions	Time Varying deterministic volatility
Indice immobilier	Volatilité constante
Modèle de crédit	G2

TABLE 4.1 – Modèles utilisés pour générer les scénarios économiques

Nous allons décrire succinctement les différents modèles utilisés pour générer ces scénarios économiques.

LMM+

Le modèle LMM+ est un modèle multifactoriel construit à partir des taux forward. Ce modèle généralise le modèle LMM à volatilité stochastique en incluant un "displacement parameter" permettant de décaler la distribution des taux. Ce modèle permet d'obtenir des taux négatifs et d'éviter d'avoir trop de taux explosifs.

- **Avantages :**

- Il permet de générer des taux négatifs contrairement au modèle LMM qui suppose une distribution log normale des taux (par conséquent des taux presque sûrement positifs).
- C'est un modèle multifactoriel. Les modèles monofactoriel ne modélisent que l'évolution des taux courts et supposent que les taux des autres maturités sont corrélés à ces taux courts alors que cette hypothèse n'est pas vérifiée empiriquement.

- **Inconvénients :** L'inconvénient principal de ce modèle est sa complexité.

Vasicek à deux facteurs

Dans le modèle à deux facteurs de Vasicek, le taux court $r_1(t)$ suit un processus continu stochastique de retour à la moyenne où le taux de retour $r_2(t)$ suit un processus similaire mais indépendant. Les équations différentielles stochastiques qui génèrent le comportement des taux court terme et de retour à la moyenne sont :

$$dr_1(t) = \alpha_1(r_2(t) - r_1(t)) + \sigma_1 dZ_1(t)$$

$$dr_2(t) = \alpha_2(\mu - r_2(t)) + \sigma_2 dZ_2(t)$$

Sous ces hypothèses la distribution des taux courts à chaque période suit une loi normale d'espérance et de variance connue.

- **Avantages :**

- Il produit des taux négatifs avec une probabilité non nulle.
- La distribution des taux courts est connue et facile à manipuler car elle est gaussienne.

- **Inconvénients :**

- Il peut produire des taux négatifs avec une probabilité non nulle, ce qui peut être gênant dans certains contextes économiques.

Actions et immobilier

Les modèles utilisés pour les indices actions et immobiliers font intervenir respectivement une volatilité déterministe et une volatilité constante.

- **Time Varying Deterministic Volatility**

Le modèle utilisé pour les indices actions est à volatilité déterministe variable dans le temps. La dynamique de la volatilité est la suivante :

$$\sigma_t = \sigma_0 \times \exp^{-\alpha t} + \alpha(1 - \exp^{-\alpha t})$$

Le calibrage de ce modèle repose uniquement sur les options à la monnaie contrairement au modèle SVJD qui se calibre en plus sur les options hors et dans la monnaie.

- **Volatilité constante :**

Le modèle utilisé pour les indices immobiliers est basé sur une volatilité constante, c'est-à-dire que $\forall t$:

$$\sigma_t = \sigma$$

où σ prend une valeur constante.

Le choix d'une volatilité constante provient de l'absence de produit dérivé de l'indice immobilier sur les marchés financiers et donc de la difficulté d'extraire une structure de volatilité autre que constante.

G2

Le risque de crédit des obligations est simulé à l'aide du modèle G2. Ce modèle est une extension du modèle JLT+ (Jarrow-Lando-Turnbull). Il repose sur une matrice de passage entre les différents "ratings" des obligations et l'état de défaut (qui est un état absorbant).

Tests

Test de martingalité

Le principe du test martingale est de vérifier que les prix des actifs sont bien égaux à leurs flux futurs actualisés sous la probabilité risque neutre. Pour cela on va réaliser plusieurs tests sur le déflateur, les actions cotées et les obligations zéros coupon de maturité 10 ans. Le test consiste à vérifier l'hypothèse selon laquelle l'espérance du prix déflaté d'un zéro-coupon de maturité m à

la période de projection t est égale au prix initial (à $t=0$) d'un zéro-coupon de maturité $t+m$.

- **Déflateur**

L'hypothèse à vérifier est la suivante :

$$\mathbb{E}^Q[D(t)] = P(0, t) \Leftrightarrow \frac{\mathbb{E}^Q[D(t)]}{P(0, t)} = 1$$

Avec :

- t : la période de projection ($t \in \llbracket 0, 60 \rrbracket$) où 0 correspond à l'année 2016 et 60 l'année 2076.
- $D(t)$: la valeur du déflateur à la date t
- $P(0, t)$: la valeur actuelle d'un zéro coupon de maturité t années.

Pour cela on approche $\frac{\mathbb{E}^Q[D(t)]}{P(0, t)}$ par $\mu(t)$ défini ci-dessous :

$$\mu_t = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D^i(t)}{P(0, t)}$$

avec N le nombre de simulations (ici $N=1000$).

Le test consiste à vérifier, à chaque période de projection, l'hypothèse selon laquelle l'espérance du déflateur est égale au prix initial (i.e. à $t=0$) d'un zéro-coupon de maturité correspondante à la période de projection.

Nous calculons ensuite l'écart type de la série et nous construisons un intervalle de confiance à 95% à partir du théorème centrale limite (TCL) :

$$\left[1 \pm \phi^{-1}\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \times \sigma_t \times \sqrt{\frac{2}{N}} \times \frac{1}{P(0, t)} \right]$$

avec :

- ϕ la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite.
- σ_t l'écart type de la série.
- $\alpha = 5\%$

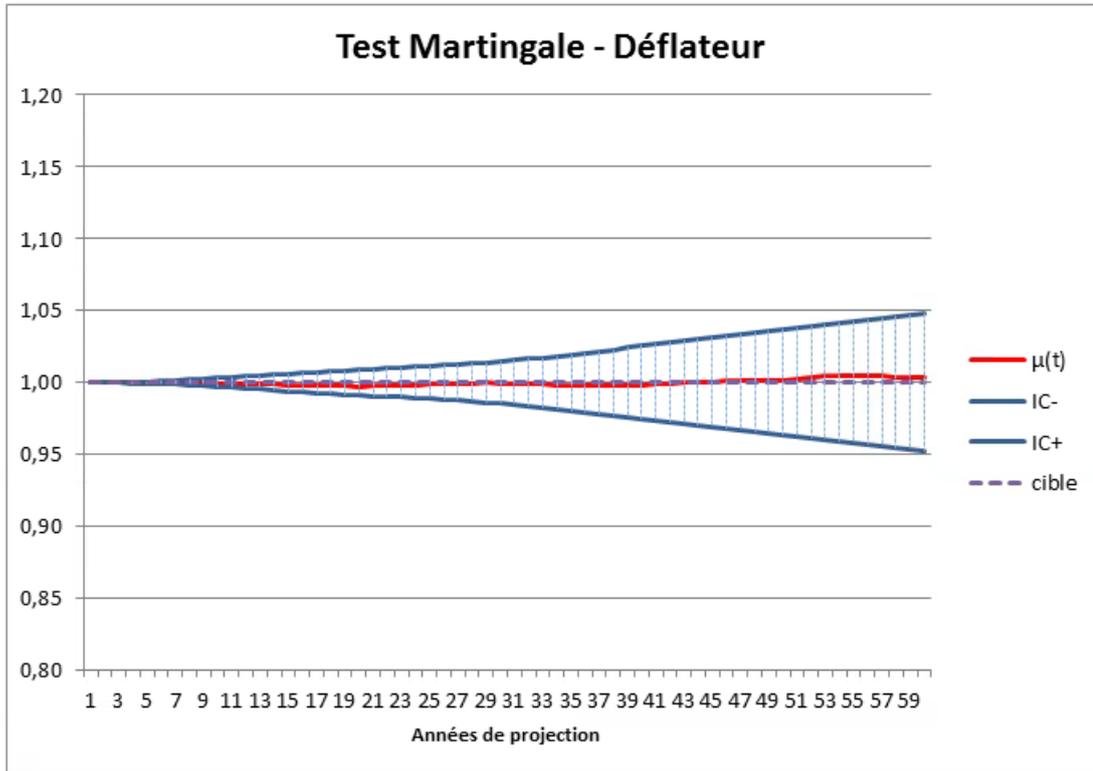


FIGURE 4.2 – Test Martingale : déflateur

Nous calculons ensuite la p-valeur à chaque horizon de projection.

Définition p-valeur : Dans un test statistique, la valeur-p (en anglais p-value), parfois aussi appelée p-valeur, est la probabilité d'obtenir la même valeur (ou une valeur encore plus extrême) du test si l'hypothèse nulle était vraie.

Ici, nous avons :

- H0 : l'hypothèse nulle "le déflateur est une martingale"
- H1 : l'hypothèse alternative "le déflateur n'est pas une martingale"

Nous calculons la p-valeur à l'aide de la formule suivante :

$$P \text{ valeur} = 2 \times (1 - \phi^{-1}(\sqrt{\frac{N}{2}} \times | \frac{D(t) - P(0,t)}{\sigma_t} |))$$

Déflateur	En %
Moyenne p-valeur	75%
Médiane p-valeur	85%
Min p-valeur	16%
Max p-valeur	100%

TABLE 4.2 – Test martingale déflateur - p valeur

Ainsi il nous semble cohérent d'accepter l'hypothèse H0 et de supposer que le déflateur est une martingale.

- **Les obligations zéro-coupon maturité 10 ans**

L'hypothèse à vérifier est la suivante :

$$\boxed{E^Q[D(t) \times P_n(t, m)] = P_n(0, t + m)}$$

avec :

- $D(t)$ le déflateur à la date t
- $P(i, j)$ le prix à la date i d'un zéro coupon de maturité j
- i et j prennent des valeurs entières entre 0 et 60.

Le test consiste à vérifier l'hypothèse selon laquelle l'espérance du prix déflaté d'un zéro-coupon de maturité m à la période de projection t est égale au prix initial (i.e. à $t=0$) d'un zéro-coupon de maturité $t+m$.

Statistique de test :

$$Test\ Martingale = D^-(t) = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D^i(t) P^i(t, t + m)}{P(0, t + m)} - 1$$

Pour les zéros coupons de maturité dix ans, nous obtenons des valeurs proches de 0, il nous paraît ainsi raisonnable de considérer que les prix zéros coupons de maturité dix ans sont martingales.

- **Les actions cotées**

L'hypothèse à vérifier est la suivante :

$$\boxed{E^Q[D(t) \times S(t)] = S(0) \Leftrightarrow \frac{E^Q[D(t) \times S(t)]}{S(0)} = 1}$$

avec :

- $S(t)$ le prix de l'actif à la date t , avec $S(0) = 1$.
- $D(i)$ le déflateur à la date i

La statistique de test est la suivante :

$$Test\ Martingale = D^-(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D^i(t) S^i(t)$$

- avec N le nombre de simulation (ici $N=1000$).

Ainsi on doit obtenir une valeur proche de 1 pour que la valeur des actions cotées soit martingale. Nous calculons ensuite l'écart type de la série et nous construisons l'intervalle de confiance à partir du théorème centrale limite (TCL) :

$$\left[1 \pm \phi^{-1}\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \times \sigma_t \times \sqrt{\frac{2}{N}}\right]$$

avec :

- ϕ la fonction de répartition d'une loi normale centrée réduite.
- σ_t l'écart type de la série.

Nous obtenons les résultats suivants :

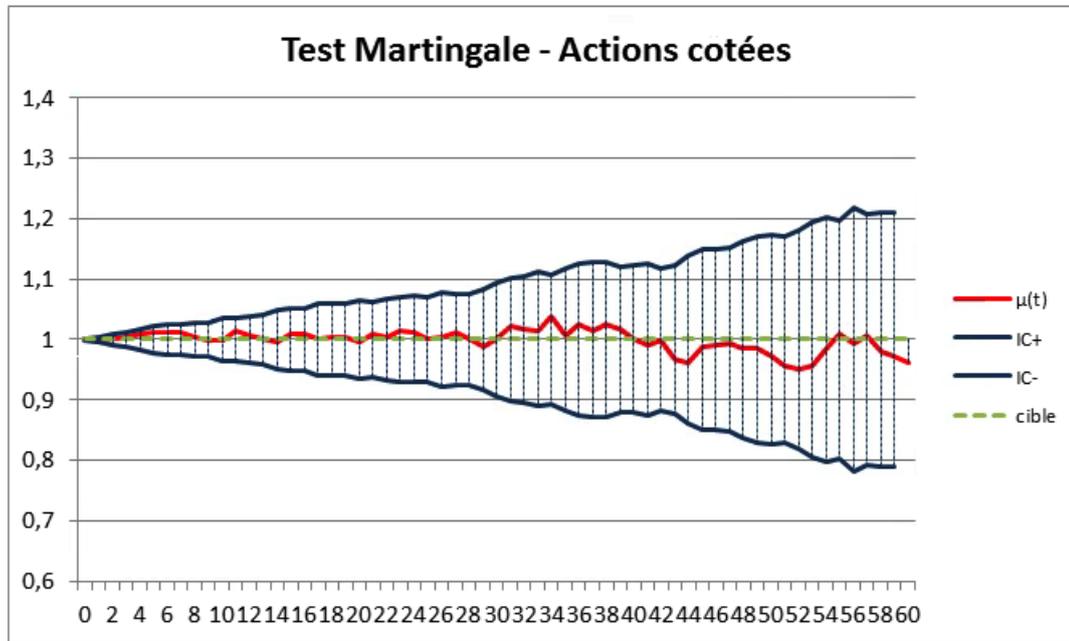


FIGURE 4.3 – Test Martingale : actions cotées

Nous calculons ensuite la p-valeur à chaque horizon de projection.

Ici, nous avons :

- H0 : l'hypothèse nulle "les actions cotées sont martingales"
- H1 : l'hypothèse alternative "les actions cotées ne sont pas martingales"

Nous calculons la p-valeur à l'aide de la formule suivante :

$$P \text{ valeur} = 2 \times (1 - \phi^{-1}(\sqrt{\frac{N}{2}} \times | \frac{\mu_t - 1}{\sigma_t} |))$$

Déflateur	En %
Moyenne p-valeur	76%
Médiane p-valeur	81%
Min p-valeur	14%
Max p-valeur	100%

TABLE 4.3 – Test martingale actions cotées - p valeur

Ainsi il nous semble cohérent d'accepter l'hypothèse H0 et de supposer que les actions cotées sont martingales.

Test de Market Consistency

La projection est dite "Market Consistent" lorsque les prix à l'état initial correspondent aux prix observés sur le marché à la date de projection. Ce test consiste donc à vérifier la bonne répliation des conditions du marché. Pour cela le test repose sur une comparaison entre les volatilités implicites en entrées du générateur de scénarios économiques (les volatilités qui permettent de retrouver les prix des options observés sur les marchés financiers) avec les volatilités en sorties du générateur de scénarios économiques.

Nous avons effectué le test de "market consistency" sur des swaptions à la monnaie pour différents ténors et différentes maturités. Nous comparons les volatilités estimées des swaptions obtenues à partir des prix estimés (en sortie du générateur de scénarios économiques) de ces derniers avec les volatilités du marché. De plus la volatilité estimée découle d'une méthode Monte Carlo : les prix des swaptions sont déterminés par la moyenne sur les 1 000 itérations des pay-offs actualisés des swaptions. Les résultats obtenus semblent indiquer une bonne répliation des volatilités de marché.

4.5 Les exigences quantitatives

L'objectif est de déterminer le besoin en fonds propres Solvabilité 2 de ce portefeuille, c'est-à-dire par simplification de déterminer le SCR (Solvency Capital Requirement). Le bilan simplifié Solvabilité 2 est le suivant :

Actif	Passif
Actifs en valeur de marché	Surplus de Fonds Propres (SFP)
	Capital de Solvabilité Requis (SCR)
	Capital Minimum Requis (MCR)
	Marge pour risque
	Best Estimate Liabilities (BE)

4.5.1 Le Best Estimate

Le Best Estimate est défini par la directive 2009/138/CE du parlement européen et du conseil.

L'article 77 de la directive 2009/138/CE du parlement européen et du conseil : La meilleure estimation correspond à la moyenne pondérée par leur probabi-

lité des flux de trésorerie futurs, compte tenu de la valeur temporelle de l'argent (valeur actuelle attendue des flux de trésorerie futurs), estimée sur la base de la courbe des taux sans risque pertinents.

Les flux sont projetés dans un univers de probabilité risque neutre, c'est-à-dire que les rendements projetés n'incluent pas de prime de risque et la valeur temps des cash-flows est prise en compte en utilisant la courbe des taux sans risque. Le Best Estimate se calcule d'après la formule suivante :

$$Best\ Estimate = E\left[\sum_i \frac{Flux_i}{(1+r_i)^i}\right]$$

Avec :

- r_i : le taux sans risque
- $Flux_i$: les flux futurs de l'année i .

Nous approximos le Best Estimate à l'aide de la formule suivante :

$$\begin{aligned} Best\ Estimate &\approx \frac{1}{n} \sum_i^n BE_i \\ &\approx \frac{1}{n} \sum_i^n \sum_{j=1}^m \frac{Flux_{i,j}}{(1+r_j)^j} \end{aligned}$$

Avec :

- n représente le nombre de scénarios risque neutre générés (1000).
- m représente le nombre d'années projetées (60 ans).
- BE_i le Best Estimate estimé du scénario i .

Nous obtenons les résultats suivants :

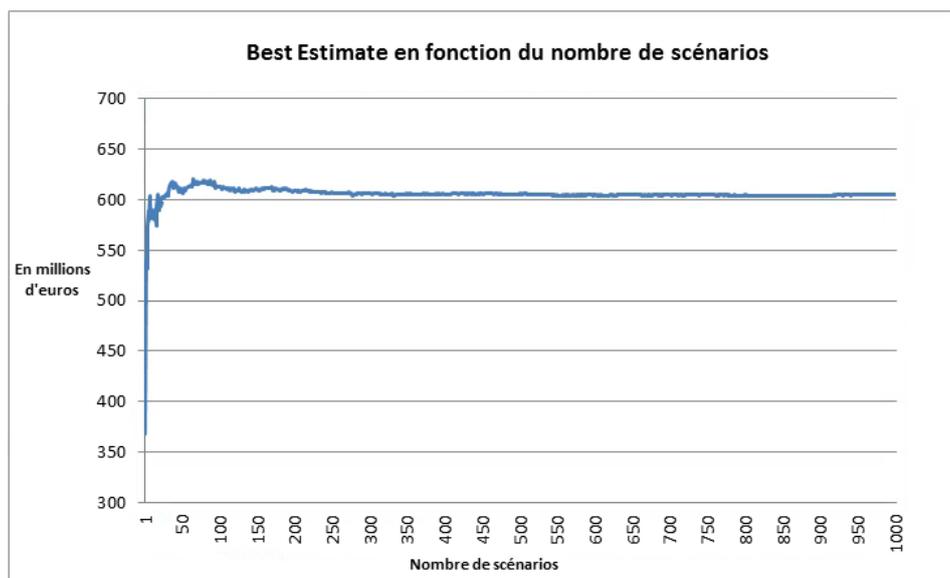


FIGURE 4.4 – Best Estimate par nombre de scénarios

Nous remarquons que le "Best Estimate" converge à partir du 200^{ème} scénario. Voici quelques statistiques sur le Best Estimate obtenu :

Best Estimate	Montant (en millions d'euros)
Moyenne	605
Médiane	621
Quantile à 95%	829

TABLE 4.4 – Best Estimate

4.5.2 La PVFP

La PVFP (Present Value Future Profit) est égale à la valeur actuelle des profits ou pertes futurs nets d'impôts générés par le portefeuille de contrats :

$$PVFP = \sum_{i=1}^n \frac{R_k}{(1 + \text{taux}_i)^k}$$

avec :

- R_k le résultat de l'année k.
- taux_i le taux d'actualisation de l'année i.

Au 31/12/2016, la PVFP du portefeuille est de **-93 millions d'euros**, soit **-21,2%** des provisions mathématiques au 31/12/2016. Ce résultat négatif est notamment expliqué par les garanties (taux d'intérêts et tables de mortalités) désavantageuses pour l'assureur au vu du contexte économique et démographique actuel.

4.5.3 Étapes de calcul du SCR

Nous allons calculer le SCR avec la formule standard. Il se définit comme ci-dessous :

$$SCR = BSCR - Adj + SCR_{Opérationnel}$$

- Le BSCR (Basic Solvency Capital Requirement) est le capital requis obtenu à partir des chocs Solvabilité 2.
- $SCR_{Opérationnel}$ représente le capital additionnel lié au risque opérationnel.
- Adj représente les ajustements relatifs à la capacité d'absorption des pertes des provisions techniques par la participation aux bénéfices et l'impôt différé.

Le $BSCR$ est défini à partir des SCR modulaires et d'une matrice de corrélation. Les SCR modulaires sont obtenus à l'aide de SCR sous modulaires et également d'une matrice de corrélation. Ces derniers correspondent à des chocs explicitement définis. Leur valeur est calculée par le maximum entre la différence de NAV (Net Asset Value) entre la NAV centrale et la NAV choquée et 0. La NAV (Net Asset Value) correspond à la différence entre la valeur de marché de l'actif et les provisions techniques de l'assureur.

$$SCR_{sous\ modulaire} = \max(NAV_{centrale} - NAV_{choquée}; 0)$$

Graphiquement le calcul de la NAV est représenté par le processus suivant :

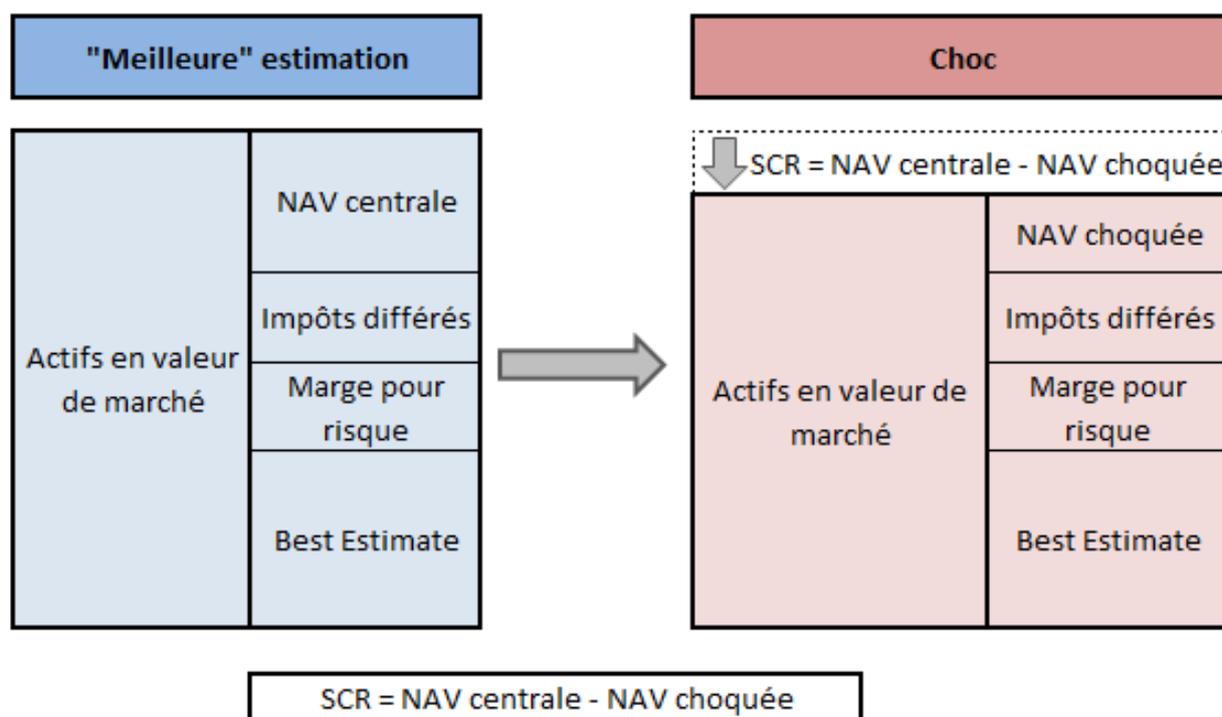


FIGURE 4.5 – Graphique expliquant le calcul des SCR

Dans le cadre du portefeuille retraite étudié, nous calculerons uniquement les modules de risque suivant : **le module de risque marché, le module de risque souscription vie et le module de risque opérationnel.**

4.5.4 SCR marché

Le SCR marché représente le capital nécessaire pour faire face à des pertes qui pourraient avoir lieu suite à des fluctuations du contexte économique. Le SCR marché se décompose en **six** SCR sous-modulaires : SCR taux, SCR spread, SCR actions, SCR immobilier, SCR change et le SCR liquidité.

SCR taux

Les articles 166 et 167 du règlement délégué (UE) 2015/35 définissent les chocs à appliquer (à la hausse et à la baisse) de la courbe des taux zéro coupons fournie par l'EIOPA.

- **Le risque de hausse des taux** : ce risque est essentiellement lié aux possibilités accordées aux assurés détenant des contrats d'assurance vie de pouvoir racheter leurs contrat. En retraite supplémentaire les portefeuilles sont transférables mais ne peuvent pas être rachetés.

Voici les chocs d'augmentation de la courbe des taux à appliquer définis par l'article 166.¹

1. Lorsque la maturité de l'obligation ne figure pas dans le tableau on réalise une interpolation linéaire.

Échéance (en années)	Augmentation
1	70%
2	70%
3	64%
4	59%
5	55%
6	52%
7	49%
8	47%
9	44%
10	42%
11	39%
12	37%
13	35%
14	34%
15	33%
16	31%
17	30%
18	29%
19	27%
20	26%
90 ou plus	20%

TABLE 4.5 – Chocs à la hausse

- **Le risque de baisse des taux** : lorsque les taux d'intérêts baissent, les organismes d'assurance ne peuvent plus réinvestir leurs actifs sur des obligations aussi rentables pour un niveau de risque semblable. Le risque est de voir un "gap" s'accroître ou se former entre d'un côté les rendements des obligations et de l'autre les taux d'intérêts garantis par l'assureur.

Voici les chocs de baisse de la courbe des taux à appliquer définis par l'article 167².

2. Lorsque la maturité de l'obligation ne figure pas dans le tableau on réalise une interpolation linéaire.

Échéance (en années)	Diminution
1	-75%
2	-65%
3	-56%
4	-50%
5	-46%
6	-42%
7	-39%
8	-36%
9	-33%
10	-31%
11	-30%
12	-29%
13	-28%
14	-28%
15	-27%
16	-28%
17	-28%
18	-28%
19	-29%
20	-29%
90 ou plus	-20%

TABLE 4.6 – Choc à la baisse

L'application des chocs s'effectue de la manière suivante :

$$Taux_{choqué}(t) = R(t) \times (1 + Choc(t))$$

Avec $R(t)$ le taux initial.

On retiendra le choc qui génère l'écart le plus important entre la NAV centrale et la NAV choquée.

$$SCR_{taux} = \max(\max(NAV_{centrale} - NAV_{choc\ baisse}; 0), \max(NAV_{centrale} - NAV_{choc\ hausse}; 0))$$

Étant donné que le choc est appliqué sur un portefeuille retraite, le choc à retenir est le choc de baisse des taux. Nous obtenons un SCR taux de **33,5 millions d'euros**.

SCR spread

Le SCR spread représente le risque résultant d'une dégradation de la solvabilité d'une contrepartie. Le SCR Spread est nul en ce qui concerne les obligations souveraines de pays membres de l'Union Européenne (UE) ou de l'OCDE, dans le cas d'émission en devise locale. Nous obtenons un SCR spread de **29,9 millions d'euros**.

SCR actions

Le SCR action représente le risque de perte en capital lié à une baisse du prix des actions. Le choc à appliquer dépend du type d'actions considérées. Ces chocs sont définis à l'article 169 du Règlement Délégué.

- **Pour les actions de type 1** le choc correspond à une baisse de 22% de la valeur des actions sur l'ensemble de la projection dans des entreprises liées au sens de l'article 212, paragraphe 1, point b), et de l'article 212, paragraphe 2, de la directive 2009/138/CE lorsque ces investissements sont de nature stratégique. Ce choc est la somme de 39% et de l'ajustement symétrique visé à l'article 172 du présent règlement de la valeur des actions de type 1 autres que celles visées au point a).
- **Pour les actions de type 2** le choc correspond à une baisse de 22% de la valeur des investissements en actions de type 2 dans des entreprises liées, au sens de l'article 212, paragraphe 1, point b), et de l'article 212, paragraphe 2, de la directive 2009/138/CE lorsque ces investissements sont de nature stratégique. Ce choc est la somme de 49% et de l'ajustement symétrique, conformément à l'article 172, de la valeur des actions de type 2 autres que celles visées au point a).

$$SCR_{action} = \sqrt{SCR_{type\ 1}^2 + 2 \times 0.75 \times SCR_{type\ 1} \times SCR_{type\ 2} + SCR_{type\ 2}^2}$$

Nous obtenons un SCR actions de **14,6 millions d'euros**.

SCR immobilier

Le SCR immobilier représente le risque de perte en capital lié à une baisse des prix immobiliers. Ce choc correspond à une baisse de 25% des prix immobiliers. Nous obtenons un SCR immobilier de **10,1 millions d'euros**.

SCR change

Le SCR change correspond au risque provoqué par une évolution des taux de change. Pour cela on réalise un choc à la baisse de 25% des devises autres que la devise locale de l'organisme d'assurance. Nous obtenons un SCR change de **3,7 millions d'euros**.

SCR concentration

Le SCR concentration représente le risque de défaut aggravé par une concentration des titres au sein d'un même émetteur. Nous considérons le SCR concentration du portefeuille étudié égal à **0 euro**.

Bilan : SCR marché

Nous obtenons donc obtenu les SCR sous modulaires ci-dessous :

SCR marché	SCR sous modulaire (en millions d'euros)
SCR Taux	33,5
SCR Credit	29,9
SCR Actions	14,6
SCR Immobilier	10,1
SCR Change	3,7
SCR Concentration	0

TABLE 4.7 – SCR marché

Nous obtenons le SCR marché à l'aide de la formule suivante :

$$SCR = \sqrt{\sum_i \sum_j Corr_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j}$$

avec $Corr_{i,j}$, la matrice de corrélation définie ci-dessous :

SCR marché	Equity	Real estate	PC	Credit	Concentration	Currency
Equity	100%	75%	50%	75%	0%	25%
Real estate	75%	100%	50%	50%	0%	25%
Taux	50%	50%	100%	50%	0%	25%
Credit	75%	50%	50%	100%	0%	25%
Concentration	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Currency	25%	25%	25%	25%	0%	100%

TABLE 4.8 – Matrice de corrélation du SCR marché

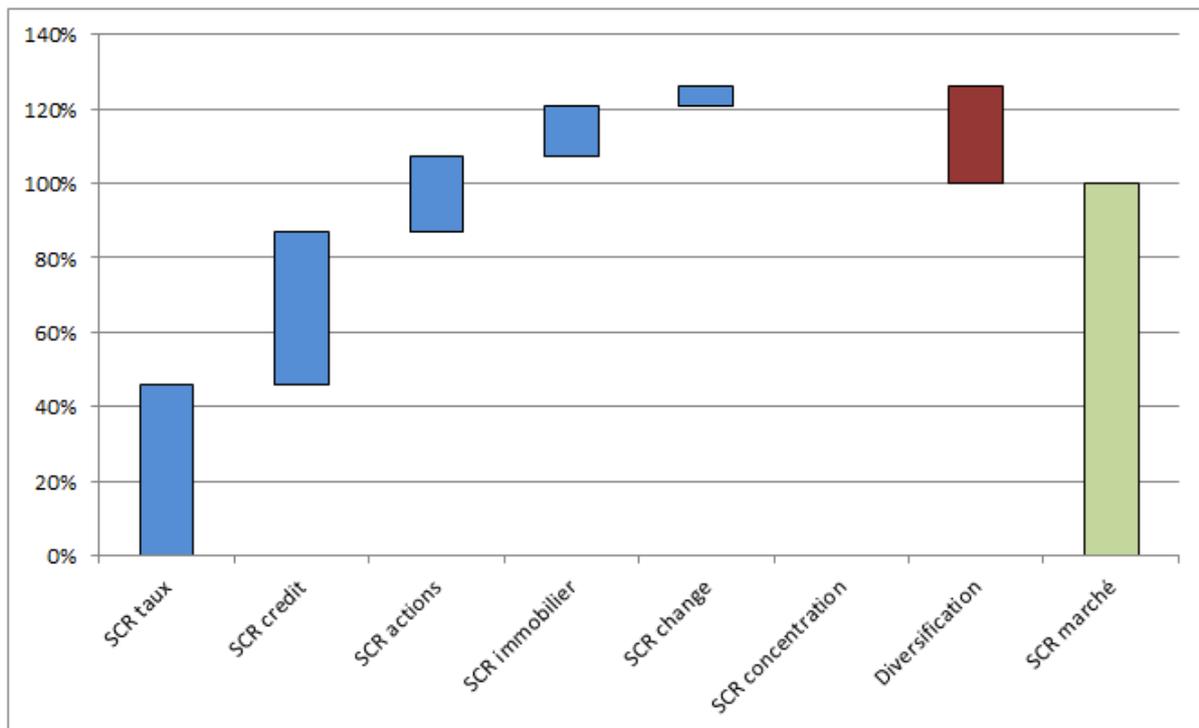


FIGURE 4.6 – Décomposition du SCR marché

Nous obtenons un SCR marché de **74,2 millions d'euros**.

4.5.5 SCR souscription vie

Le SCR souscription vie se décompose en **sept** SCR sous-modulaires : SCR mortalité, SCR longévité, SCR morbidité, SCR rachat, SCR dépenses, SCR révision et le SCR catastrophe. Dans le cadre du portefeuille étudié, les SCR sous modulaires à calculer sont : le SCR longévité et le SCR frais. Les autres risques du module de souscription vie sont considérés comme nuls.

SCR longévité

Le risque de longévité correspond au coût que provoquerait un allongement de l'espérance de vie. Étant donné que le portefeuille est uniquement constitué de produits retraite, il est particulièrement concerné par ce risque. L'article 138 du règlement délégué (UE) 2015/35 définit le niveau du choc à appliquer pour estimer le SCR longévité. Le calcul du SCR longévité consiste en un choc de la mortalité à la baisse à tout âge de 20%.

L'article 138 du règlement délégué (UE) 2015/35 : l'exigence de capital pour risque de longévité visé à l'article 105, paragraphe 3, point b), de la directive 2009/138/CE est égale à la perte de fonds propres de base des entreprises d'assurance et de réassurance résultant de la baisse soudaine permanente de 20% des taux de mortalité utilisés pour le calcul des provisions techniques.

Nous obtenons un SCR longévité de **32,1 millions d'euros**

SCR frais

Le risque de dépense est dû à une augmentation des frais de gestion des contrats d'assurance. Le choc à implémenter consiste en une augmentation de 10% des frais de gestion des contrats et à une augmentation annuelle de 1% du taux d'inflation des dépenses.

Nous obtenons un SCR frais de **6,7 millions d'euros**.

Autres SCR sous modulaires

Les autres SCR sous-modulaires sont présentés ci-dessous, ils sont considérés nul :

- Le **SCR mortalité** correspond au risque lié à un surplus de mortalité par rapport au taux initialement estimé. Le portefeuille de retraite étudié n'est donc pas concerné par ce risque.
- Le **SCR incapacité/invalidité** concerne les contrats qui ne sont pas inclus dans le module de risque santé mais qui sont concernés par ce risque.
- Le **SCR rachat** concerne la possibilité pour certains contrats d'être rachetés. Les contrats retraite étudiés ne sont pas rachetables et ne sont donc pas concernés par ce risque.
- Le **SCR révision** concerne les rentes de l'activité non-vie, ainsi le portefeuille n'est pas sensible à ce risque.
- Le **SCR catastrophe** concerne les risques liés à des scénarios extrêmes comme une pandémie. Il concerne les contrats ayant des garanties en cas de décès, ce qui n'est pas le cas dans l'étude.

Bilan : SCR souscription vie

Nous obtenons donc les SCR sous modulaires ci-dessous :

SCR scouscrpition vie	SCR sous modulaire (en millions d'euros)
SCR Mortalité	0
SCR Longévité	32,1
SCR Morbidité	0
SCR Rachat	0
SCR Frais	6,7
SCR Révision	0
SCR Mortalité cat	0

TABLE 4.9 – SCR souscription vie

Nous obtenons le SCR souscription vie à partir de la formule suivante :

$$SCR = \sqrt{\sum_i \sum_j Corr_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j}$$

avec $Corr_{i,j}$, la matrice de corrélation définie ci-dessous :

SCR sous- cription vie	Mortality	Longevity	Morbidity / Disa- bility	Lapse	Expenses	Revision	Mortality CAT
Mortality	100%	-25%	25%	0%	25%	0%	25%
Longevity	-25%	100%	0%	25%	25%	25%	0%
Morbidity / Disability	25%	0%	100%	0%	50%	0%	25%
Lapse	0%	25%	0%	100%	50%	0%	25%
Expenses	25%	25%	50%	50%	100%	50%	25%
Revision	0%	25%	0%	0%	50%	100%	0%
Mortality CAT	25%	0%	25%	25%	25%	0%	100%

TABLE 4.10 – Matrice de corrélation du SCR souscription vie

4.5.6 BSCR

Le BSCR se calcule de la manière suivante :

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

avec $Corr_{i,j}$, la matrice de corrélation définie ci-dessous :

Ainsi dans l'étude, le BSCR s'obtient de la manière suivante :

$$BSCR = \sqrt{SCR_{Marché}^2 + 0.25 \times SCR_{marché} \times SCR_{Vie} + SCR_{Vie}^2}$$

BSCR	Marché	Contrepartie	Vie	Santé	Non-Vie
Marché	100%	25%	25%	25%	25%
Contrepartie	25%	100%	25%	25%	50%
Vie	25%	25%	100%	25%	0%
Santé	25%	25%	25%	100%	0%
Non-Vie	25%	50%	0%	0%	100%

TABLE 4.11 – Matrice de corrélation du BSCR

Le BSCR du portefeuille est de **89,2 millions d’euros**, soit **20,2%** des provisions mathématiques au 31/12/2016.

4.5.7 SCR opérationnel

Le SCR opérationnel représente les pertes pouvant être engendrées par différents types d’évènements liés à une erreur humaine, des processus interne inefficaces, des systèmes d’informations défaillants ou encore divers évènements externes. Ce module comprend les risques légaux mais pas les risques de réputation ou de stratégie. L’article 2014, section 878 des règlements délégués définissent le calcul à effectuer concernant le SCR opérationnel. La formule standard « simplifiée » QIS5 pour le risque opérationnel est la suivante :

$$SCR_{Opérationnel} = \min(30\% \times BSCR; \max(Op_{Primes}, Op_{Provisions})) + 25\% \times Exp_{UL}$$

- BSCR, le capital de solvabilité requis de base.
- Op_{Primes} , le capital requis pour le risque opérationnel sur la base des primes acquises.
- $Op_{Provisions}$, le capital requis pour le risque opérationnel sur la base des provisions techniques.
- Exp_{UL} , le montant des dépenses encourues au cours des douze derniers mois en ce qui concerne les contrats d’assurance vie où le risque d’investissement est supporté par les preneurs.

Au sein de l’étude, nous avons : $\max(Op_{Primes}, Op_{Provisions}) = Op_{Provisions}$ avec

$$Op_{Provisions} = 0,0045 \times \max(0, TP_{life} - TP_{life-ul}) + 0,03 \times \max(0, TP_{non-life})$$

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

Ainsi étant donné que l’étude porte uniquement sur des contrats avec des encours en euro, nous obtenons :

$$SCR_{Opérationnel} = 0,0045 \times TP_{life}$$

Dans cette étude nous obtenons (en millions d'euros) :

$$\begin{aligned} SCR_{Opérationnel} &= 0.45\% \times Provisions\ techniques\ vie \\ &= 2,7\ millions\ d'euros \end{aligned}$$

Nous obtenons donc un SCR opérationnel de **2,7 millions d'euros**

4.5.8 SCR

Le SCR est défini d'après la formule ci-dessous :

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

En conclusion, nous obtenons un SCR de **91,9 millions d'euros** soit **20,8%** des provisions mathématiques du 31/12/2016.

4.5.9 Marge pour risque

La marge pour risque est la part des provisions techniques permettant de s'assurer que le montant des provisions techniques est équivalent au montant que l'assureur doit disposer pour honorer ses engagements. Elle est calculée à partir du coût d'immobilisation des fonds propres nécessaires pour atteindre jusqu'au terme le SCR relatif aux engagements d'assurance :

$$Risk\ Margin = CoC \times \sum \frac{SCR_t}{(1 + r_t)^t}$$

Avec :

- CoC (Cost of Capital) le coût en capital est de 6%.
- r_t correspond au taux sans risque pour l'échéance t .
- SCR_t le SCR projeté de l'année t .

Pour la projection du SCR permise par Solvabilité 2, une simplification est autorisée. Cette méthode consiste à considérer que les SCR futurs sont proportionnels aux Best Estimates futurs. Ainsi on estime SCR_t par la formule suivante :

$$SCR_t = \frac{SCR_0}{Be_0} \times Be_t$$

Avec : Be_t le Best Estimate net de réassurance en t .

4.6 Sensibilité du SCR aux passifs

Les besoins en fonds propres requis par Solvabilité 2 paraissent élevés par rapport aux fonds propres Solvabilité 1 forfaitaires qui représentent 4% des provisions mathématiques. Ainsi, dans cette section, nous chercherons à analyser un levier qui permettrait de faire diminuer la marge Solvabilité 2 requise et améliorerait les cash-flows futurs probables actualisés représentés par la PVFP. Après l'étude du portefeuille nous considérons que pour modifier le SCR et la PVFP du portefeuille, il n'est pas utile de modifier les garanties sur les versements pour les raisons suivantes :

1. Relativement peu de primes sont versées sur les contrats du portefeuille.

2. Sous Solvabilité 2, ces primes ne sont projetées que sur un an, les contrats étant annuels à tacite reconduction.

Pour qu'une modification des passifs ait un impact sur le capital Solvabilité 2 à immobiliser et la PVFP, il faut modifier les garanties sur le "stock". C'est pour cette raison que nous avons implémenté le scénario suivant :

- Pour les trois produits, les tables garanties sur les futures conversions en rente sont les tables de mortalités réglementaires en vigueur à la liquidation des contrats.
- Pour les trois produits, les taux d'intérêts utilisés pour les futures conversions en rente (taux d'intérêt en restitution) sont de 0% nets de frais de gestion.

Ces modifications ne sont que "fictives" et visent à estimer la sensibilité de ces paramètres sur les résultats Solvabilité 2 du portefeuille. Nous décomposons les résultats pour les différents SCR modulaires en justifiant les écarts par rapport aux résultats précédemment obtenus.

SCR marché

La modification des garanties de taux en restitution sur les futures conversions en rente va avoir un impact sur le SCR marché. Nous obtenons les résultats suivants pour le SCR marché :

SCR marché			
SCR sous modulaire	Scénario initial	Scénario modif. passifs	Évolution
SCR action	14,6	14,6	→
SCR immobilier	10,1	10,1	→
SCR taux	33,5	23,2	↓
SCR credit	29,9	29,8	→
SCR concentration	0	0	→
SCR change	3,7	3,7	→
Total SCR marché	74,2	65,9	↓

TABLE 4.12 – Sensibilité SCR marché (montants en millions d'euros)

La ligne "Total SCR marché" est obtenue à partir de la matrice de corrélation définie précédemment et des SCR sous modulaires. Nous constatons une diminution du SCR taux qui engendre une baisse du SCR marché de **11,2%**.

SCR souscription vie

La modification des garanties de tables pour les futures conversions en rente va avoir un impact sur le SCR souscription vie. Précédemment, l'étude a démontré que pour le risque souscription vie, le portefeuille n'était sensible qu'aux risques de longévité et de frais. Nous obtenons les sensibilités suivantes pour le SCR souscription vie :

SCR souscription vie			
SCR sous modulaire	Scénario initial	Scénario modif. passifs	Évolution
SCR longévité	32,1	26,0	↓
SCR frais	6,7	6,7	→
Total SCR souscription vie	34,2	28,4	↓

TABLE 4.13 – Sensibilité SCR souscription vie (montants en millions d'euros)

La ligne "Total SCR souscription vie" est obtenue à partir de la matrice de corrélation définie précédemment et des SCR sous modulaires. Nous constatons une diminution du SCR longévité qui engendre une baisse du SCR souscription vie de **17,0%**.

SCR opérationnel

Le SCR opérationnel reste inchangé par rapport au scénario Solvabilité 2 précédent. Nous obtenons donc un SCR opérationnel de **2,7 millions d'euros**.

Conclusion sensibilité

Suite à la révision des garanties sur les futures conversions en rente, le SCR passe de **91,9** millions d'euros à **80,2** millions d'euros, soit une baisse de **12,7%**. La PVFP du portefeuille est de **23** millions d'euros soit **5,2%** des provisions mathématiques au 31/12/2016.

Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus.

	Modélisation centrale	Révision des garanties taux et tables
SCR	20,8%	18,2%
PVFP	-21,2%	5,2%

TABLE 4.14 – Comparaison modélisation centrale et révision des garanties - en % des provisions mathématiques 31/12/2016

4.7 Conclusion

Les fonds propres requis par Solvabilité 2 représentent **20,8%** des provisions mathématiques du 31/12/2016. L'exigence de capital apparaît ainsi 5 fois plus élevée qu'en vision Solvabilité 1. Un indicateur de rentabilité courant comme le RoRC, qui rapporte le résultat opérationnel à l'exigence de capital (cette dernière ayant un coût par l'immobilisation de fonds propres ne pouvant être utilisés pour investir ou rémunérer l'actionnaire) se trouve ainsi divisé par 5.

Étant donné que Solvabilité 2 prend en compte les profits ou pertes futures dans les fonds propres admissibles, on estime par ailleurs la vision de la rentabilité économique de ce portefeuille par le quotient $\frac{SCR-PVFP}{PM_{Solv1}(t=0)}$, ce quotient donne un multiple, comparé à 4%, des exigences économiques que l'assureur doit assumer en changeant de métrique de solvabilité au 1^{er} janvier 2016. Sur notre portefeuille, dont la PVFP mesurée ressort négative du fait du poids des garanties portées, ce multiple apparaît donc très important.

Le portefeuille a été modélisé en vision "solo", c'est-à-dire comme pris isolément alors qu'en réalité l'entreprise possède d'autres produits d'assurance. Ainsi dans cette étude, ce portefeuille ne bénéficie pas d'une mutualisation qui est cependant effective en réalité.

Une des pistes d'étude à envisager pourrait être d'estimer la perte de rentabilité pour les assurés de cette révision des garanties. On pourrait également quantifier l'impact d'une transformation des produits monosupports en produits multisupports.

Chapitre 5

Exigence en fonds propres et rentabilité des FRPS

Dans cette partie on va calculer le capital requis des FRPS au 31/12/2016.

5.1 L'univers monde réel

En univers monde réel, les investisseurs sont averses au risque. Il existe donc une prime de risque pour les investissements risqués. Les tables d'actifs, détenus en portefeuille, utilisées lors de la modélisation des FRPS ne sont pas risques neutralisées. Au sein de la modélisation des FRPS nous modéliserons des scénarios déterministes en univers monde réel.

5.2 Les hypothèses de modélisation

L'article A. 385-2 de l'arrêté FRPS¹ définit les hypothèses à implémenter pour générer le scénario central. Nous allons définir les hypothèses de projection de ce scénario et on analysera les résultats obtenus. Ensuite, nous implémenterons les chocs réglementaires définis à l'article A. 385-3 de ce même arrêté, pour définir la marge de solvabilité à constituer sous la réglementation des FRPS. L'horizon de projection réglementaire correspond aux **dix exercices** suivants la clôture de l'exercice, c'est-à dire que nous projetons le portefeuille du 31/12/2016 jusqu'au 31/12/2026.

La projection des primes futures

Le 1. de l'article A. 385-2 définit la projection des primes. L'arrêté stipule que les primes à projeter sont celles que l'assureur ne peut refuser. Étant donné que les contrats sont à tacite reconduction, il y a un droit de dénonciation des contrats. Ainsi nous ne projetons les primes futures que sur l'exercice 2017. Néanmoins dans le cadre du portefeuille nous envisagerons un scénario alternatif dans lequel nous projetterons les primes afin de tester la sensibilité de ce paramètre aux résultats. D'après l'arrêté, en cas de projection des primes, ces dernières doivent correspondre à la moyenne des versements périodiques des trois derniers exercices. Pour les primes futures, nous calculons donc la moyenne des primes versées lors des trois dernières années.

1. Voir en annexe

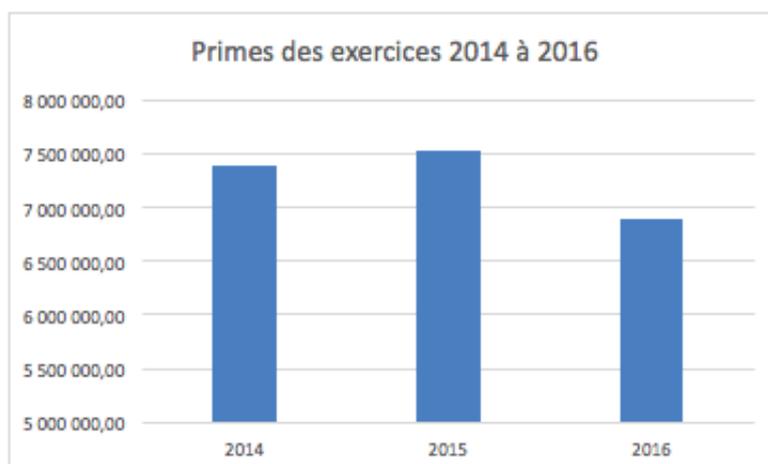


FIGURE 5.1 – Primes par exercice

La moyenne des primes versées sur les trois derniers exercices correspond pour les trois produits étudiés à près de **7,3 millions d'euros**.

Les "model points" élaborés pour la modélisation Solvabilité 2 prennent en compte uniquement les primes versées en 2016. Comme ces "model points" sont constitués à la maille police ou groupe de polices, nous avons fait le choix d'appliquer un coefficient d'ajustement aux primes versées de l'année 2016 pour obtenir une projection des primes correspondante à la moyenne sur les trois derniers exercices. En d'autres termes, les primes projetées par police correspondent aux primes versées en 2016 (si des versements ont eu lieu) multipliées par un coefficient d'ajustement. Ce coefficient est calculé à la maille produit et correspond au rapport entre la moyenne sur les trois derniers exercices des primes projetées (primes uniques et versements périodiques) et les primes de l'année 2016.

Nous obtenons comme coefficient d'ajustement pour le portefeuille :

$$\frac{\text{Moyenne primes 3 derniers exercices}}{\text{Primes 2016}} = \frac{7\,264\,421,34}{6\,408\,271,23} = 1,13$$

Ainsi les "model points" utilisés pour la modélisation des FRPS possèdent des primes représentant la moyenne des versements effectués sur les trois derniers exercices.

La projection des actifs

Les actifs sont regroupés dans différentes tables prophét (sous la modélisation prophét ALS) et plusieurs types de cash-flows sont observés :

- Les coupons d'obligations.
- Les dividendes des actions.
- Les bénéfices immobiliers.

L'arrêté sur les FRPS définit explicitement les hypothèses de rendements des actifs financiers à utiliser. Ces conditions diffèrent que les actifs soient **amortissables** ou **non amortissables**.

De plus l'allocation des actifs doit rester inchangée pour l'ensemble de la période projetée, d'après le 3. de l'article A. 385-2 de l'arrêté. Ainsi pour les règles de management de la compagnie, nous fixons dans la modélisation prophet ALS des seuils plafonds et planchers restreints pour l'allocation des actifs afin que la condition soit respectée.

Au 31/12/2016, le portefeuille est composé à **78%** de valeurs amortissables et **22%** de valeurs non amortissables. Les valeurs amortissables se composent à 36% d'obligations gouvernementales à taux fixe, 35% d'obligations d'entreprise à taux fixe et 7% d'obligations à taux variable. Les valeurs non amortissables se composent à 6% d'immobilier, 7% d'actions et 9% d'autres actifs (non amortissables). La répartition des actifs du portefeuille au 31/12/2016 est la suivante :

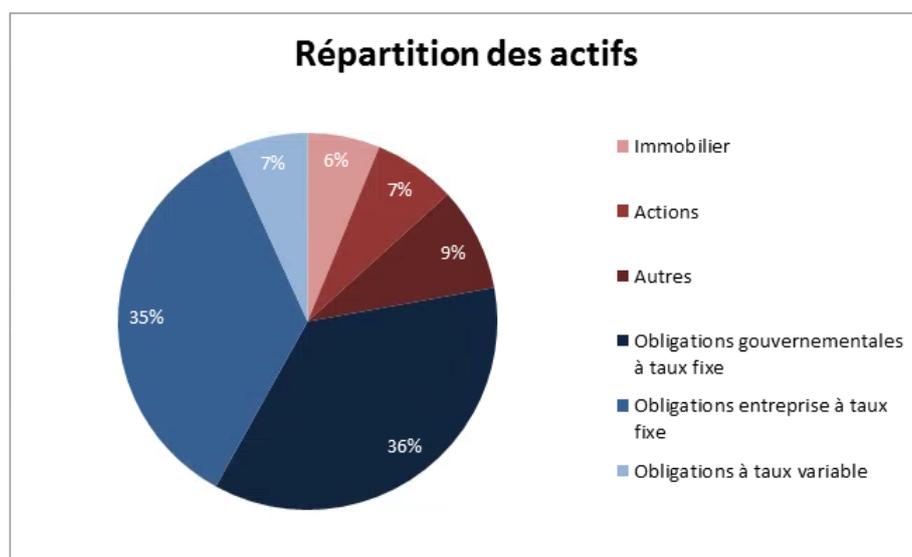


FIGURE 5.2 – Répartition des actifs du portefeuille en valeur de marché

Les actifs non amortissables "autres" sont de trois types : OPCVM obligataires, OPCVM convertibles et OPCVM monétaires.

Les valeurs amortissables

Les valeurs amortissables sont les titres relevant de l'article R 343-9 du Code des Assurances, il s'agit des titres amortissables mentionnés aux 1, 2, 2 bis et 2ter de l'article R 332-2, à savoir les obligations et titres amortissables cotées sur un marché reconnu. Le 4 de l'article A. 385-2 de l'arrêté définit les hypothèses de rendements des valeurs amortissables. Les valeurs amortissables sont détenues jusqu'à maturité et réinvesties sur des obligations de durations cohérentes inférieures à 15 ans. Le niveau des coupons annuels de ces obligations est égal à la moyenne annuelle, sur l'exercice précédent le test, du niveau de l'indice TEC_n publié par la Banque de France, où n correspond à la maturité de la nouvelle obligation. Lorsque la maturité de la nouvelle obligation ne correspond pas à un indice TEC_n disponible, une interpolation linéaire est réalisée entre les deux indices TEC_n disponibles encadrant au plus proche la maturité choisie.

Définition du taux TEC N par la Banque de France : "L'indice quotidien CNO-TEC n, Taux de l'Echéance Constante n ans, pour n variant de 1 à 30, est le taux de rendement actuariel d'une valeur du Trésor fictive dont la durée de vie serait à chaque instant égale à n années. Ce taux est obtenu par interpolation linéaire entre les taux de

rendement actuariels annuels des deux valeurs du Trésor qui encadrent au plus proche la maturité n."

Nous réalisons la moyenne sur l'année 2016 des taux TEC_n. Puis par interpolation linéaire, nous obtenons la courbe des moyennes des taux TEC_n de l'année 2016.

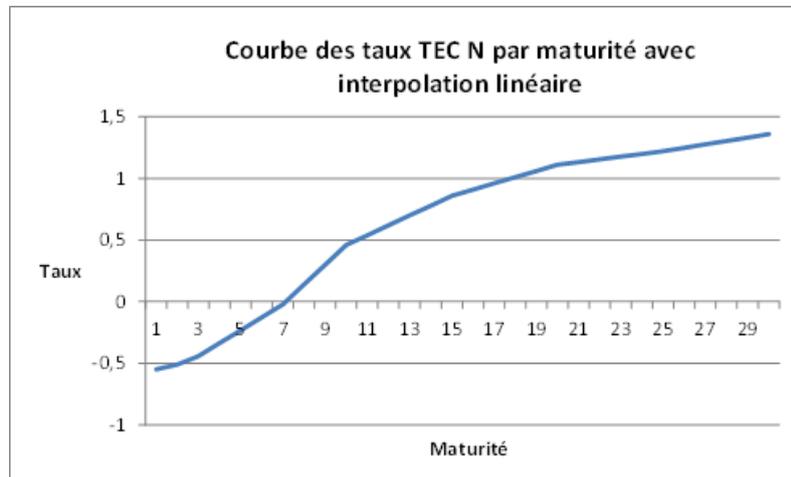


FIGURE 5.3 – Taux *TECN* par maturité

Pour déterminer la maturité des obligations sur lesquelles réinvestir, nous avons calculé les durations du passif et de l'actif du portefeuille au 31/12/2016. Pour calculer une durée on utilise la formule suivante :

$$Duration = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{i \times Flux_i \times \frac{1}{(1+taux_i)^i}}{Flux_i \times \frac{1}{(1+taux_i)^i}}$$

Avec :

- i l'année i .
- $Flux_i$ les flux probables de passifs/actifs de l'année i .
- $taux_i$ le taux d'actualisation de l'année i .

La durée du passif correspond à la moyenne des durées entre la date de calcul et la date de paiement des flux pondérées par la valeur actuelle probable des flux. Cette durée est estimée à partir de la projection déterministe du portefeuille (l'étape 2). Nous obtenons une durée au 31/12/2016 de l'ordre de 21 années.

La durée de l'actif est calculée à partir de la durée des actifs obligataires détenus en portefeuille au 31/12/2016. La durée d'une obligation correspond à la durée de vie moyenne de ses flux financiers pondérés par leur valeur actualisée. Nous obtenons une durée au 31/12/2016 de l'ordre de 9 années.

Ainsi on observe un "gap" de durée, au 31/12/2016, entre l'actif et le passif du portefeuille. Ce gap est coûteux pour l'assureur, étant donné que l'espérance de rendement est croissante avec la maturité des obligations. Ainsi il paraît cohérent de prendre l'hypothèse de réinvestir sur des obligations de maturités quinze ans et donc potentiellement si elles versent des coupons,

ces obligations auront des durations inférieures à quinze années. Ainsi le taux de rendement des réinvestissements obligataires est de 0.859%.

L'hypothèse de réinvestir sur des obligations de maturité quinze ans nous paraît raisonnable étant donné le "gap" important et le fait que l'on projette le portefeuille sur dix années. En cas de projection plus longue il faudrait probablement revoir l'hypothèse de réinvestissement.

Les valeurs non amortissables

Les valeurs non amortissables sont les titres relevant de l'article R 343-10 du Code des Assurances, il s'agit par exemple des actions et des placements immobilier. Le 5. de l'article A. 385-2 définit les hypothèses de rendements des valeurs non amortissables. Ces obligations génèrent un rendement annuel égal à la moyenne annuelle, sur l'exercice précédent le test, du niveau du taux moyen des emprunts de l'État français, augmenté d'une prime de risque de 250 points de base. Le TME correspond au taux moyen de rendement des emprunts d'État et des obligations assimilables du Trésor (OAT) émises par l'État français, à taux fixe, et d'une durée supérieure à 7 ans.

En 2016, le TME moyen était de 0,513%, on estime ainsi le taux de rendement des actifs non amortissables à **3,013%** pour toute la période de projection. Ci-dessous l'évolution des taux des emprunts d'Etat ayant une échéance de plus de 7 ans (TME) :

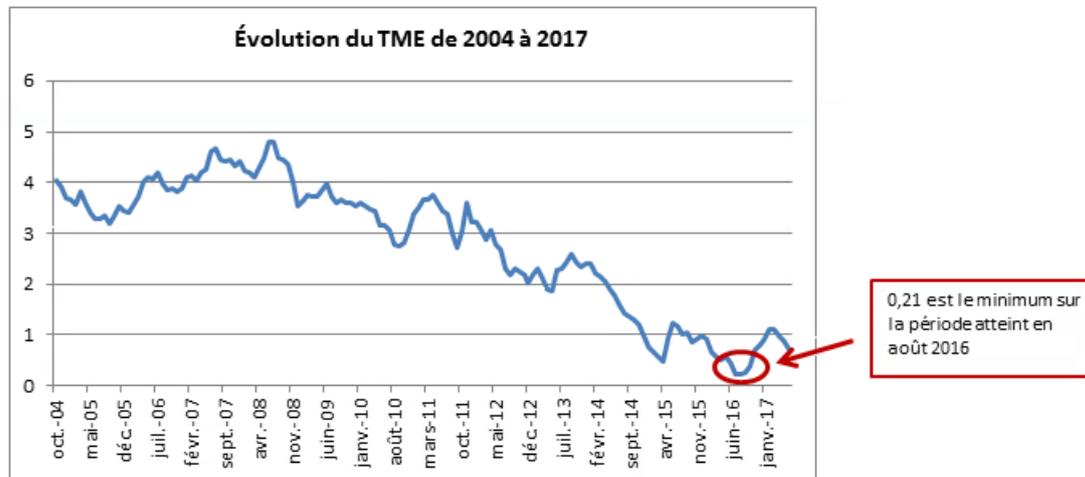


FIGURE 5.4 – Évolution du TME de 2004 à 2017 - source Banque de France

Le TME admet une forte volatilité avec un écart type mensuel estimé à 1,285 pour la période d'octobre 2004 à juin 2017. Nous pourrions ainsi tester les résultats sous différentes hypothèses non réglementaires afin de tester la volatilité des résultats liée à ce paramètre économique. C'est dans ce cadre que nous calculons la moyenne mobile à 12 mois du TME. Nous obtenons une courbe moins volatile et décroissante depuis octobre 2008. Il nous semble intéressant de calculer les exigences en capital sous la réglementation des FRPS en se positionnant au 31/12/2014 et au 31/12/2015 pour tester la volatilité des résultats afférentes au contexte économique.

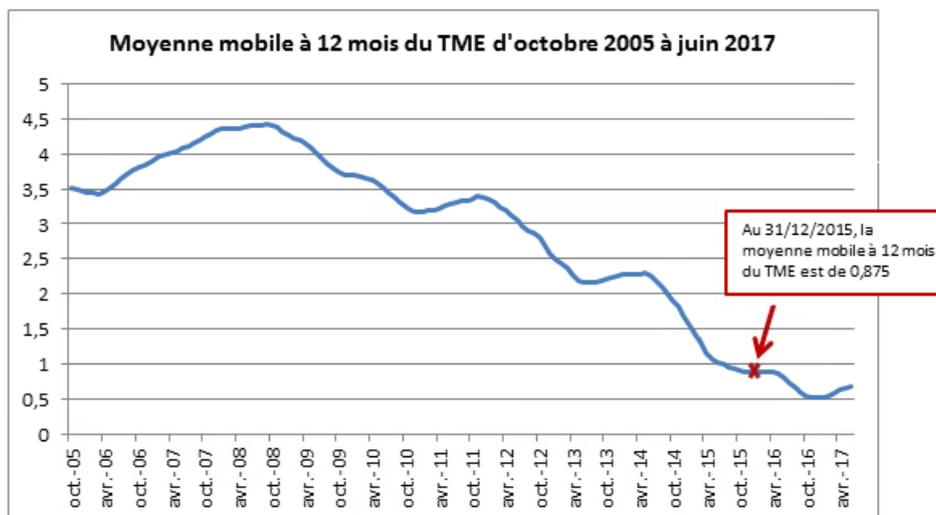


FIGURE 5.5 – Évolution de la moyenne mobile du TME d’octobre 2005 à juin 2017 - source Banque de France

Au sein de la modélisation, nous conserverons les actifs amortissables présents en portefeuille au 31/12/2016 jusqu’à leur échéance, puis nous réinvestirons annuellement, de manière à maintenir l’allocation constante entre actifs amortissables et non amortissables, sur des obligations de maturité 15 ans.

L’ACPR, dans son projet de notice sur l’admissibilité des plus-values latentes en constitution de la marge de solvabilité pour les organismes de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS), énonce à la partie 6 "Tests de résistance", que lors de la réalisation des tests de résistance, l’assureur doit fournir les résultats avec et sans prise en compte de l’impact des plus values latentes. Cependant, par la suite, les tests réalisés ne prennent pas en compte l’impact des plus values latente des actifs non amortissables.

L’implémentation des hypothèses

Pour générer le scénario central, on implémente les hypothèses réglementaires dans la table de scénario stochastique "stochret" et on modifie les hypothèses de détention des actifs par rapport à la modélisation Solvabilité 2. Contrairement à la modélisation Solvabilité 2 qui nécessitait 1 000 scénarios économiques, sous la réglementation des FRPS, un unique scénario économique est défini de manière réglementaire.

La table **stochret**, des scénarios économiques, prend les paramètres suivants :

- Absence de risque de défaut : dans la modélisation on a "bloqué" le rating des obligations, de manière à ce qu’elles ne peuvent pas changer de notation et donc ne peuvent pas faire défaut.
- Le rendement des actifs non amortissables est fixé à **3,013%**.
- Pour les rendements des actifs amortissables, on calcule les prix zéro coupon des obligations à l’aide des taux TEC de la manière suivante :

$$ZCB_N = \frac{1}{(1 + TEC_N)^{Maturité}}$$

Étant donné que au sein de la modélisation on réinvestit sur des obligations de maturité quinze ans, on utilisera le taux TEC 15.

- On suppose l'inflation nulle.

Les **règles de management** de la compagnie sont les suivantes (pour la modélisation sous la réglementation des FRPS) :

- Les turnovers sur les classes d'actifs R 332-20 sont désactivés de manière à ne pas attribuer de bénéfices financiers "artificiellement" lors des dix premières années de projection.
- Nous réduisons les seuils plafond et plancher pour la détention des actifs de manière à avoir une allocation entre actifs amortissables et non amortissables constante au cours du temps.
- Pour la détention des actifs amortissables : on applique une stratégie dans laquelle on respecte un taux de détention en se réajustant uniquement par achat à chaque fin d'année.
- Les autres règles de management restent inchangées.

La mortalité

Le 6. de l'article A. 385-2, de l'arrêté, définit les hypothèses de projection de la mortalité. La mortalité projetée est cohérente avec les hypothèses utilisées pour le calcul des provisions mathématiques, évaluées conformément à l'article R. 343-4. Ainsi les taux de mortalité correspondent à ceux des tables réglementaires.

L'imposition

Le 7. de l'article A. 385-2, de l'arrêté, définit les hypothèses d'imposition des résultats. Les résultats du fonds de retraite professionnelle supplémentaire sont imposés aux conditions en vigueur à la date de la clôture de l'exercice précédent le test et les éventuels crédits d'impôts ne sont comptabilisés que si des bénéfices imposables permettent leur imputation lors d'exercices ultérieurs jusqu'à l'horizon de projection. Dans la suite de la modélisation, il nous paraît intéressant de réaliser un scénario alternatif dans lequel nous comptabiliserons les crédits d'impôts même s'il n'y a pas de bénéfices imposables qui permettent leur imputation lors d'exercices ultérieurs jusqu'à l'horizon de projection, ceci dans le but de tester la sensibilité de ce paramètre.

Le résultat brut et le résultat imposable du portefeuille sont égaux étant donné qu'aucun mouvement sur la réserve de capitalisation n'est effectué. En effet on applique une stratégie de détention des actifs amortissables uniquement par achat, ainsi on ne cède pas d'obligation avant leur échéance.

$$\text{Résultat imposable} = \begin{cases} \text{Valeur comptable}_{\text{ouverture}} - \text{Valeur comptable}_{\text{cl\^oture}} \\ + \text{Solde cash flows passifs} + \text{Produits financiers} \\ + \text{Réserve de capitalisation}_{\text{cl\^oture}} - \text{Réserve de capitalisation}_{\text{ouverture}} \end{cases}$$

$$\text{Résultat brut} = \text{Résultat imposable} - \Delta \text{Réserve de capitalisation}$$

Le résultat brut ne prend pas en compte la variation de la réserve de capitalisation. Dans cette modélisation, le résultat imposable est égal au résultat brut étant donné que la stratégie adoptée pour la détention des actifs amortissables consiste uniquement en des réajustements par achats. Ainsi on ne cède pas d'obligation avec leur échéance.

- La valeur comptable représente la valeur comptable du portefeuille
- *Solde cash flows passifs* représente le solde des cash-flows de passifs payés/reçus, y compris les frais financiers.
- Les produits financiers sont l'ensemble des produits financiers de l'exercice, bruts de frais financiers et y compris plus ou moins values obligataires.

Le résultat net est défini par :

$$\text{Résultat net} = \begin{cases} \text{Résultat imposable} \times (1 - \text{Taux IS}) \\ -\text{Réserve de capitalisation}_{\text{cl\^oture}} + \text{Réserve de capitalisation}_{\text{ouverture}} \end{cases}$$

- *Taux IS* est le taux d'imposition sur les sociétés.

La participation aux bénéfices

Les produits étudiés possèdent des clauses de participation aux bénéfices contractuelles définies lors de la partie 1 de ce mémoire. Cependant, dans cette étude, la participation aux bénéfices peut se calculer de deux manières indépendantes :

- Calculer la participation aux bénéfices à **la maille produit** : on calcule chaque année le montant de participation aux bénéfices à attribuer aux contrats à partir des résultats techniques et financiers calculés à la maille produit.
- Calculer la participation aux bénéfices à **la maille portefeuille** : on calcule chaque année le montant de participation aux bénéfices à attribuer aux contrats à partir des résultats techniques et financiers calculés à la maille portefeuille.

Les conditions générales des produits imposent de calculer la participation aux bénéfices à la maille produit. Cependant, il nous paraît intéressant dans un second temps de quantifier l'effet d'un regroupement des produits pour le calcul de la participation aux bénéfices. Estimer la participation aux bénéfices à la maille portefeuille permettrait d'étudier la sensibilité de ce paramètre sur les résultats.

Les provisions techniques

Le 9. de l'article A. 385-2 définit l'évaluation des provisions techniques. La provision pour aléa financier est nulle.

5.3 Scénario central

Capital à immobiliser hors tests de résistance

Le capital à immobiliser au 31/12/2016, hors tests de résistance correspond au capital Solvabilité 1 défini dans la partie 2 de cette étude. Cette marge représente 4% des provisions mathématiques soit, au 31/12/2016, **17,6 millions d'euros**.

Actif	Passif
Actifs en valeur comptable : 454	Excédent de marge 0 Marge Solvabilité 1 (4% * Provisions mathématiques) : 17
Actifs à immobilier pour S1 : 17	Provisions mathématiques : 441 PPE : 7 Réserve de capitalisation : 6

Lors de l'implémentation des tests de résistance, nous analyserons, pour chaque année d'exercice, les besoins en fonds propres. Nous considérerons, au 31/12/2016, que l'assureur possède un ratio de couverture Solvabilité 1 égal à 100%. Le ratio de couverture, à la date t , correspond au quotient entre les fonds propres détenus à la date t et le capital Solvabilité 1 requis à la date t .

$$Ratio_{couverture}(t) = \frac{FP_t}{MSR_t}$$

avec :

- FP_t , les fonds propres immobilisés à la date t .
- MSR_t (Marge de Solvabilité Réglementaire), le capital Solvabilité 1 requis à la date t .

Ainsi pour déterminer, au 31/12/2016, le besoin en fonds propres supplémentaires des exigences Solvabilité 1, nous allons projeter quatre scénarios et analyser sous chacun de ces scénarios, les fonds propres supplémentaires nécessaires à l'assureur pour respecter, à chaque période de la projection, les engagements Solvabilité 1. Les potentielles pertes annuelles seront directement imputées aux fonds propres immobilisés. Ainsi, à chaque date, on devra comparer les fonds propres restant avec le capital Solvabilité 1 requis. Nous calculerons **l'insuffisance en fonds propres** à chaque exercice. Cette insuffisance en fonds propres s'écrit à la date t :

$$Insuffisance\ capital_t = MSR_t - (FP_0 + \sum_{i=1}^{i=t} Résultat_i)$$

avec :

- MSR_t le capital Solvabilité 1 requis de l'année t correspondant à 4% des provisions mathématiques de l'année t .
- FP_t les fonds propres immobilisés l'année t :

$$\begin{cases} FP_0 = 4\% \times PM_{31/12/2016} \\ FP_t = 4\% \times PM_{31/12/t} \end{cases}$$

- $Résultat_i$ le résultat de l'année i . Le résultat utilisé dépend des hypothèses réglementaires. En

particulier, en cas de résultats négatifs lors des dix années de projection, il faudra considérer le résultat brut (défini précédemment).

À chaque date t , comprise entre 0 et 10 ans :

- Si l'insuffisance en capital calculée précédemment est positive alors l'assureur fait face à une situation "d'insuffisance" en capital. Au vue de la réglementation des FRPS, il pourra être amené à immobiliser au 31/12/2016 davantage de capital que celui imposé par la réglementation Solvabilité 1.
- Si l'insuffisance en capital calculée précédemment est négative alors l'assureur fait face à une situation "d'excès" de capital.

Présentation du scénario central

Chronique des actifs

Les hypothèses réglementaires imposent de garder l'allocation constante au cours de la projection, c'est-à-dire pour le portefeuille étudié : **78%** de titres amortissables et **22%** de titres non amortissables. Nous représentons graphiquement les montants annuels des coupons obligataires que l'assureur va recevoir au titre des actifs obligataires détenus en portefeuille au 31/12/2016 :

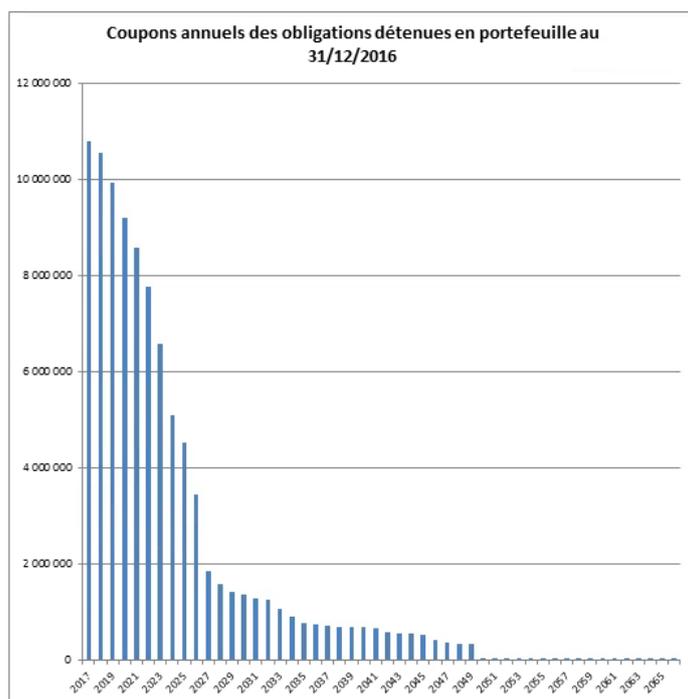


FIGURE 5.6 – Coupons annuels obligataires par maturité des obligations

Un des derniers saut observé semble intervenir entre l'année 2026 et 2027, pour les coupons des actifs obligataires détenus en portefeuille au 31/12/2016. On retrouve cette observation lorsque nous étudions la courbe des rendements du portefeuille d'actif (voir ci-dessous). En effet, à partir de l'année 2027, les rendements obligataires diminuent moins vite que les années précédentes.

De plus, les rendements des actifs du portefeuille doivent tendre vers un taux de rendement annuel de l'ordre de **1,33%**. En effet lorsque les obligations détenues en portefeuille au 31/12/2016

seront toutes arrivées à échéances et comme l'allocation des actifs doit rester inchangée au cours de la projection (78% de titres amortissables et 22% de titres non amortissables), les rendements annuels doivent converger vers 1,33% :

$$\underbrace{78\%}_{\text{Part d'actifs amortissables}} \times \underbrace{0,859\%}_{\text{Rendements}} + \underbrace{22\%}_{\text{Part d'actifs non amortissables}} \times \underbrace{3,013\%}_{\text{Rendements}} = 1,33\%$$

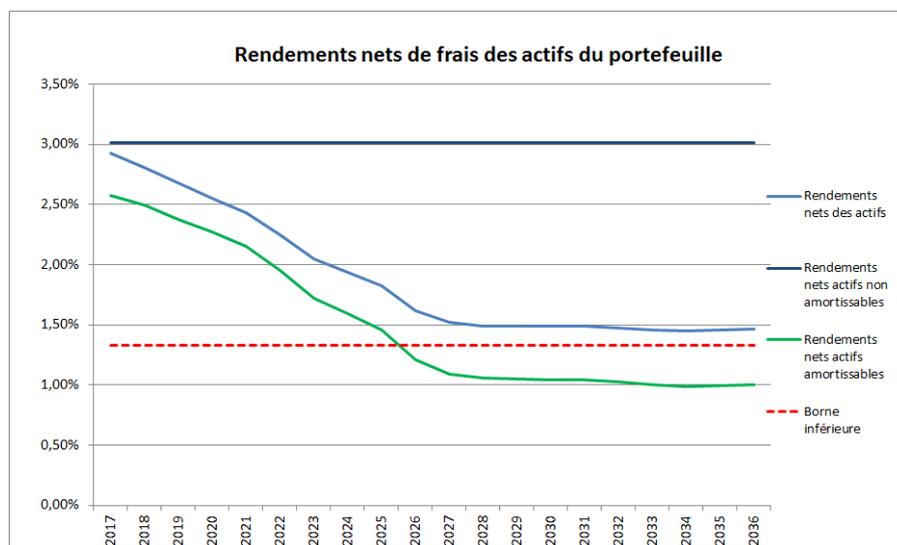


FIGURE 5.7 – Rendements des actifs du portefeuille

L'allocation d'actifs doit rester inchangée au cours des dix années de projection, pour cela nous avons restreint les seuils d'allocations plancher et plafond décrits dans la partie 3 de ce mémoire. À chaque période, le portefeuille est bien constitué de 78% d'actifs amortissables et 22% d'actifs non amortissables lors des dix années de projection.

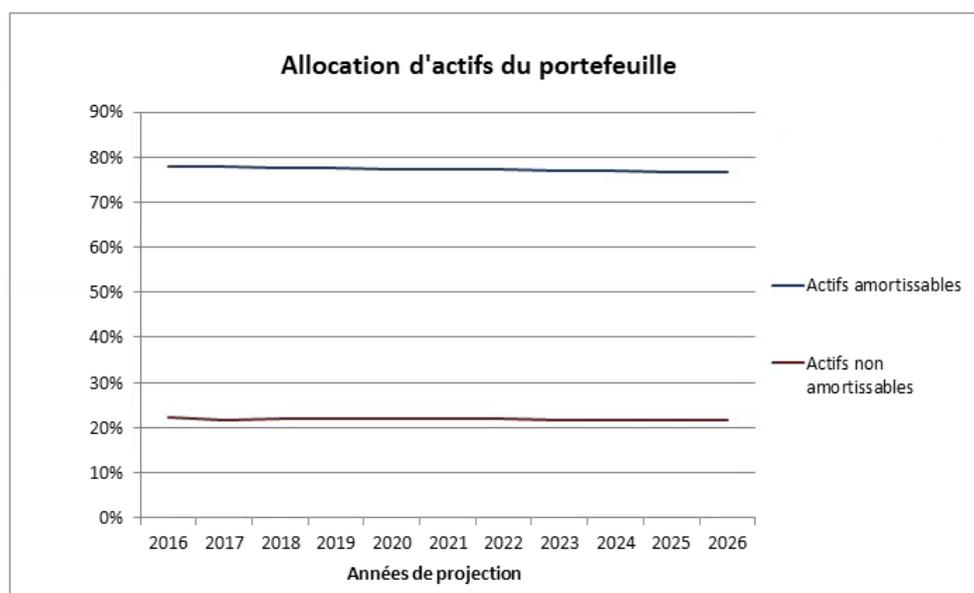


FIGURE 5.8 – Allocation des actifs par année de projection

Résultat

Le résultat du portefeuille dépend notamment de trois paramètres :

- Le résultat administratif.
- Le résultat financier.
- Le résultat technique.

Résultat administratif

Le résultat administratif se calcule à l'aide des éléments définis ci-dessous :

- Les chargements sur arrérages : 3%.
- Les chargements de gestion sur encours : 1% annuel en différé et en service pour les produits A et C et 0.5% pour le produit B.
- Les chargements sur primes : les produits possèdent des taux de chargements exprimés en pourcentage des primes commerciales.
- Les commissions.
- Les frais.

$$\text{Résultat administratif} = \begin{cases} \text{Chargements primes} + \text{Chargements sur encours} + \text{Chargements} \\ \text{sur conversions} - \text{Frais} - \text{Commissions} \end{cases}$$

Résultat financier

Au 31/12/2016, nous avons calculé les taux d'intérêt moyens garantis² des contrats en constitution et en restitution. Pour les individus déjà en rente au 31/12/2016, le taux d'intérêt moyen net de frais est de l'ordre de **3,6%**, alors que pour les individus en phase de constitution le taux d'intérêt moyen net de frais en constitution est de l'ordre de **2,3%** et celui qui le sera en restitution est également de **2,3%**. Les dynamiques financières sont les suivantes :

- Les taux d'intérêts garantis moyens du portefeuille diminuent au cours de la projection. Au 31/12/2016 le portefeuille fait face à des taux garantis en moyenne de l'ordre de **2,9%** et nous avons simulé, ci-dessous, l'évolution des taux garantis moyens suite à la projection déterministe du portefeuille.
- Cette baisse des taux d'intérêts garantis est accompagnée d'une baisse des rendements des actifs du portefeuille. En effet les réinvestissements obligataires s'effectuent sur des actifs, en moyenne, moins rentables que ceux détenus en portefeuille au 31/12/2016.

2. Taux d'intérêt moyens nets de frais pondérés par les provisions mathématiques

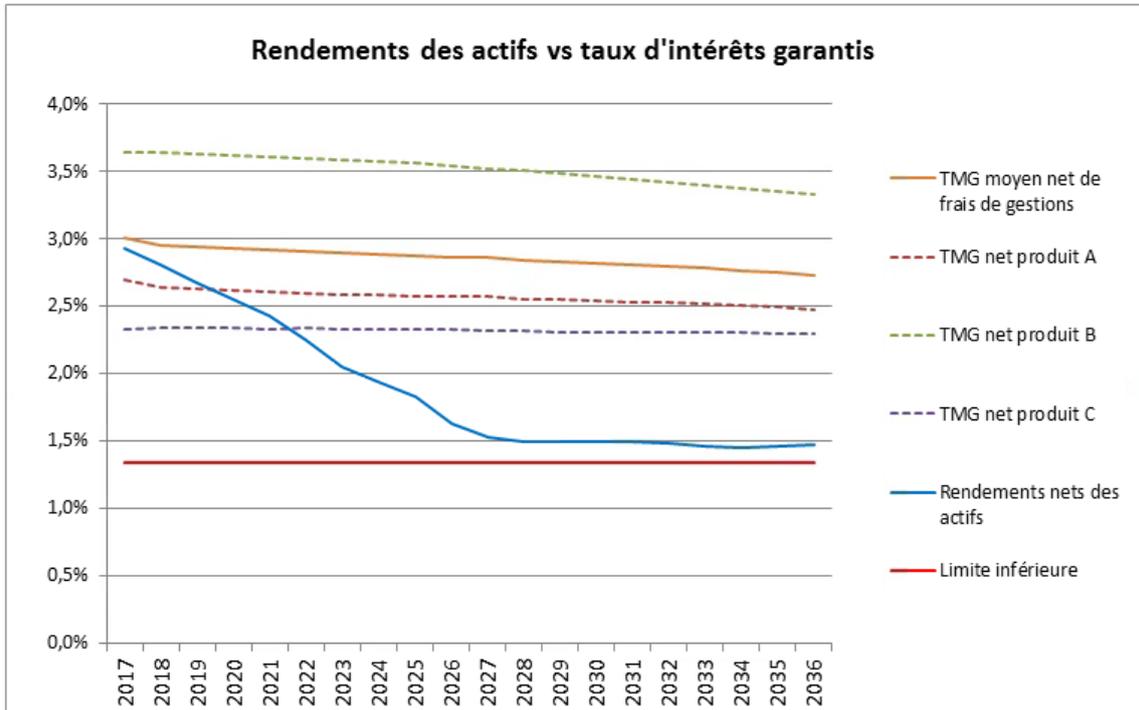


FIGURE 5.9 – Taux d'intérêts garantis et rendements - scénario central

Les rendements diminuent plus vite que les taux garantis moyens des produits. Les écarts entre les taux garantis et les rendements s'accroissent donc au cours de la projection, ce qui explique que les résultats financiers diminuent.

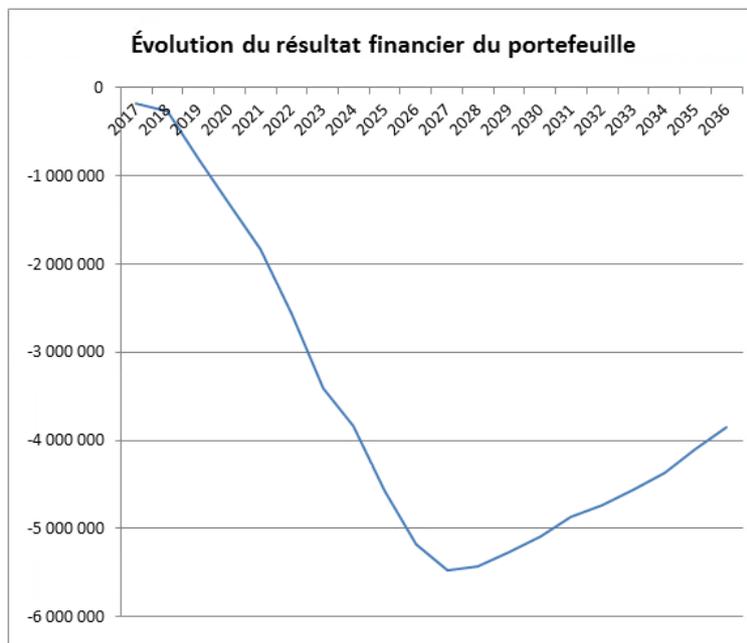


FIGURE 5.10 – Résultats financiers

Dans un premier temps les résultats financiers diminuent parce que l'écart entre les taux d'intérêt garantis et les rendements s'accroît, ensuite deux phénomènes améliorent ce solde (en valeur absolue) :

- Le rendement annuel des actifs stagne contrairement aux taux garantis qui diminuent.
- Le montant des provisions mathématiques diminue avec le vieillissement du portefeuille.

Résultat technique

Nous observons un résultat technique négatif lors de certaines années de projection. Ce résultat s'explique par le produit A qui possède pour certains contrats, des tables garanties autres que celles en vigueur à la liquidation. Ces tables garanties estiment une espérance de vie inférieure à celles des tables réglementaire. Ainsi lors de la projection, étant donné que nous estimons les décès à l'aide des tables réglementaires et que nous provisionnons les rentes avec les tables réglementaires, on constate un résultat technique négatif pour certains exercices.

De plus on ne possède pas de loi de passage en rente. On a donc pris l'hypothèse, pour la modélisation, que les individus prennent leur retraite à 65 ans. Au 31/12/2016, le produit A possède quelques individus de plus de 65 ans qui sont toujours en phase d'épargne. Nous considérons donc qu'ils passent immédiatement en rente. Cette méthode peut générer quelques pertes techniques la première année de projection si les individus possèdent des tables garanties autres que les tables réglementaires. Nous avons pris l'exemple d'un contrat du produit A pour illustrer cette perte technique :

- Age : 67 ans
- Sexe : Femme
- Capital constitué pour le passage en rente : 10 000 euros
- Taux garanti en restitution : 2%
- Table garantie : TPRV93
- Frais d'arrérages : 3%
- Fractionnement : trimestriel

Nous obtenons ainsi **553,55** euros comme montant de rente annuel, correspondant au taux de rente multiplié par le capital. Le montant de rente qu'on obtiendrait avec la table TGF05 est de **499,10** euros annuel, soit un écart de près de **11%**. Cet écart est expliqué par l'espérance de vie à 67 ans qui diverge selon la table considérée.

Espérance de vie	TPRV93	TGF05
À 67 ans	18,16 années	20,08 années

TABLE 5.1 – Espérance de vie à 67 ans selon les tables TPRV93 et TGF05

L'absence de loi de passage en rente peut constituer une limite à la modélisation. Néanmoins, l'absence de cette dernière semble générer un impact limité sur le capital des FRPS à immobiliser, étant donné que nous verrons que l'insuffisance maximale à considérer est celle à horizon dix ans.

Insuffisances en capital

Nous projetons le portefeuille sous le scénario central défini précédemment pour les dix années de projection réglementaires. Pour chaque année de projection nous obtenons un résultat brut négatif du portefeuille, ainsi on ne peut pas comptabiliser les crédits d'impôts et on utilisera le **résultat brut**. L'insuffisance en capital ci-dessous est exprimée en pourcentage des provisions mathématiques au 31/12/2016 :

Scénario central - années	2	4	6	8	10
Insuffisances cumulées du portefeuille	1,5%	2,8%	4,4%	6,6%	9,2%

TABLE 5.2 – Insuffisances cumulées - scénario central

Nous représentons pour chaque produit les insuffisances en capital exprimées en pourcentage des provisions mathématiques du produit au 31/12/2016. Nous ajoutons également l'insuffisance en capital globale du portefeuille exprimée en pourcentage des provisions mathématiques du portefeuille au 31/12/2016.

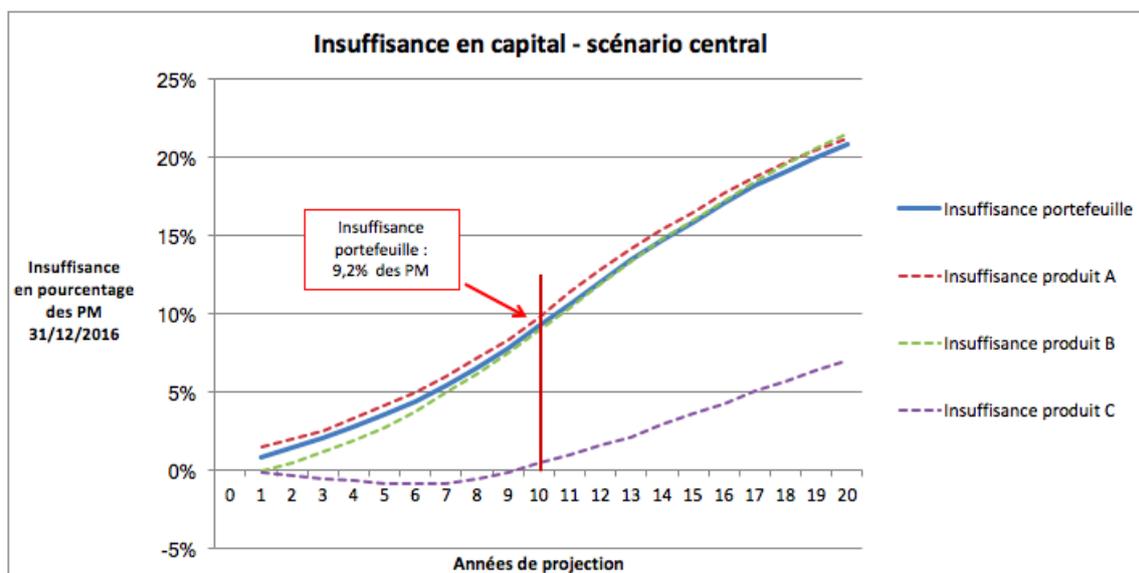


FIGURE 5.11 – Évolution de l'insuffisance en capital - scénario central

Sous le scénario central, nous obtenons un besoin en capital croissant au cours du temps. À l'horizon dix ans l'assureur fait face à une insuffisance en capital de **9,2%** des provisions mathématiques du 31/12/2016, soit **40,5 millions d'euros**. De plus à chaque fin d'exercice on a : $\forall t \in [0; 10]$

$$Fonds Propres_t \leq 4\% \times Provisions Mathématiques_t$$

avec :

- $Fonds Propres_t = Fonds Propres_0 + \sum_{i=1}^t Résultat_i$.
- Le résultat considéré est le résultat brut étant donné que sur les dix années de projection, le portefeuille possède un résultat négatif.

Nous remarquons que le produit C ne présente pas d'insuffisance lors des neuf premières années de projection, c'est-à-dire qu'on observe $\forall t \llbracket 0; 9 \rrbracket$:

$$Fonds Propres_t \geq 4\% \times Provisions Mathématiques_t$$

Le produit A représente la plus grande part d'insuffisance en capital mais c'est aussi le produit avec les provisions mathématiques les plus élevées³. Cette part dans l'insuffisance en capital diminue au court du temps au profit du produit B.

Le produit C possède un résultat positif lors des dix années projetées, cependant il n'a que peu d'impact sur l'insuffisance en capital étant donné qu'il ne représente, au 31/12/2016, que **6%** des provisions mathématiques du portefeuille.

La dérivée seconde de la courbe d'insuffisance en capital semble positive lors des dix années de projection. Cela signifie que l'insuffisance en capital augmente chaque année plus fortement que l'année précédente. En effet nous obtenons :

$$\begin{aligned} \max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) &= \frac{x_{10}}{10} \\ &= 0,92\% \end{aligned}$$

avec x_i l'insuffisance en capital de l'année i .

Dans la suite de la modélisation nous allons détailler les résultats des trois chocs réglementaires : baisse des taux d'intérêt, baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables et baisse de la mortalité. Chacun de ces scénarios repose sur un choc du scénario central.

5.4 Tests de résistance : baisse des taux d'intérêt

Description et modélisation du choc

L'article **A. 385-3**. de l'arrêté FRPS⁴ détaille le choc à implémenter :

Pour le scénario de baisse des taux d'intérêt, le niveau des taux d'intérêt pour les valeurs amortissables ainsi que celui servant de référence pour le calcul des provisions techniques est diminué, pour toute la durée de la projection, du maximum entre une baisse relative de 40% et une baisse absolue de 0,75%, sans pouvoir toutefois être inférieur à 0% ou supérieur à 3,5 %.

Autrement dit, le taux TEC N choqué est obtenu à partir de la formule suivante :

$$TECN_{Après\ choc} = \max(0, \min(TECN_{Initial} - 0,75\%; TECN_{Initial} \times (1 - 40\%))$$

Nous obtenons, ci-dessous, les taux d'intérêt pour les maturités comprises entre 10 et 15 ans.

3. Au 31/12/2016, le produit A représente 64% des provisions mathématiques du portefeuille.

4. Arrêté en annexe

Maturité	Moyenne des TEC N	Après choc relatif de baisse 40%	Après choc absolue de baisse 0,75%	Après Choc réglementaire
10	0,459	0,276	0,000	0,000
11	0,539	0,324	0,000	0,000
12	0,619	0,372	0,000	0,000
13	0,699	0,419	0,000	0,000
14	0,779	0,467	0,024	0,024
15	0,859	0,515	0,104	0,104

TABLE 5.3 – Taux TEC N après chocs

Étant donné que dans l'étude les réinvestissements s'effectuent sur des obligations de maturité quinze ans, le choc à effectuer correspond à une baisse absolue de 0,75% des rendements. Après choc, les rendements des actifs du portefeuille sont les suivants :

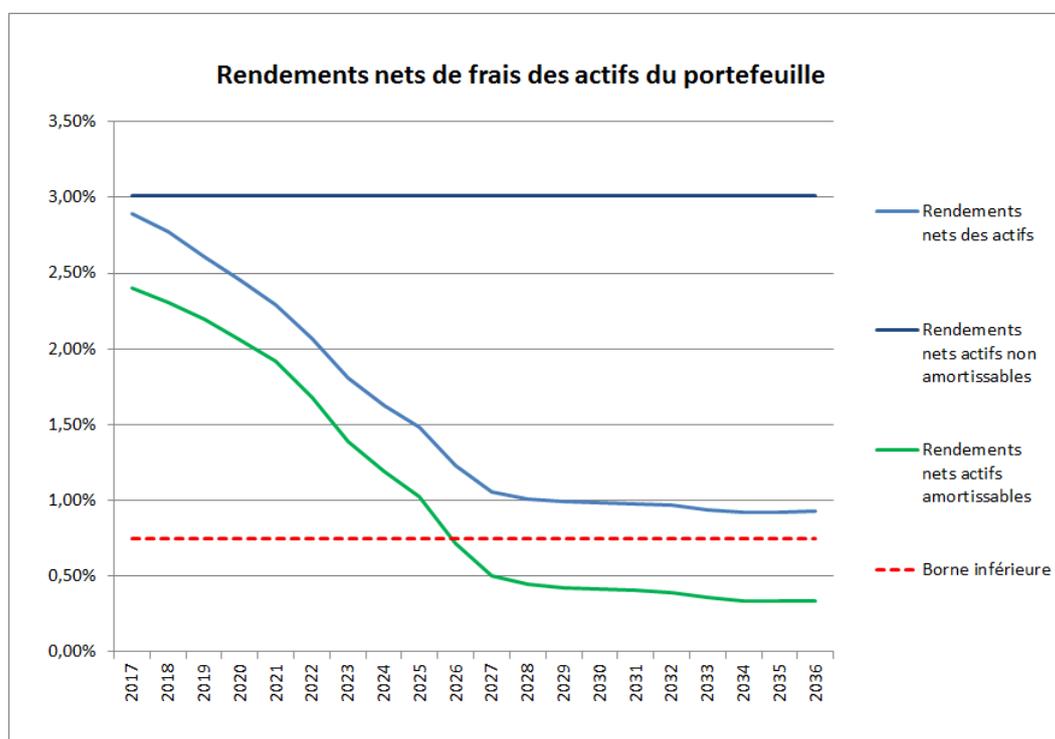


FIGURE 5.12 – Rendements du portefeuille - scénario baisse des taux d'intérêt

La limite inférieure est calculée de la manière suivante :

$$\underbrace{78\%}_{\text{Part d'actifs amortissables}} \times \underbrace{(0,859\% - 0,75\%)}_{\text{Rendements choqués}} + \underbrace{22\%}_{\text{Part d'actifs non amortissables}} \times \underbrace{3,013\%}_{\text{Rendements}} = 0,75\%$$

Conséquences sur les résultats de l'assureur

La baisse des taux d'intérêt provoque une diminution des résultats financiers sur toute la période de projection. En effet l'écart entre les taux d'intérêts garantis moyen et les rendements

financiers s'accroît étant donné que les réinvestissements obligataires rapportent une rémunération inférieure à celle du scénario central. Nous utilisons la même méthode que précédemment pour déterminer l'insuffisance en capital lors de chaque exercice projeté. La variable "résultat" utilisée dans le calcul des insuffisances en capital est également $Résultat_{brut}$ car chaque année nous obtenons un résultat négatif pour le portefeuille. Les insuffisances en capital ci-dessous sont exprimées en pourcentage des provisions mathématiques au 31/12/2016 :

Scénario - baisse des taux - années	2	4	6	8	10
Insuffisances cumulées du portefeuille	1,6%	3,0%	4,9%	7,6%	10,8%

TABLE 5.4 – Test de résistance : baisse des taux d'intérêt

À l'horizon dix ans l'assureur fera face à une insuffisance représentant **10,8%** des provisions mathématiques du 31/12/2016, soit **47,5 millions** d'euros. L'insuffisance en capital est plus élevée de **17,4%** que celle du scénario central.

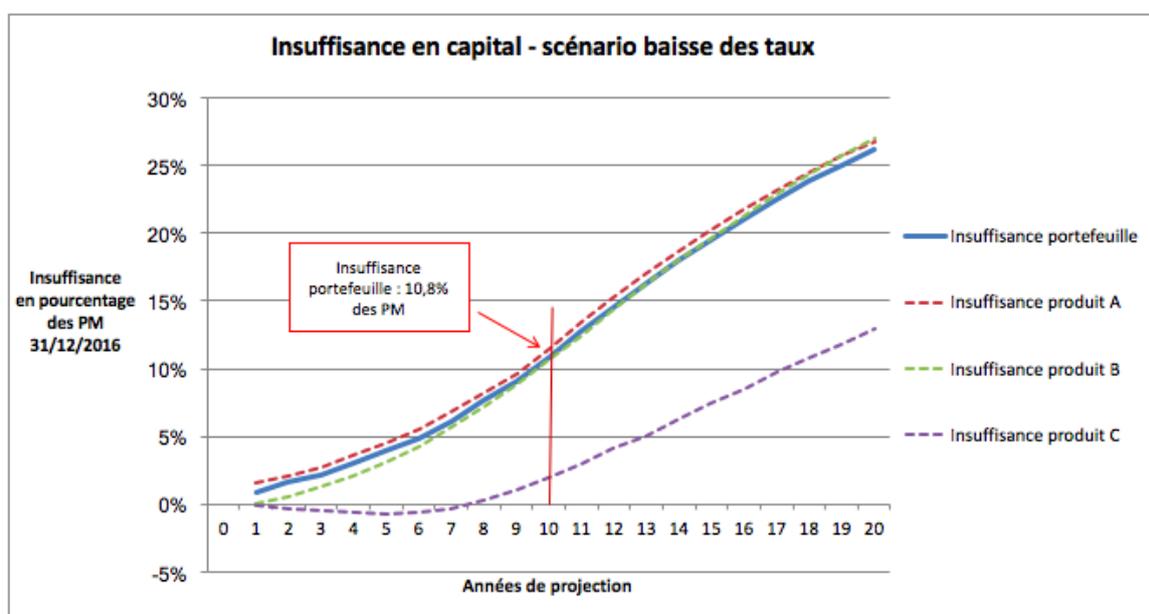


FIGURE 5.13 – Insuffisances en capital - choc des taux d'intérêt

De plus, nous obtenons :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10} = 1,08\%$$

avec x_i l'insuffisance en capital de l'année i .

D'autres chocs de baisse des taux de différentes amplitudes ont été implémentés. Nous réalisons des scénarios de chocs absolus allant de 0,85%, équivalent à des rendements presque nuls pour les réinvestissements obligataires à un choc absolu de 0% équivalent au scénario central. Nous obtenons les courbes d'insuffisances en capital suivantes pour le portefeuille étudié (en % des provisions mathématique au 31/12/2016) :

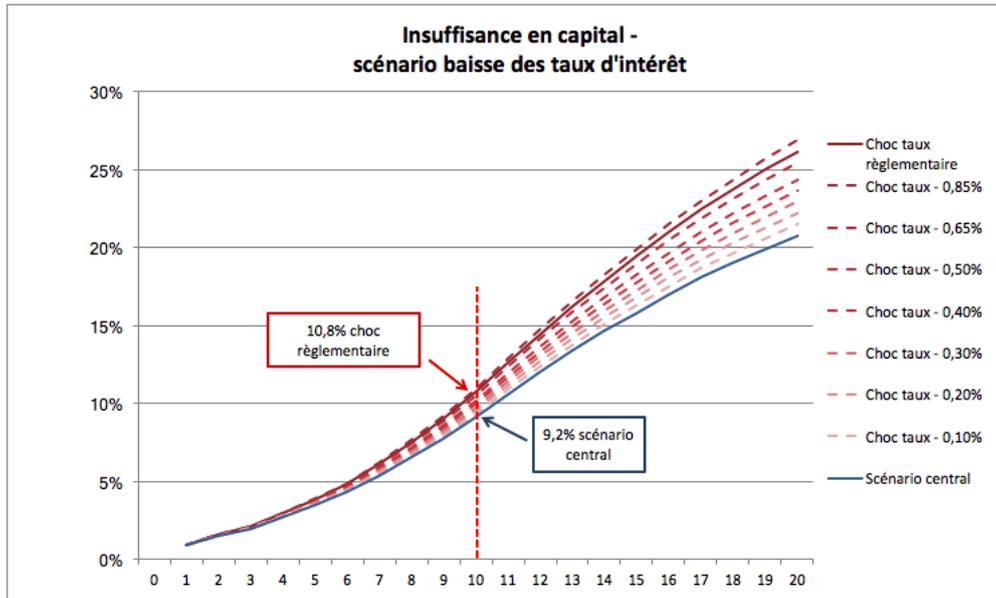


FIGURE 5.14 – Insuffisances en capital - choc des taux d'intérêt

5.5 Tests de résistance : baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables

Description et modélisation des chocs

L'article A. 385-3. de l'arrêté FRPS⁵ détaille le choc à implémenter :

Dans le scénario de baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables, le niveau des rendements des actifs non amortissables est diminué de 30%.

Dans le scénario central, le rendement des actifs non amortissables est de **3,013%**.

$$Rendement\ actifs\ non\ amortissables_{choqué} = Rendement\ actifs\ non\ amortissables \times (1 - 30\%)$$

Le choc sur les actifs non amortissables fait passer le rendement de ces derniers à **2,109%**, après choc les rendements du portefeuille sont les suivants :

5. Arrêté en annexe

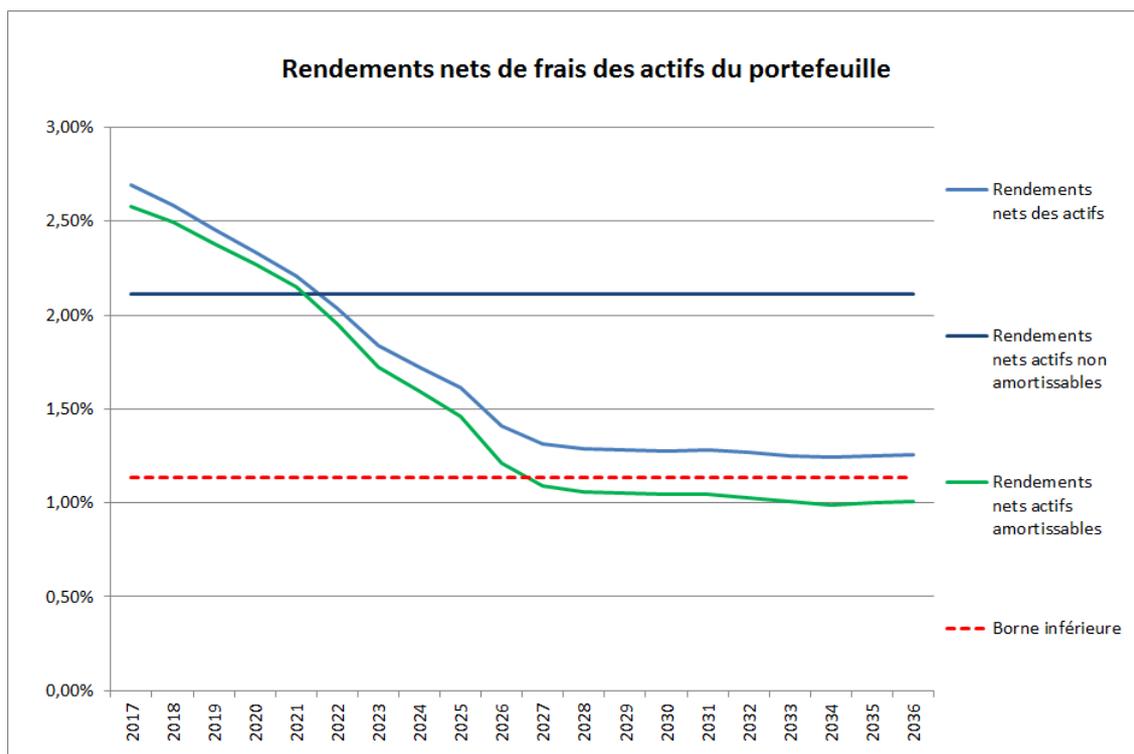


FIGURE 5.15 – Rendements du portefeuille - scénario baisse des rendements financiers tirés des titres non amortissables

La limite inférieure est calculée de la manière suivante :

$$\underbrace{78\%}_{\text{Part d'actifs amortissables}} \times \underbrace{(0,859\%)}_{\text{Rendements}} + \underbrace{22\%}_{\text{Part d'actifs non amortissables}} \times \underbrace{3,013\% \times (1 - 30\%)}_{\text{Rendements choqués}} = 1,13\%$$

Conséquences sur les résultats de l'assureur

La baisse des rendements financiers tirés des titres non amortissable provoque une diminution des résultats financiers sur toute la période de projection par rapport au scénario central. En effet l'écart entre les taux d'intérêts garantis moyen et les rendements financiers s'accroît. Nous utilisons la même méthode que précédemment pour déterminer l'insuffisance en capital lors de chaque exercice projeté. La variable "résultat" utilisée dans le calcul des insuffisances en capital est également $Résultat_{brut}$ car chaque année nous obtenons un résultat négatif pour le portefeuille. Les insuffisances en capital ci-dessous sont exprimées en pourcentage des provisions mathématiques du 31/12/2016 :

Scénario - baisse des rendements financiers - années	2	4	6	8	10
Insuffisances cumulées du portefeuille	1,8%	3,7%	5,7%	8,3%	11,3%

TABLE 5.5 – Test de résistance : baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables

À l'horizon dix ans l'assureur fera face à une insuffisance en capital représentant **11,3%** des provisions mathématiques du 31/12/2016, soit **49,8 millions** d'euros. L'insuffisance en capital est plus élevée de **22,9%** que celle du scénario central.

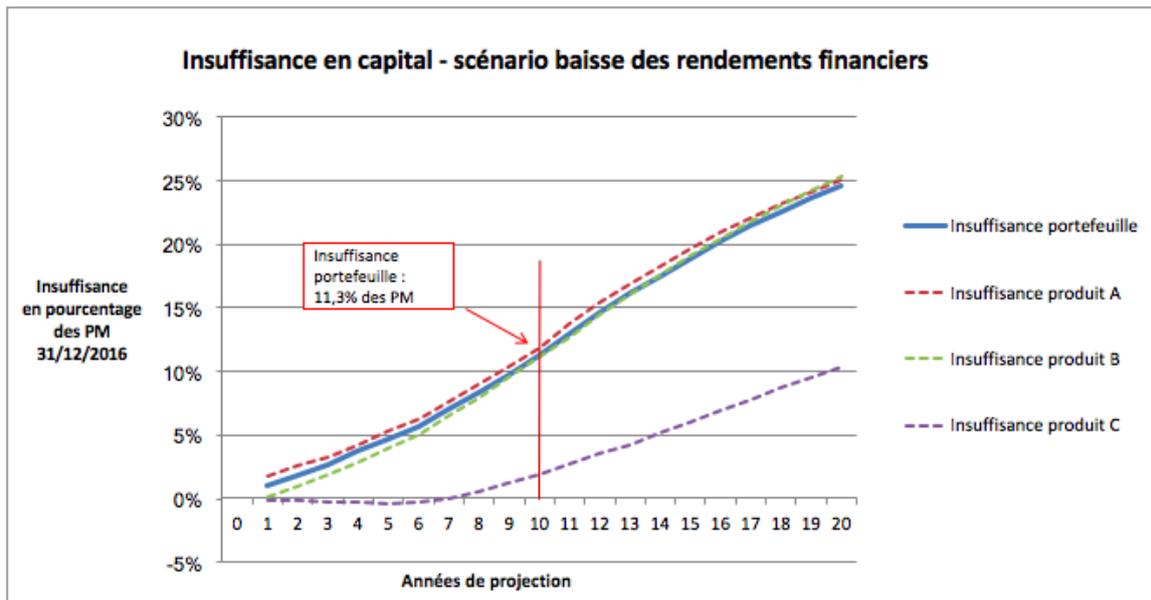


FIGURE 5.16 – Insuffisances en capital - choc des rendements financiers

De plus, nous obtenons :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10} = 1,13\%$$

avec x_i l'insuffisance en capital de l'année i .

Nous réalisons des scénarios complémentaires avec des chocs de différentes amplitudes, des chocs relatifs allant de 10% à 60% avec un pas de 10%. Nous traçons ensuite les courbes d'insuffisances en capital sous ces différents scénarios.

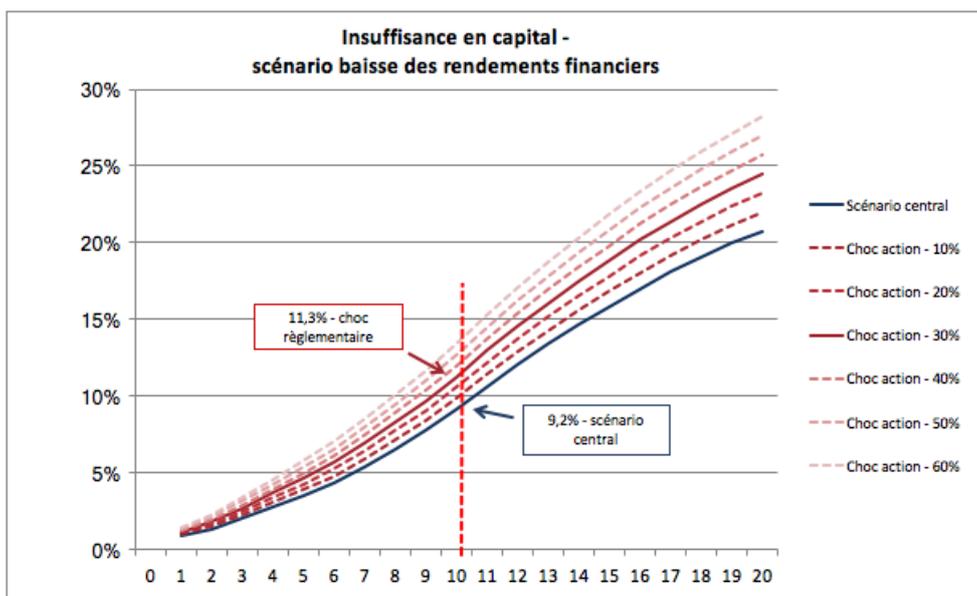


FIGURE 5.17 – Insuffisances en capital - choc des rendements financiers

5.6 Tests de résistance : baisse de la mortalité

Description et modélisation des chocs

Les portefeuilles retraite sont exposés au risque de longévité qui correspond à l'allongement de l'espérance de vie. Dans cette situation les assureurs doivent payer des prestations à leurs assurés pendant une période plus longue que ce qu'ils avaient estimés et tarifés. **L'article A. 385-3.** de l'arrêté FRPS⁶ détaille le choc à implémenter.

"Dans le scénario de baisse de la mortalité, le taux de mortalité à tout âge est diminué de 10%".

Ainsi on abaisse tous les q_x des tables de mortalité, servant à la projection des décès du portefeuille, de 10%. Les actifs amortissables étant conservés jusqu'à leur échéance et comme l'allocation actif/passif reste la même lors de la projection, il n'y a pas de conséquence sur les rendements financiers annuels. La probabilité, après choc, de décéder entre l'âge x et $x + 1$ est défini par $\forall x \in \llbracket 0; 120 \rrbracket$ ⁷

$$q_x^{new} = (1 - 10\%) \times \frac{l_{x+1}}{l_x}$$

avec : l_x la population d'âge x de la table de mortalité considérée.

Conséquences sur les résultats de l'assureur

La baisse de la mortalité provoque un allongement de l'espérance de vie sur toute la période de projection. Ainsi les résultats techniques se détériorent tout au long de la projection par rapport au scénario central, les résultats financiers ne sont quant à eux pas impactés par ce choc. On utilise la même méthode que précédemment pour déterminer l'insuffisance en capital lors de chaque exercice projeté. La variable "résultat" utilisée dans le calcul des insuffisances en capital est $Résultat_{brut}$ car chaque année nous obtenons un résultat négatif pour le portefeuille. Les insuffisances en capital ci-dessous sont exprimées en pourcentage des provisions mathématiques au 31/12/2016 :

Scénario - baisse de la mortalité - années	2	4	6	8	10
Insuffisances cumulées du portefeuille	1,6%	3,0%	4,7%	7,1%	9,9%

TABLE 5.6 – Test de résistance : baisse de la mortalité

À l'horizon dix ans l'assureur fera face à une insuffisance en capital de l'ordre de **9,9%** des provisions mathématiques au 31/12/2016, soit **43,5 millions** d'euros. L'insuffisance en capital est plus élevée de **7,5%** que celle du scénario central.

6. Arrêté en annexe

7. 120 correspond à l'âge maximum de la table TGF05

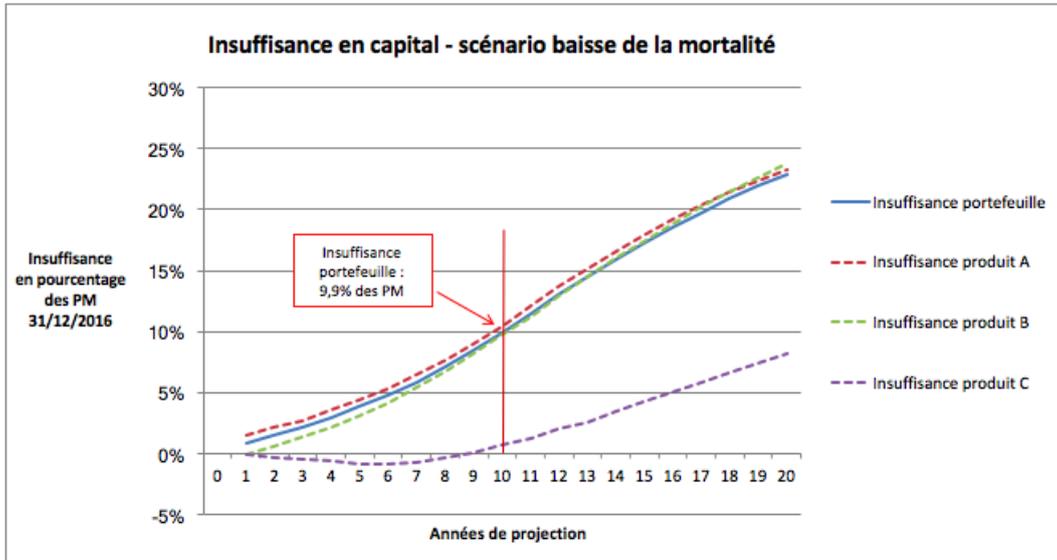


FIGURE 5.18 – Insuffisances en capital - choc baisse de la mortalité

De plus nous obtenons :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10} = 0,99\%$$

avec x_i l'insuffisance en capital de l'année i .

Nous réalisons d'autres scénarios avec différentes amplitudes de chocs relatifs et on trace ensuite les courbes des insuffisances en capital sous ces différents scénarios.

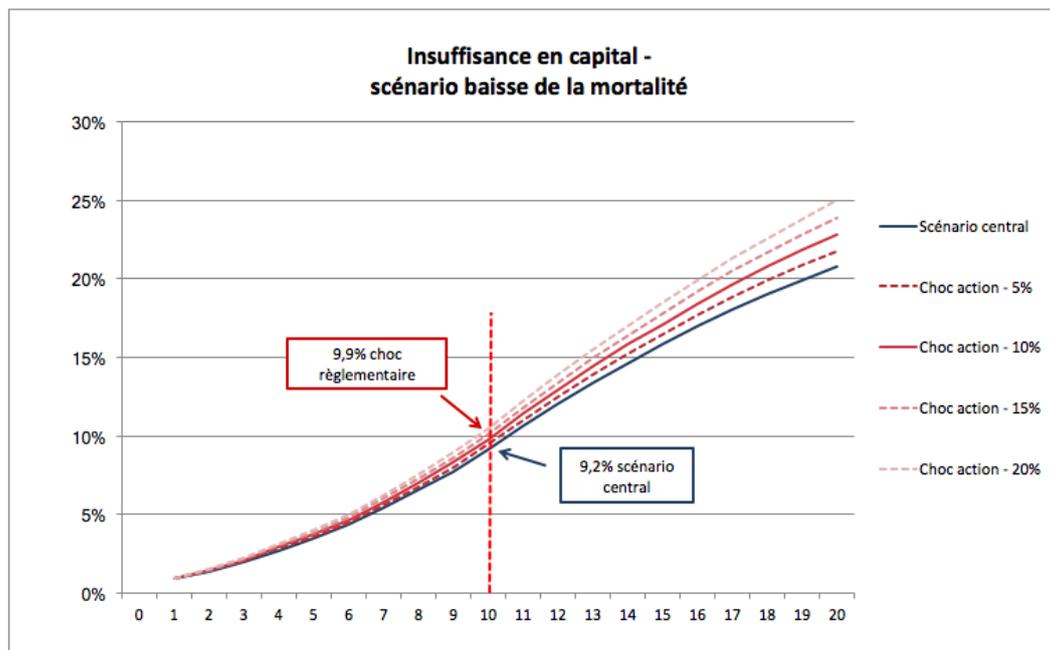


FIGURE 5.19 – Insuffisances en capital - choc baisse de la mortalité

5.7 Sensibilités

Précédemment nous avons défini et réalisé les chocs réglementaires, il nous semble intéressant d'identifier la sensibilité de ces chocs à différentes hypothèses, notamment pour essayer de déterminer des leviers potentiels qui permettraient d'améliorer les résultats du portefeuille.

Sensibilités aux hypothèses économiques

Il nous paraît intéressant de tester la sensibilité des chocs réglementaires au contexte économique. Deux paramètres économiques sont pris en compte pour générer le scénario économique sous la réglementation des FRPS :

- **Pour les actifs amortissables** : les taux TEC N.
- **Pour les actifs non amortissables** : le taux moyen des emprunts d'État (TME).

En ce qui concerne le taux moyen des emprunts d'État (TME), nous avons observé que les taux de l'année 2016 semblaient relativement faibles par rapport à ceux de la période 2004 à 2017. Un rebond semble néanmoins avoir lieu début 2017 avec un TME moyen proche de 0.945 à fin juin 2017. Ainsi, il nous semble intéressant d'étudier deux scénarios alternatifs aux scénarios réglementaires en se positionnant à différentes périodes.

- **Scénario alternatif 1** : Nous modélisons le portefeuille en prenant les hypothèses économiques en vigueur au 31/12/2015. Nous calculons le TME moyen de l'année 2015 et le taux TEC 15 moyen de l'année 2015.
- **Scénario alternatif 2** : Nous modélisons le portefeuille en prenant les hypothèses économiques en vigueur au 31/12/2014. Nous calculons le TME moyen de l'année 2014 et le taux TEC 15 moyen de l'année 2014.

Hypothèses économiques	Scénario réglementaire situation au 31/12/2016	Scénario alternatif 1 situation au 31/12/2015	Scénario alternatif 2 situation au 31/12/2014
TME	0,513%	0,875%	1,692%
TEC 15	0,859%	1,269%	2,170%

TABLE 5.7 – Scénarios réglementaires et alternatifs

Pour le scénario central, nous obtenons les rendements suivants du portefeuille :

- **Valeurs non amortissables** :

$$\text{Rendements alternatif 1} = 0,875\% + 2,5\% = 3,375\%$$

$$\text{Rendements alternatif 2} = 1,692\% + 2,5\% = 4,192\%$$

- **Valeurs amortissables** :

$$\text{Rendements alternatif 1} = 1,692\%$$

$$\text{Rendements alternatif 2} = 2,170\%$$

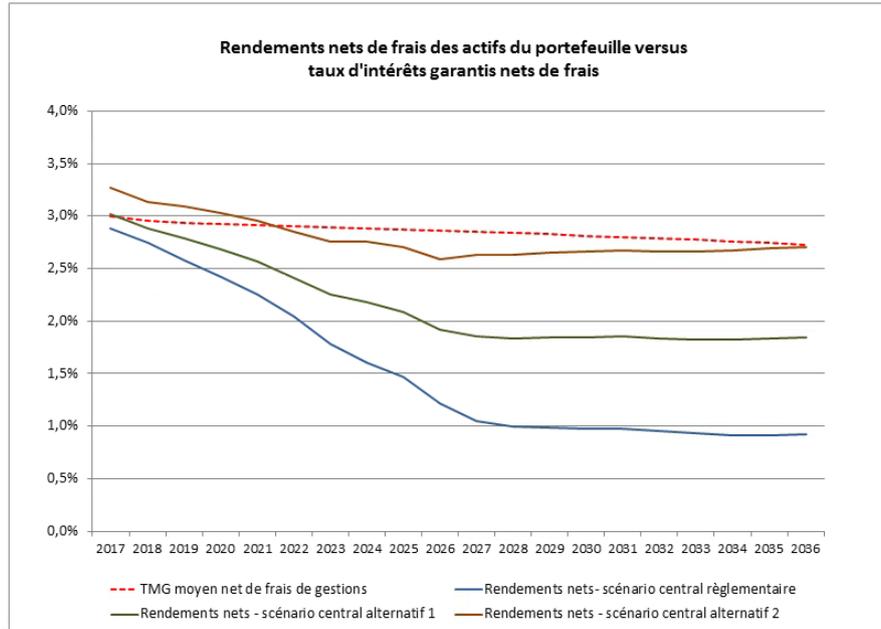


FIGURE 5.20 – Comparaison des rendements et des taux d’intérêts garantis

Pour les deux scénarios alternatifs envisagés, les rendements améliorent les résultats financiers du portefeuille mais n’ont pas d’impact sur les résultats techniques. Pour les deux scénarios alternatifs, le scénario à horizon dix ans le plus coûteux en capital est celui du choc des valeurs non amortissables et nous avons également :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10}$$

avec x_i l’insuffisance en capital de l’année i .

Insuffisances cumulées	Scénario - central	Scénario - baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables
Scénario réglementaire	9,2%	11,3%
Scénario alternatif 1	7,1%	9,5%
Scénario alternatif 2	3,0%	5,8%

TABLE 5.8 – Insuffisances en capital à horizon dix ans - hypothèses économiques alternatives

Les résultats diffèrent selon le contexte économique en vigueur à la date de projection. Nous remarquons que les résultats sont sensibles au contexte économique. Les tests de résistance devant être réalisés annuellement, en cas d’évolution du contexte économique, l’ACPR pourrait imposer des exigences supplémentaires ou inférieures à celles prévues lors de la première modélisation des chocs. Cependant le caractère forfaitaire correspondant aux exigences Solvabilité 1 permet de réduire la volatilité des exigences en capital.

Sensibilités aux hypothèses de projection

Scénario avec projection des primes

Comme les contrats sont à tacite reconduction, les primes ont été projetées uniquement sur une année. Nous considérons dans cette sous-partie un scénario alternatif dans lequel on projette

les primes sur plus d'une année. Les versements projetés s'effectuent sur des contrats avec des garanties de taux d'intérêts et de tables de mortalité (pour le produit A) avantageuses pour les assurés compte tenu du contexte économique et démographique actuel. En effet certains contrats possèdent des tables de mortalité garanties qui prennent moins en considération l'allongement de l'espérance de vie que les tables de mortalité réglementaires. Ainsi en projetant les primes, nous obtenons des résultats dégradés pour l'assureur par rapport aux résultats des scénarios réglementaires. Le scénario nécessitant l'exigence réglementaire la plus importante à horizon dix ans est le scénario de baisse des rendements financiers tirés des titres non amortissables. Nous obtenons l'insuffisance en capital (en % des provisions mathématiques au 31/12/2016) pour ce scénario :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10} \\ = 1,18\%$$

avec x_i l'insuffisance en capital du scénario baisse des rendements financiers de l'année i .

Cette insuffisance est supérieure à celle obtenue sans projection de primes.

Scénario avec impôts différés

Pour les hypothèses de projection il est dit que l'assureur peut constituer des impôts différés à l'actif "*si des bénéfices imposables permettent leur imputation lors d'exercices ultérieurs jusqu'à l'horizon de projection*". Nous avons vu que la projection du portefeuille ne permettait pas de constituer des IDA. Nous considérons dans ce scénario alternatif que les impôts différés sont pris en compte même si des bénéfices imposables ne permettent pas leur imputation. Ainsi au lieu de se baser sur le résultat brut pour déterminer l'insuffisance en capital, on considère le résultat net. Le scénario nécessitant l'exigence réglementaire la plus importante à horizon dix ans, est le scénario de baisse des rendements financiers. Nous obtenons l'insuffisance en capital (en % des provisions mathématiques au 31/12/2016) pour ce scénario :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10} \\ = 0,71\%$$

avec x_i l'insuffisance en capital du scénario baisse des rendements financiers de l'année i .

Cette insuffisance est plus faible que sous les hypothèses réglementaires.

Conclusion

Nous obtenons les insuffisances suivantes (en pourcentage des provisions mathématiques au 31/12/2016) à horizon dix ans :

Insuffisances cumulées	Scénario - central	Scénario - baisse rendements financiers tirés des titres non amortissables
Scénario réglementaire	9,2%	11,3%
Scénario avec projection des primes	9,6%	11,8%
Scénario avec IDA	6,1%	7,1%

TABLE 5.9 – Sensibilités aux hypothèses de projection

Sensibilités aux passifs du portefeuille

Nous décidons d'effectuer trois sensibilités sur les passifs du portefeuille. Ces simulations permettent d'étudier l'impact d'un potentiel avenant sur les contrats en termes de résultats et de fonds propres FRPS à immobiliser. En pratique il est compliqué de modifier les contrats existant et leur évolution engendre d'importants coûts de gestion. Étant donné que les versements sur les contrats sont relativement faibles et décroissants ces dernières années, on décide d'effectuer une révision des garanties non pas sur les primes futures mais sur les futures conversions en rente. Ces scénarios ne sont que purement fictifs et difficilement applicables en pratique. On va effectuer **trois** scénarios de modifications des passifs pour les futures conversions en rente :

- Une évolution des taux d'intérêts en restitution pour les futures conversions en rente.
- Une évolution des tables de mortalité pour les futures conversions en rente.
- Une évolution des taux d'intérêts en restitution et des tables de mortalité pour les futures conversions en rente.

Taux d'intérêts

Le premier scénario consiste à modifier les taux intérêts sur les futures conversions en rente. Dans ce scénario, nous garantissons un taux d'intérêt en restitution de 0% net de frais de gestion pour les futures conversions en rente.

Ainsi prenons l'exemple avec le contrat suivant pour le calcul de sa rente :

- Âge : 65 ans
- Sexe : Femme
- Capital constitué pour le passage en rente : 10 000 euros
- Taux garanti net de frais de gestion en restitution avant modification : 2%
- Taux garanti net de frais de gestion en restitution après modification : 0%
- Table garantie : TPRV93
- Frais d'arrérages : 3%
- Fractionnement : trimestriel

Montant de rente annuelle avant modification (en euros)	Montant de rente annuelle après modification (en euros)
520,86	402,50

TABLE 5.10 – Exemple de montants de rente annuelle - modification des taux d'intérêts

À noter que les montants de rente peuvent être revalorisés par de la participation aux bénéfices. Cette modification de taux améliore le résultat financier lors des dix années de projection. Le choc réglementaire des rendements financiers tirés des actifs non amortissables est celui dont l'impact est le plus important sur le résultat.

Nous obtenons les insuffisances en capital suivantes selon les différents scénarios (en % des provisions mathématiques au 31/12/2016) :

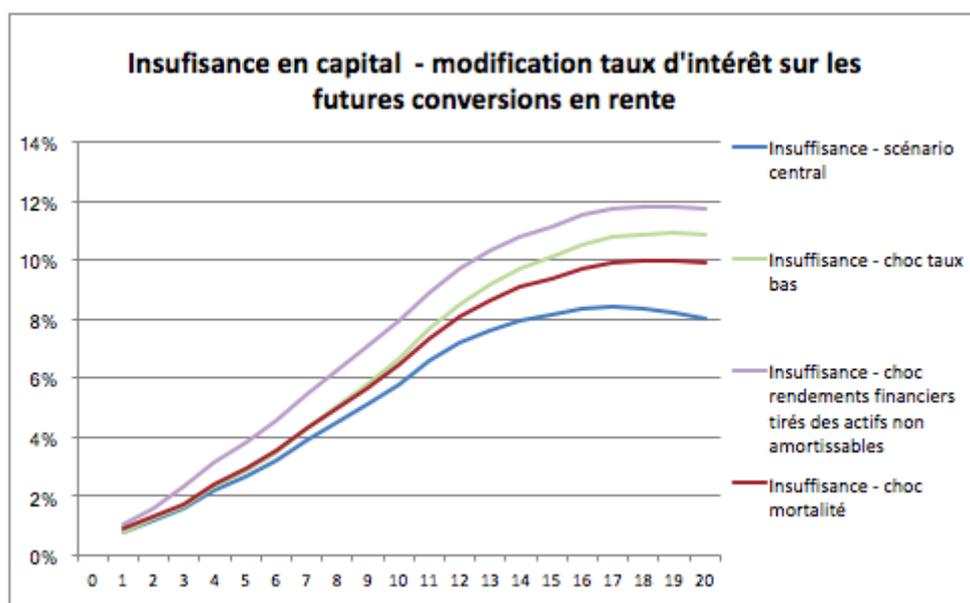


FIGURE 5.21 – Insuffisances en capital cumulées par année de projection

Le choc réglementaire des rendements financiers tirés des actifs non amortissables est celui dont l'impact est le plus important sur le résultat et le rapport entre l'insuffisance et l'année de projection est maximum la dixième année, c'est-à-dire :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10}$$

avec x_i l'insuffisance en capital du scénario de chocs des rendements financiers tirés des actifs non amortissables de l'année i .

L'insuffisance en capital est croissante puis se stabilise à partir de la quatorzième année avant d'être ensuite décroissante à partir de la dix-septième année de projection. Trois raisons principales expliquent ces variations :

- Les premières années l'insuffisance en capital augmente comme les résultats techniques et financiers sont négatifs.

- À partir de la dix septième année, les taux d'intérêts garantis moyens du portefeuille diminuent suffisamment pour que les résultats financiers inversent la tendance et fassent diminuer l'insuffisance en capital. C'est-à-dire que l'amélioration des résultats financiers génèrent des résultats positifs.

Tables de mortalité

Dans ce scénario, nous ne garantissons plus de tables de mortalité pour le produit A⁸, les tables de mortalité pour les futures conversions en rentes seront donc les tables TGH05 et TGF05

Ainsi prenons l'exemple du contrat suivant pour le calcul de sa rente :

- Âge : 65 ans
- Sexe : Femme
- Capital constitué pour le passage en rente : 10 000 euros
- Taux garanti net en restitution : 2%
- Table garantie avant modification : TPRV93
- Table garantie après modification : TGF05
- Frais d'arrérages : 3%
- Fractionnement : trimestriel

Montant de rente annuelle avant modification (en euros)	Montant de rente annuelle après modification (en euros)
520,86	469,75

TABLE 5.11 – Exemple de montants de rente annuelle - modification table de mortalité

À noter que ces montants de rente peuvent être revalorisés par de la participation aux bénéfices. Cette modification de taux améliore le résultat technique lors des dix années de projection.

Nous obtenons les insuffisances en capital suivantes pour les différents scénarios :

8. Rappel : les produits B et C ne possèdent pas de clause de garanties de tables, la table utilisée est donc celle en vigueur à la liquidation de la rente.

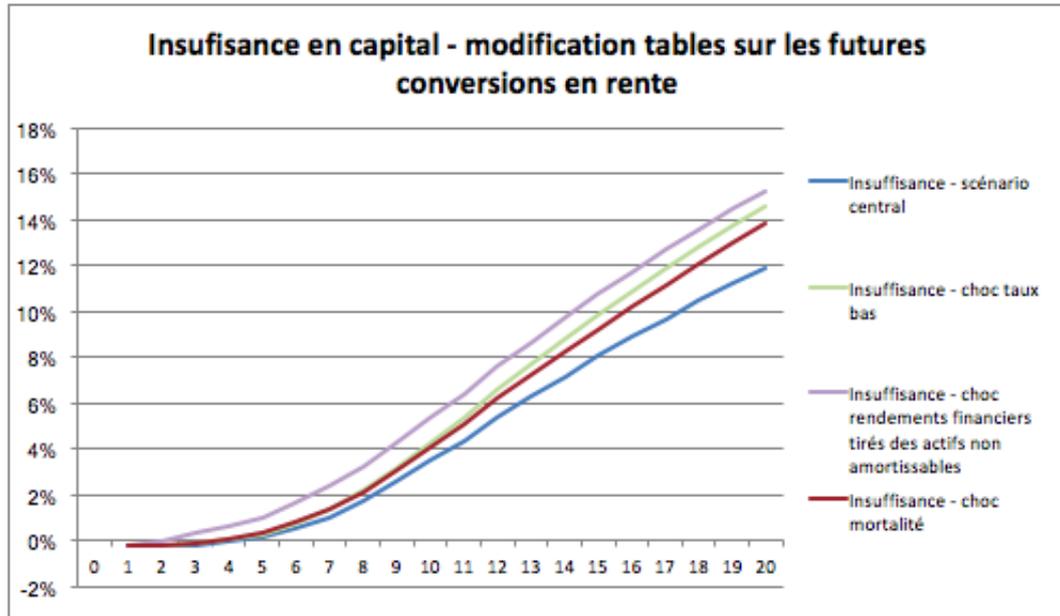


FIGURE 5.22 – Insuffisances en capital cumulées par année de projection

Le choc réglementaire des rendements financiers tirés des actifs non amortissables est celui dont l'impact est le plus important sur le résultat et le rapport entre l'insuffisance et l'année de projection est maximum la dixième année, c'est-à-dire :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10}$$

avec x_i l'insuffisance en capital du scénario de chocs des rendements financiers tirés des actifs non amortissables de l'année i .

L'insuffisance en capital est décroissante lors des deux premières années de projection puis croissante. Ce résultat s'explique pour deux raisons :

- Les premières années le résultat est positif : les conversions en rentes s'effectuent avec des tables de mortalité plus représentatives du contexte socio-démographique et les rendements financiers ne sont pas encore trop dégradés.
- À partir de la troisième année de projection, les résultats financiers étant décroissants (les rendements des actifs diminuent plus vite que les taux d'intérêts garantis moyens), le résultat technique ne peut plus compenser le résultat financier et l'insuffisance en capital augmente.

Taux et tables

Dans ce scénario, nous garantissons pour les futures conversions en rente un taux d'intérêts technique de 0% net de frais de gestion et une table de mortalité réglementaire (TGH05/TGF05).

Ainsi prenons l'exemple du contrat suivant pour le calcul de sa rente :

- Âge : 65 ans
- Sexe : Femme

- Capital constitué pour le passage en rente : 10 000 euros
- Taux garanti net en restitution avant modification : 2%
- Taux garanti net en restitution après modification : 0%
- Table garantie avant modification : TPRV93
- Table garantie après modification : TGF05
- Frais d'arrérages : 3%
- Fractionnement : trimestriel

Montant de rente annuelle avant modification	Montant de rente annuelle après modification
520,86	469,75

TABLE 5.12 – Exemple de montants de rente annuelle - modification taux et table de mortalité

À noter que ces montants de rente peuvent être revalorisés par la participation aux bénéfices. Ces modifications de taux et de table améliorent les résultats techniques et financiers lors des dix années de projection. Nous obtenons les insuffisances en capital suivantes selon les différents scénarios :

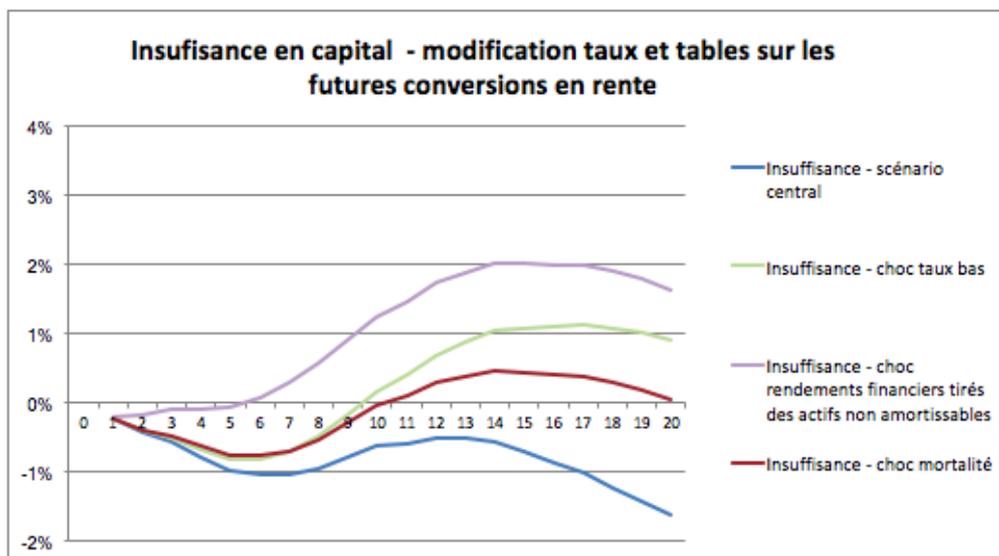


FIGURE 5.23 – Insuffisances en capital cumulées par année de projection

Dans ce scénario, les insuffisances en capital cumulées ne sont pas croissantes au cours du temps, néanmoins pour les dix années de projection l'insuffisance est maximum la dixième année. De plus le choc réglementaire des rendements financiers tirés des actifs non amortissables est celui dont l'impact est le plus important sur le résultat et le rapport entre l'insuffisance et l'année de projection est maximale la dixième année, c'est-à-dire que nous observons :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10}$$

avec x_i l'insuffisance en capital du scénario de chocs des rendements financiers tirés des actifs non amortissables de l'année i .

Trois phénomènes expliquent la forme de cette courbe :

- Dans un premier temps, nous obtenons un résultat positif expliqué par la somme des résultats techniques et financiers positifs.
- À partir de la sixième année, le résultat financier se détériore par la baisse du rendement des actifs. Ce résultat n'est pas compensé par le résultat technique et par conséquent, l'insuffisance en capital augmente.
- À partir de la treizième année, le résultat financier s'améliore suffisamment pour que le résultat du portefeuille devienne positif. Le résultat financier s'améliore pour deux raisons :
 1. Les taux d'intérêts garantis moyens du portefeuille diminuent étant donné que les taux en restitution pour les futures conversions en rente sont de 0% net de frais de gestion.
 2. Les rendements financiers du portefeuille diminuent moins vite que les taux garantis et ils se stabilisent.

Conclusion

Nous obtenons les insuffisances en capital suivantes pour chacun des scénarios étudié précédemment, à horizon dix ans et en pourcentage des provisions mathématiques du 31/12/2016 :

Insuffisances cumulées	Scénario - central	Scénario - baisse rendements financiers tirés des titres non amortissables
Modification taux	5,8%	7,9%
Modification tables	3,5%	5,3%
Modification taux et tables	-0,6%	1,2%

TABLE 5.13 – Sensibilités des scénarios aux passifs

En modifiant à la fois les taux et les tables sur les futures conversions en rente, nous obtenons un résultat positif à horizon dix ans sous le scénario central.

Regroupement des produits

Les conditions générales des produits précisent que la participation aux bénéfices doit être calculée à la maille produit. Il paraît cependant intéressant d'analyser l'écart de résultats en modélisant la participation aux bénéfices à la maille portefeuille. Le choc réglementaire des rendements financiers tirés des actifs non amortissables est celui dont l'impact est le plus important sur le résultat et le rapport entre l'insuffisance et l'année de projection est maximum la dixième année, c'est-à-dire que nous observons :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10}$$

avec x_i l'insuffisance en capital du scénario de chocs des rendements financiers tirés des actifs non amortissables de l'année i .

Nous obtenons les insuffisances en capital suivantes pour chacun des scénarios étudié précédemment, à horizon dix ans et en pourcentage des provisions mathématiques du 31/12/2016 :

Insuffisances cumulées	Scénario - central	Scénario - baisse rendements financiers tirés des valeurs non amortissables
Scénario réglementaire	9,2%	11,3%
Regroupement des produits	9,1%	11,2%

TABLE 5.14 – Sensibilité regroupement pour le calcul de la participations aux bénéfices

Les résultats indiquent qu'il est plus avantageux pour l'assureur de calculer la participation aux bénéfices à la maille portefeuille. En effet à la maille produit, le produit C, ayant des résultats positifs certaines années, il attribue de la participation aux bénéfices. Au contraire à la maille portefeuille les résultats positifs du produit C sont compensés par les résultats négatifs des produits A et B. Les gains issus du regroupement sont limités dans l'étude, le produit C ayant des provisions mathématiques relativement faibles sur l'ensemble du portefeuille ⁹.

5.8 Conclusion

Conclusion tests de résistance

À horizon dix ans, c'est le choc sur les rendements financiers tirés des actifs non amortissables qui a l'impact le plus important sur le portefeuille. Nous verrons dans la dernière partie de ce mémoire que sous des allocations d'actifs différentes, nous obtenons sous certaines allocations le choc de taux comme celui ayant le plus d'impact sur les résultats du portefeuille. Nous observons également qu'à partir de la treizième année de projection, le choc de taux est le plus coûteux en capital.

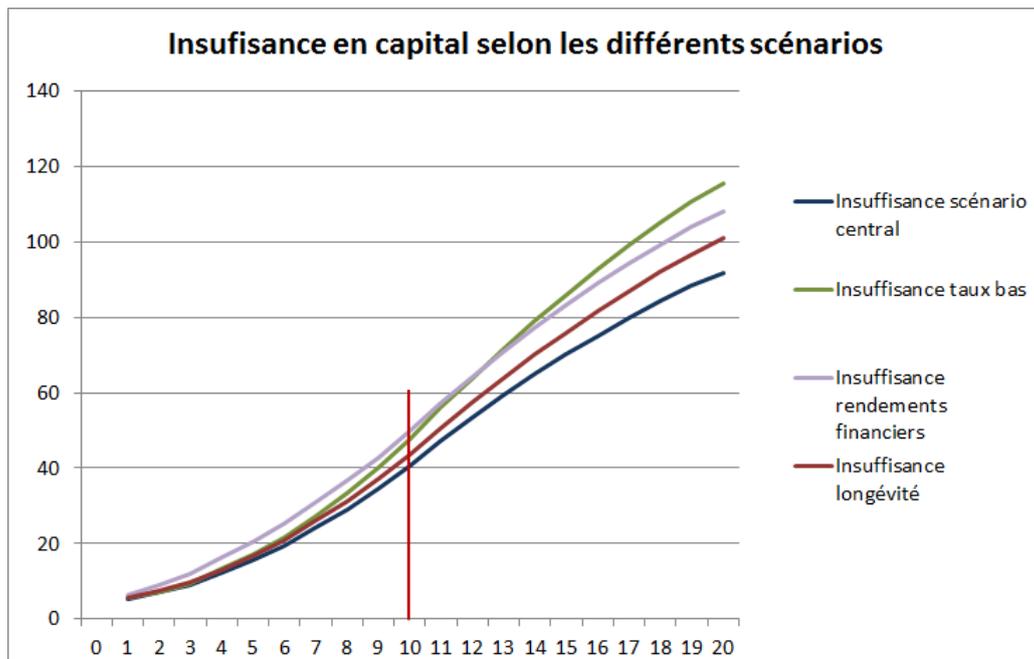


FIGURE 5.24 – Insuffisances en capital cumulées par année de projection

9. Au 31/12/2016, le produit C représente 6% des provisions mathématiques du portefeuille.

Dotation de l'insuffisance

Pour rappel, l'article R. 385-25 du décret numéro 2017-1171¹⁰ définit qu'en cas d'insuffisance sur un des scénarios réglementaire, l'autorité de contrôle (ACPR) peut exiger de l'assureur qu'il immobilise davantage de capital que les fonds propres Solvabilité 1. L'exigence en capital ne peut être supérieure à la somme de :

- L'exigence minimale de marge à la date du dernier arrêté.
- L'exigence de marge complémentaire de l'exercice précédent.
- Le "maximum, sur les différentes années de projection, du résultat de la division par la durée, exprimée en nombre d'années, de la différence entre le maximum de son exigence minimale de marge de solvabilité et de fonds de garantie, à la fin de l'exercice projeté pour le scénario considéré, et la marge de solvabilité constituée à cette même date pour le même scénario".

Dans cette étude on a considéré que l'exigence de marge complémentaire de l'exercice précédent était nulle, étant donné que le portefeuille n'est pas régi par la réglementation des FRPS au 31/12/2015. Ainsi l'exigence supplémentaire au caractère forfaitaire est :

$$Exigence\ supplémentaire = \max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right)$$

Pour calculer le capital supplémentaire à immobiliser par l'assureur, on va considérer le choc des rendements financiers issus des titres non amortissables. L'insuffisance y est maximale lors de la dixième année de projection. En effet cette insuffisance est croissante dans le temps et à horizon dix ans l'insuffisance représente **11,3%** des provisions mathématiques du 31/12/2016.

$$\begin{aligned} Capital &= 4\% \times PM_{31/12/2016} + \frac{11,3\%}{10} \times PM_{31/12/2016} \\ &= 5,13\% \times PM_{31/12/2016} \end{aligned}$$

Ainsi au 31/12/2016 les fonds propres à constituer représentent **5,13%** des provisions mathématiques.

Solvabilité 1	FRPS	Solvabilité 2
4%	5,1%	20,8%

TABLE 5.15 – Capital à immobiliser sous différentes réglementations (en % des PM 31/12/2016)

Les tests de résistance sont réalisés annuellement, leurs résultats sont sensibles au contexte économique et financier. Ainsi le capital des FRPS à immobiliser s'ajuste au cours du temps et peut paraître mieux adapté pour les produits de retraite à durée longue. En effet, le caractère forfaitaire ajouté au fait que la dotation maximale ne peut excéder le rapport entre l'insuffisance maximale et l'année de projection considérée, réduit la volatilité du capital requis.

10. Voir en annexe

Conclusion fonds propres requis des FRPS

Nous avons synthétisé les résultats sous un tableau récapitulatif représentant les insuffisances en capital du scénario central et le capital des FRPS à immobiliser pour chacune des sensibilités étudiées précédemment.

Scénarios implémentés	Insuffisance FRPS - scénario central) (% PM 31/12/2016)	Capital requis des FRPS (% PM 31/12/2016)
Scénarios réglementaires		
Scénario réglementaire - central	9,2%	5,13%
Scénario alternatif : conditions économiques		
Scénario alternatif 1	7,1%	4,71%
Scénario alternatif 2	3,0%	4,30%
Scénario alternatif : hypothèses de projection		
Scénario réglementaire - avec proj. primes	9,6%	5,18%
Scénario réglementaire - avec IDA	6,1%	4,71%
Scénario alternatif : modification des passifs		
Scénario : révision garanties tables	3,5%	4,79%
Scénario : révision garanties taux	5,8%	4,53%
Scénario : révision garanties taux et tables	-0,6%	4,12%
Scénario alternatif : regroupement des produits		
Scénario : calcul PB - maille portefeuille	9,1%	5,12%

TABLE 5.16 – Récapitulatif des différents scénarios

Un indicateur de rentabilité qui pourrait être envisagé sous la réglementation des FRPS correspondrait au rapport entre l'insuffisance/l'excès en capital du scénario central à horizon dix ans et le capital à immobiliser au 31/12/2016.

Chapitre 6

Effets et incitations de la réglementation des FRPS sur l'allocation d'actifs

Il est communément dit que les actifs non amortissables type actions sont coûteux en capital sous Solvabilité 2. En effet, contrairement à Solvabilité 1 où les fonds propres réglementaires se calculent uniquement à partir d'un pourcentage forfaitaire des provisions mathématiques, sous Solvabilité 2, on applique des chocs, notamment sur le cours des actions, pour déterminer le capital réglementaire à immobiliser. Sous la réglementation des FRPS, le capital à immobiliser prend également en compte la part d'actions dans le portefeuille via les tests de résistance. Nous allons essayer de quantifier l'impact d'une modification de l'allocation d'actifs entre actifs amortissables et non-amortissables sur le capital à immobiliser sous la réglementation des FRPS et ainsi entrevoir des stratégies d'optimisation d'allocation d'actifs pour l'assureur.

Nous réaliserons cinq allocations différentes :

- Allocation 1 : 90% valeurs amortissables - 10% valeurs non amortissables
- Allocation 2 : 80% valeurs amortissables - 20% valeurs non amortissables
- Allocation 3 : 70% valeurs amortissables - 30% valeurs non amortissables
- Allocation 4 : 60% valeurs amortissables - 40% valeurs non amortissables
- Allocation 5 : 50% valeurs amortissables - 50% valeurs non amortissables

6.1 Fonds propres requis des FRPS en fonction de l'allocation d'actifs

Pour chacun des scénarios considérés, nous devons maintenir l'allocation d'actifs constante au cours du temps. Nous réduisons ainsi les seuils plancher et plafond de la stratégie d'allocation d'actifs de manière à ce que l'allocation reste constante au cours des projections.

À noter que l'article L. 385-4 de l'ordonnance du 7 avril 2017, énonce que l'organisme d'assurance investit ses actifs *conformément au principe de la personne "prudente"*. C'est en partie pour cette raison qu'on ne réalise pas de scénarios avec plus de 50% d'actifs non amortissables en portefeuille.

Présentation des scénarios

Scénario central

Pour chacune des allocations, le scénario générant l'insuffisance en capital la plus importante vérifie :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10}$$

avec x_i l'insuffisance en capital, l'année i , du scénario générant la plus grande insuffisance en capital.

Pour chacun des scénarios centraux réalisés, nous avons tracé les rendements des actifs du portefeuille :

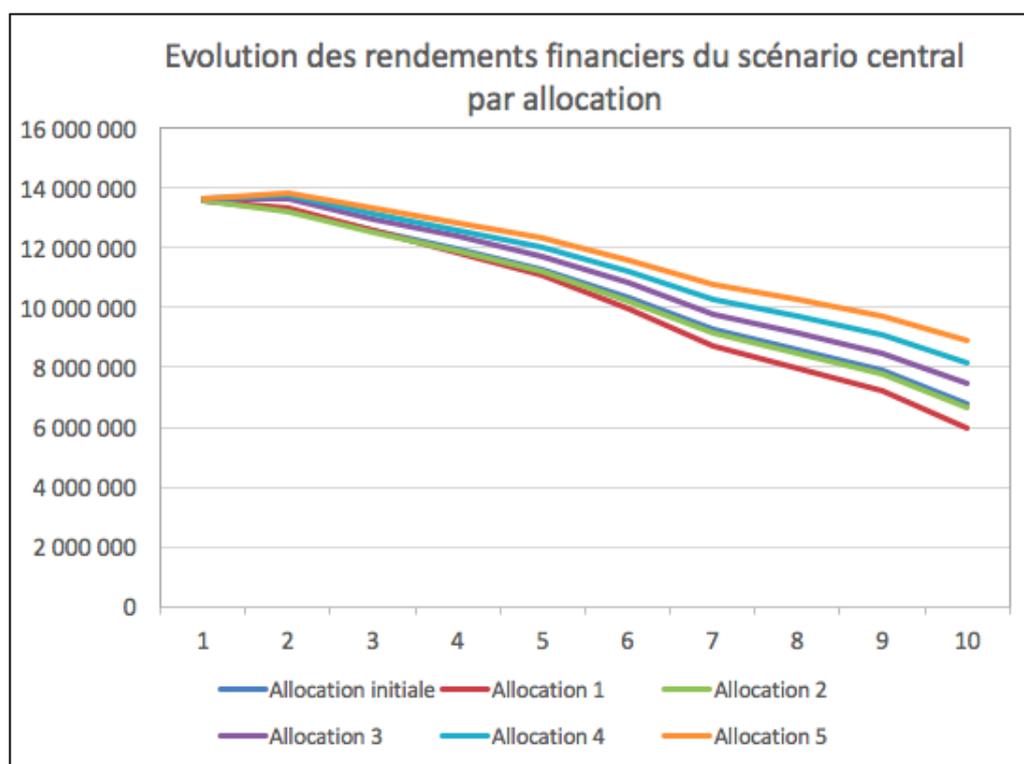


FIGURE 6.1 – Évolution des rendements du scénario central par allocation

L'écart entre les rendements financiers s'accroît au cours du temps. Les scénarios possédant le plus d'actifs non amortissables, possèdent les rendements financiers les plus élevés. En effet les réinvestissements obligatoires s'effectuent sur des rendements de l'ordre de 0,859% alors que le rendement des actifs non amortissables est de 3,013%. Nous remarquons également que l'allocation d'actifs numéro 2 possède des rendements financiers légèrement inférieurs à ceux de l'allocation initiale du portefeuille, ce qui paraît logique étant donné que l'allocation initiale contient **78%** d'actifs amortissables et **22%** d'actifs non amortissables.

Numéro de l'allocation	1	2	3	4	5
Insuffisance scénario central	9,8%	9,3%	8,1%	7,3%	6,5%

TABLE 6.1 – Insuffisance scénario central à horizon dix ans par allocation - en pourcentage des PM 31/12/2016

Nous représentons graphiquement les insuffisances en capital à horizon dix ans du scénario central pour les différentes allocations d'actifs considérées. Nous considérerons par la suite que ces scénarios sont représentatifs des résultats probables de l'assureur et ainsi nous assimilerons ces résultats à ses gains/pertes probables. Plus l'insuffisance est élevée moins les résultats sont bons et inversement lorsque l'insuffisance est faible. Pour chaque allocation, nous représentons l'insuffisance ou l'excès de fonds propres en pourcentage des provisions mathématiques du 31/12/2016.

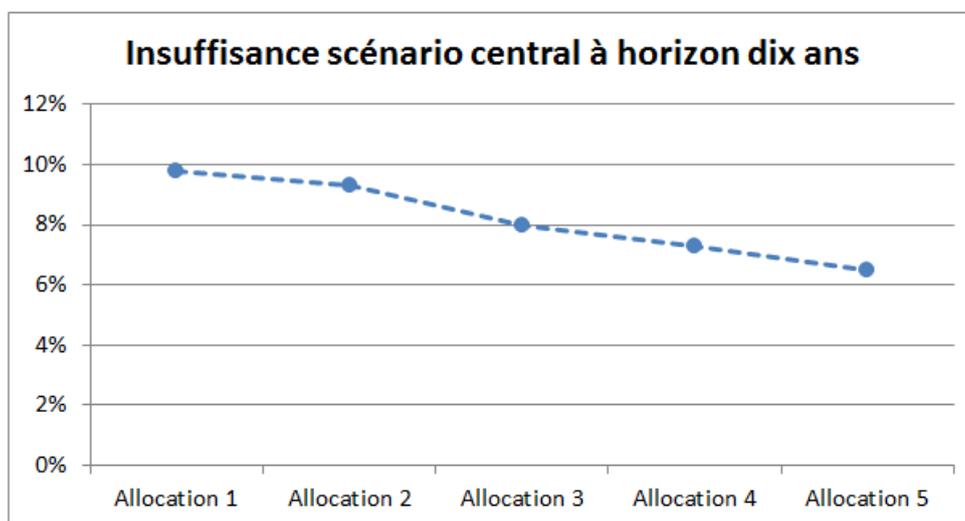


FIGURE 6.2 – Insuffisance scénario central à horizon dix ans en fonction de l'allocation d'actifs

On va essayer de trouver une relation pouvant éventuellement exister entre le pourcentage d'actifs non amortissables (x) et l'insuffisance en capital du scénario central à horizon dix ans (y), par exemple de la forme $y = f(x)$. Au vu des observations obtenus, il semble qu'une relation linéaire puisse approcher la relation existante entre ces deux variables. La relation recherchée s'écrirait ainsi sous la forme suivante :

$$y = a \times x + b$$

Les observations de x et y sont notées $\{(x_i, y_i), i = 1, \dots, n\}$, n est égal à 5 dans l'étude. Rechercher une relation affine entre les variables X et Y revient à rechercher une droite qui s'ajuste le mieux possible au nuage de points précédent. Nous utiliserons la méthode des moindres carrés ordinaire (MCO). La droite que l'on sélectionnera est celle qui rendra minimale la somme des carrés des écarts des valeurs observées à la droite $y_i = a \times x_i + b$. Si ϵ_i représente cet écart, appelé aussi résidu, le principe des moindres carrés ordinaire (MCO) consiste à sélectionner les valeurs de a et de b qui minimisent l'équation suivante :

$$\sum_{i=1}^n \epsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - (a \times x_i + b))^2$$

Scénario choc des taux

Les rendements financiers sont décroissants au cours du temps. Lors des dix années de projection, les rendements des actifs amortissables choqués sont inférieurs à ceux des actifs non amortissables. Ainsi les allocations possédant davantage d'actifs non amortissables sont les moins impactés par ce choc et leurs rendements décroissent, par conséquent, moins vite. Nous observons pour chacune des allocations les rendements suivants :

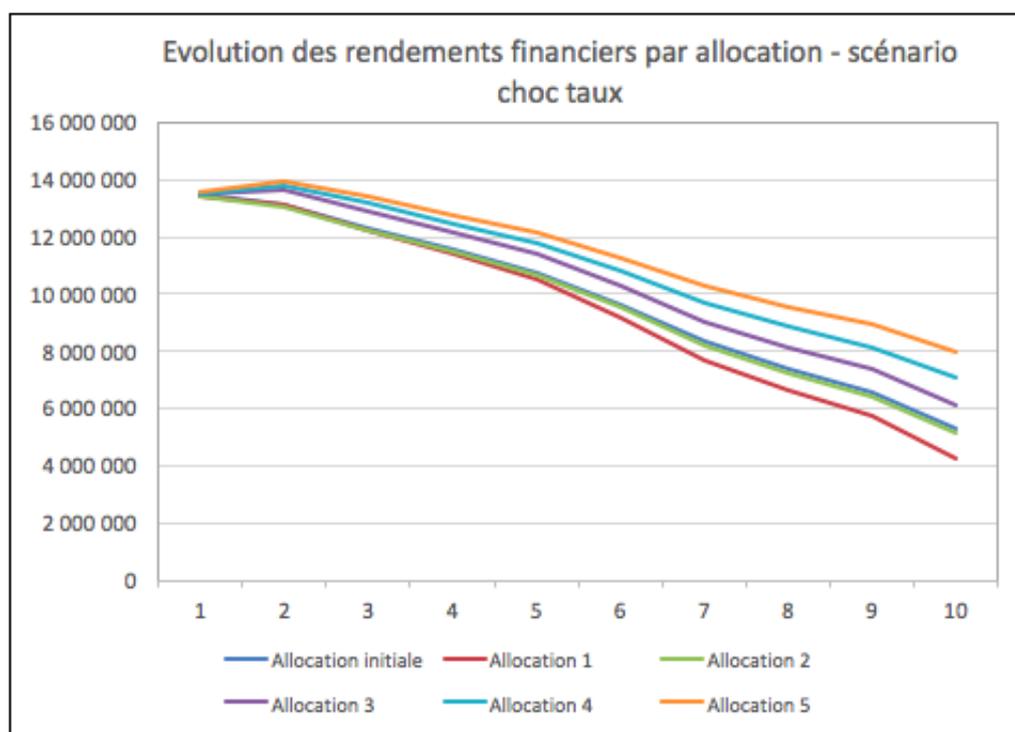


FIGURE 6.3 – Évolution des rendements du scénario choc de taux

Scénario choc des rendements financiers tirés des titres non amortissables

Les rendements sont décroissants au cours du temps et la projection se décompose en deux étapes :

- Lors des cinq premières années de projection, le rendement moyen des actifs amortissables est supérieur à celui des actifs non amortissables choqués¹.
- À partir de la sixième année de projection, le rendement moyen des actifs amortissables est inférieur à celui des actifs non amortissables choqués.

1. Le rendement des actifs non amortissables choqués est de 2,109% comme vu lors de la partie 4 de cette étude.

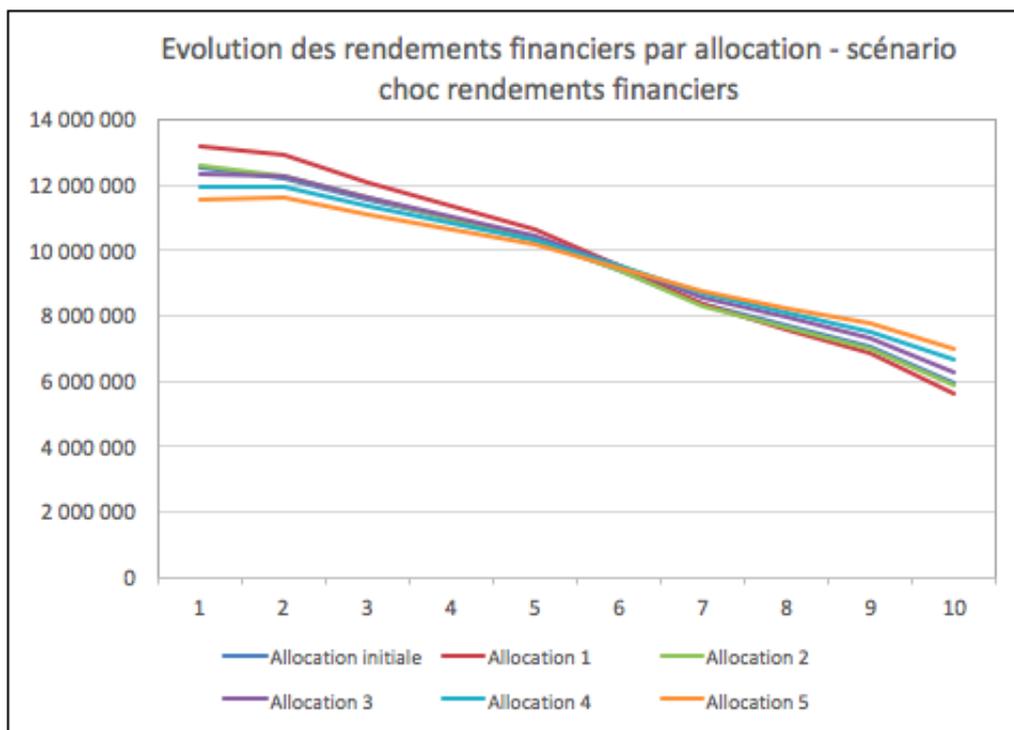


FIGURE 6.4 – Évolution des rendements financiers du scénario de choc des rendements des actifs non amortissables

Conclusion allocations FRPS

Les insuffisances générées par les scénarios les plus coûteux en capital sont définies ci-dessous. De plus, pour chacune des allocations précédentes, les scénarios les plus coûteux en capital admettent une dotation maximale à horizon dix ans, c'est-à-dire :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10}$$

avec x_i l'insuffisance en capital du scénario générant la plus grande insuffisance en capital, l'année i .

Allocation	1	2	3	4	5
Choc le plus coûteux	Taux	Actions	Actions	Actions	Actions

TABLE 6.2 – Insuffisances maximales par allocation à horizon dix ans

Le capital des FRPS à immobiliser à l'instant t dépend uniquement des provisions mathématiques au 31/12/2016 et des insuffisances obtenues via les tests de résistance. Nous observons une baisse puis une augmentation des insuffisances en capital, lorsque nous augmentons la part d'actifs non amortissables, pour trois raisons.

1. Pour les allocations dont le choc le plus coûteux est celui du choc de taux, lorsque nous diminuons la part d'actifs amortissables, l'impact du choc de taux est plus faible, donc l'insuffisance en capital diminue jusqu'à ce que ce choc de taux soit équivalent au choc sur les actifs non amortissables.

2. Ensuite passé l'état où ces deux chocs sont équivalents, lorsque la part d'actifs amortissables diminue, les rendements des cinq premières années se dégradent et ceux des cinq dernières s'améliorent. Ce phénomène s'explique par les actifs non amortissables choqués qui possèdent un rendement supérieur à ceux des actifs amortissables non choqués sur les périodes de projection supérieures ou égales à six années :

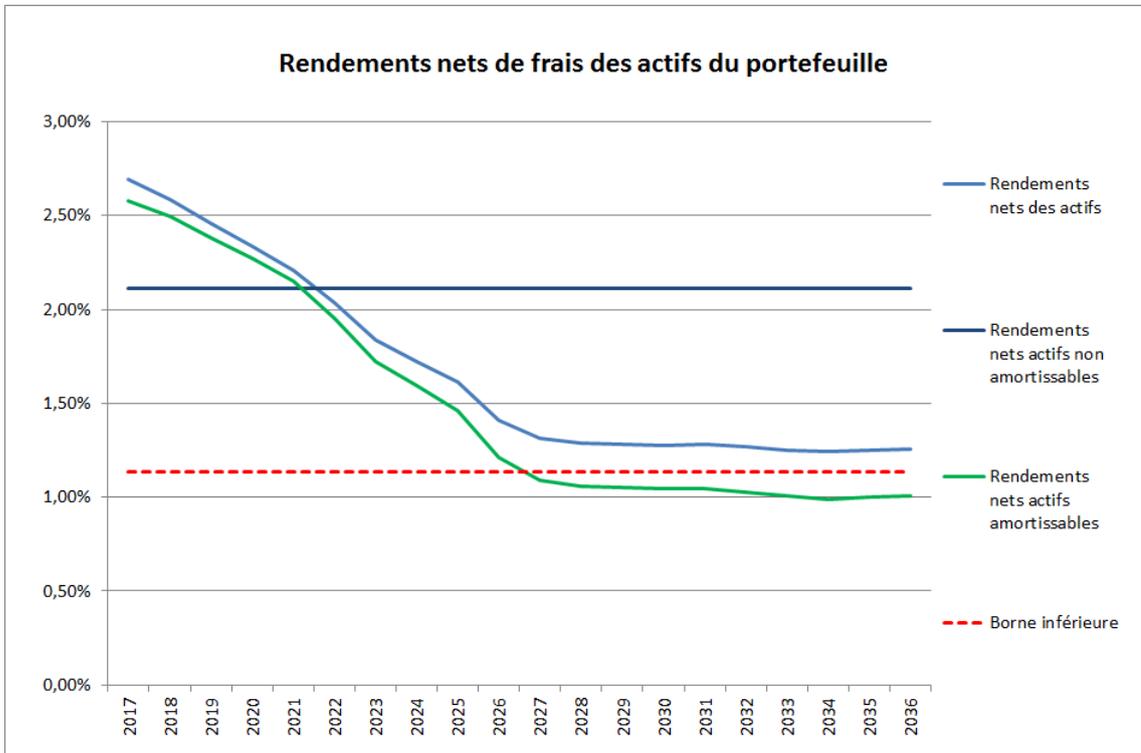


FIGURE 6.5 – Rendements du portefeuille - scénario baisse des rendements financiers

C'est pour ces raisons qu'on constate tout d'abord une diminution des insuffisances en capital (pour les scénarios générant la plus grande insuffisance) puis une augmentation lorsque la part d'actifs non amortissables augmente. Nous allons essayer de trouver une relation pouvant exister entre l'allocation d'actifs et les fonds propres des FRPS à immobiliser (représentés ici par l'insuffisance en capital à horizon 10 ans). Cette relation ne semble pas être linéaire mais quadratique.

La problématique va être au vu des observations de rechercher une relation pouvant éventuellement exister entre le pourcentage d'actifs non amortissables (x) et l'insuffisance en fonds propres du scénario générant la plus grande insuffisance des FRPS (y), par exemple de la forme $y = f(x)$. Au vu des observations obtenues, il semble qu'une relation quadratique existe entre ces deux variables. La relation recherchée s'écrirait ainsi :

$$y = a \times x^2 + b \times x + c$$

Nous estimons les trois paramètres (a, b, c) par la méthode des moindres carrés ordinaires. Nous recherchons le couple $(\hat{a}, \hat{b}, \hat{c})$ qui minimise l'équation suivante :

$$\sum_{i=1}^n \epsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - (a \times x_i^2 + b \times x_i + c))^2$$

6.2 Allocation optimale

Paramètres à prendre en compte

Pour optimiser ses résultats un assureur peut prendre en compte trois facteurs : le risque, le résultat espéré et le capital réglementaire à immobiliser.

- **Le facteur risque** : on peut considérer deux facteurs risque différents.
 1. Le **capital Solvabilité 2 à immobiliser** : ce capital représente une VaR (Value at Risk) à horizon un an de 99,5%. Ainsi le risque de faillite d'un assureur est accepté, en théorie, une fois tous les deux cents ans. Plus un SCR est élevé, plus la probabilité de faillite de l'assureur l'est également.
 2. La **proportion d'actifs non amortissables** : on peut considérer que plus le portefeuille est constitué d'actifs non amortissables, plus l'assureur prend de risques. En effet, il est communément admis que ces actifs sont plus volatiles que les actifs non amortissables et sont donc plus risqués que ces derniers.
- **Le résultat espéré** : sous la réglementation des FRPS, le résultat est représenté dans l'étude par l'excès/l'insuffisance en capital à horizon dix ans du scénario central réglementaire. On définit l'excès en capital comme ci-dessous :

$$\text{Excès capital} = -\text{Insuffisance capital}$$

Quand l'insuffisance est positive on est face à une situation de perte et l'excès en capital est donc négatif.

- **Le capital réglementaire à immobiliser** : les fonds propres FRPS sont calculés comme la somme des fonds propres Solvabilité 1 et le maximum du vecteur défini ci-dessous :

$$\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10} \right)$$

où x_i représente l'insuffisance en capital, de l'année i , du scénario le plus coûteux en capital. Précédemment on a vu que pour chacun des scénarios étudiés on avait :

$$\max\left(\frac{x_1}{1}, \dots, \frac{x_i}{i}, \dots, \frac{x_{10}}{10}\right) = \frac{x_{10}}{10}$$

Programme de maximisation

L'assureur peut réaliser plusieurs programmes de maximisation ou de minimisation selon les objectifs qu'il souhaite atteindre. Nous définissons les différentes variables ci-dessous :

- **Risque** : le risque associé à l'allocation considérée, il est fonction du pourcentage d'actifs non amortissables.
- **Résultat** : le résultat espéré généré par le scénario central, correspondant aux excès en capital à horizon dix ans.
- **Capital** : le capital réglementaire à immobiliser, par simplification on considérera l'insuffisance en capital à horizon dix ans du scénario générant la plus grande insuffisance.

L'assureur peut chercher à minimiser le capital à immobiliser sous contrainte de risque, chercher à maximiser ses résultats sous contrainte de risque ou encore maximiser ses résultats sous contrainte de capital à immobiliser.

Il nous paraît intéressant de considérer le scénario où un assureur décide de maximiser ses résultats sous contrainte de capital à immobiliser. Le programme de maximisation est le suivant :

$$\begin{cases} \textit{Max Résultat} \\ \textit{sous contrainte : Capital = Niveau défini} \end{cases}$$

Maximiser les résultats revient à minimiser les insuffisances en capital. Ainsi le programme de maximisation est équivalent au programme suivant :

$$\begin{cases} \textit{Max Excès en capital scénario central} \\ \textit{sous contrainte : Capital = Niveau défini} \end{cases}$$

Conclusion

Sous Solvabilité 2, il est communément dit qu'augmenter la part d'actifs non amortissables du portefeuille génère un surplus de capital à immobiliser. Sous la réglementation des FRPS, nous avons observé que ce n'est pas toujours le cas.

6.3 Piliers qualitatif et de transparence

Les portefeuilles sous le régime des FRPS sont moins contraints par le capital à immobiliser que sous la réglementation Solvabilité 2. En revanche certaines règles des piliers 2 et 3 de Solvabilité 2 s'appliquent toujours sous cette réglementation. C'est dans ce cadre que l'article R 385-18 du décret FRPS énonce des règles devant être respectées comme l'écriture d'un rapport sur la solvabilité et la situation financière qui doit être approuvé par le conseil d'administration ou le conseil de surveillance. Ce rapport doit notamment contenir les informations suivantes :

- "Une description de l'activité et des résultats du fonds de retraite professionnelle supplémentaire.
- "Une description de la façon dont le capital est géré".

Ainsi l'assureur est contraint sur sa gestion d'actifs et il doit justifier et décrire sa politique à ce sujet. Les règles d'investissement s'effectuent sur le principe de la "personne prudente" et des limites de dispersion simplifiées par rapport à Solvabilité 1 existent.

Le pilier 2

Le pilier 2 a pour objectif de fixer les normes qualitatives applicables aux organismes d'assurance. Ces normes visent à réaliser le suivi des risques de l'organisme, la gouvernance de l'entreprise et la mise en place de la surveillance par les autorités de contrôle. L'ORSA (Own Risk and Solvency Assessment) ou évaluation interne des risques et de la solvabilité est définie à l'article 45 de la directive Solvabilité 2. L'ORSA comprend trois dimensions :

- L'évaluation du besoin global de solvabilité (BGS).

- L'appréciation du respect permanent des exigences de capital.
- L'évaluation de l'appétit pour les risques.

Le pilier 3

Alors que les piliers 1 et 2 déterminent respectivement les exigences prudentielles quantitatives et qualitatives auxquelles sont soumis les assureurs, le pilier 3 comporte une double exigence :

- Une transparence vis-à-vis du public extérieur à l'entreprise.
- Un reporting détaillé à l'autorité de contrôle.

Chapitre 7

Conclusion : quelles opportunités et contraintes de la nouvelle réglementation des FRPS ?

Dans un premier temps l'étude a consisté à détailler et expliquer l'état du portefeuille et sa dynamique. Nous avons notamment constaté que la rentabilité du portefeuille était faible pour deux raisons principales :

1. Les taux d'intérêts garantis sont élevés au vu du contexte économique actuel.
2. Certains contrats possèdent des tables de mortalités garanties désavantageuses pour l'assureur compte tenu de l'allongement de l'espérance de vie.

Nous avons cherché différents leviers permettant l'amélioration de cette rentabilité. Nous avons observé que, globalement, peu de primes étaient versées sur ces contrats notamment parce que ce portefeuille est en run-off. À titre d'exemple, en 2016, ces primes représentaient 1,7% des provisions mathématiques du portefeuille. Ainsi nous avons décidé de ne pas utiliser ce levier pour améliorer la rentabilité du portefeuille au sein de cette étude.

C'est dans ce cadre que nous nous sommes intéressés à la nouvelle réglementation des FRPS pour tenter d'identifier les opportunités et les contraintes de cette réglementation sur ce portefeuille de retraite entreprise. Nous avons explicité certains éléments des textes de loi FRPS comme l'ordonnance, l'arrêté et le décret pour déterminer les contraintes réglementaires que doivent respecter les FRPS.

Nous avons ensuite calculé l'exigence en fonds propres du portefeuille sous la réglementation Solvabilité 2 à laquelle il est actuellement soumis, puis envisagé le calcul de l'exigence sous la réglementation des FRPS. Nous avons abouti aux conclusions suivantes :

- Concernant le **capital à immobiliser** :
 - L'exigence en capital, au 31/12/2016, sous la réglementation des FRPS est inférieure à celle sous Solvabilité 2 mais supérieure à celle sous Solvabilité 1. Les résultats des exigences en fonds propres sont exprimés ci-dessous en pourcentage des provisions mathématiques au 31/12/2016 :

Solvabilité 1	FRPS	Solvabilité 2
4%	5,1%	20,8%

TABLE 7.1 – Capital à immobiliser sous différentes réglementations (en % des PM 31/12/2016)

- Sous Solvabilité 2, l'exigence de capital apparaît cinq fois plus élevée qu'en vision Solvabilité 1. Un indicateur de rentabilité courant comme le RoRC, qui rapporte le résultat opérationnel à l'exigence de capital (cette dernière ayant un coût par l'immobilisation de fonds propres ne pouvant être utilisés pour investir ou rémunérer l'actionnaire) se trouve ainsi divisé par 5.
 - Les fonds propres requis paraissent adaptés sous la réglementation des FRPS pour un portefeuille retraite entreprise, à duration longue, sous réserve de la bonne application des piliers 2 et 3 de Solvabilité 2. En effet, les sensibilités implémentées démontrent que l'exigence en capital des FRPS est sensible à la fois au contexte économique mais aussi aux caractéristiques des passifs du portefeuille (au contraire de l'exigence Solvabilité 1 qui est uniquement forfaitaire).
 - L'exigence des FRPS permet aussi d'immobiliser le capital de façon progressive, en fonction des situations économiques et financières qui sont davantage enclines à évoluer sur des durations longues.
- La structure juridique semble adaptée aux produits retraite à durations longues. Le FRPS constitue une structure juridique indépendante des autres produits gérés par l'organisme d'assurance. On garantit aux assurés que les résultats ne sont pas "mélangés" avec d'autres produits de duration plus courte et soumis aux risques de rachats.
 - Concernant **l'allocation d'actifs** : les calculs des exigences en fonds propres des FRPS peuvent inciter les assureurs à augmenter la part d'actifs non amortissables au sein de leurs portefeuilles d'actifs. En effet dans le cadre du portefeuille étudié, on pourrait obtenir des fonds propres requis inférieurs en augmentant la part d'actifs non amortissables. Cette augmentation d'actifs non amortissables pourrait améliorer les résultats du portefeuille mais aussi être bénéfique aux assurés par le système de la participation aux bénéfices.

Ce mémoire pourrait être prolongé avec les études suivantes :

- On pourrait calculer l'exigence Solvabilité 2 sous les contextes économiques au 31/12/2015 et 31/12/2014. On pourrait aussi projeter et comparer sous plusieurs années les exigences en capital des FRPS et sous Solvabilité 2.
- Une autre piste qui pourrait être abordée pour améliorer la rentabilité du portefeuille est celle d'étudier l'impact, pour l'assureur, d'une transformation des produits monosupports en produits multisupports avec des unités de compte. En effet, des assurés pourraient être intéressés par ce type de supports qui peuvent générer plus de rendements que les fonds en euros et l'assureur pourrait ainsi réduire son exposition au risque de taux.
- On pourrait s'interroger davantage sur les différentes hypothèses des tests de résistance comme les hypothèses afférentes aux rendements des actifs amortissables et non amortissables. De même, on pourrait interpréter l'impact de différents horizons de projection sur les résultats des tests de résistance.

Annexe A

Extrait de l'ordonnance numéro 2017-484

Chapitre V : Règles financières et prudentielles

Section 1 : Valorisation

« Art. L. 385-1.-Aux fins de la vérification du respect des exigences prévues à la section 2 du présent chapitre, les fonds de retraite professionnelle supplémentaire se fondent sur les comptes établis conformément à l'article L. 381-6.

Section 1 : Exigences de solvabilité

- « Art. L. 385-2.-Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire doivent à tout moment respecter une marge de solvabilité calculée selon des modalités définies par voie réglementaire.
- « Art. L. 385-3.-Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire effectuent chaque année un test de résistance destiné à évaluer leur capacité à faire face à leurs engagements à l'égard de leurs assurés, membres, adhérents et participants, notamment dans certains scénarios représentant des conditions détériorées de marché.

Section 3 : Investissements

« Art. L. 385-4.-Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire investissent l'ensemble de leurs actifs conformément au principe de la “ personne prudente ”, dans les conditions fixées à l'article L. 353-1 et sous réserve d'adaptations précisées par voie réglementaire.

Section 4 : Système de gouvernance

« Art. L. 385-5.-Le chapitre IV du titre V du présent livre s'applique aux fonds de retraite professionnelle supplémentaire, sous réserve d'adaptations précisées par voie réglementaire.

Section 5 : Informations à fournir à l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution

« Art. L. 385-6.-I.-Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire transmettent de manière régulière à l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution les informations nécessaires à l'exercice de son contrôle, dont notamment :

«-le rapport sur la solvabilité et la situation financière mentionné à l'article L. 385-7; «-le rapport régulier au contrôleur; «-des états quantitatifs annuels et, le cas échéant, trimestriels, selon un format et des modalités définis par l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution conformément au premier alinéa de l'article L. 612-24 du code monétaire et financier; «-le rapport à l'autorité de contrôle sur l'évaluation interne des risques et de la solvabilité mentionnée au deuxième alinéa de l'article L. 354-2; «-les résultats des tests de résistance mentionnés à l'article L. 385-3.

« II.-L'article L. 355-2 est applicable aux fonds de retraite professionnelle supplémentaire. « III.-Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire mettent en place les structures et systèmes appropriés permettant de répondre aux exigences énoncées aux I et II. En application de l'article L. 354-1, ils élaborent des politiques écrites garantissant l'adéquation permanente aux exigences du présent titre des informations qu'ils communiquent à l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution.

Section 6 : Informations à fournir au public

« Art. L. 385-7.-Sans préjudice des autres obligations d'information leur incombant, les fonds de retraite professionnelle supplémentaire publient annuellement un rapport sur leur solvabilité et leur situation financière. En cas d'événement majeur affectant significativement la pertinence des informations contenues dans ce rapport, les fonds publient des informations relatives à la nature et aux effets de cet événement. « Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire mettent en place des structures et systèmes appropriés permettant de répondre aux exigences énoncées à l'alinéa précédent. En application de l'article L. 354-1, ils élaborent des politiques écrites garantissant l'adéquation permanente aux exigences du présent chapitre des informations publiées.

Section 7 : Mesures de sauvegarde

« Art. L. 385-8.-Sans préjudice de la mise en œuvre des pouvoirs dont elle dispose aux termes des sections 6 et 7 du chapitre II du titre Ier du livre VI du code monétaire et financier, l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution peut exiger des fonds de retraite professionnelle supplémentaire un plan de rétablissement, un plan de convergence ou un plan de financement à court terme. « Au vu des résultats des tests de résistance mentionnés à l'article L. 385-3, des mesures proposées dans le cadre du plan de convergence exigé par l'Autorité ainsi que de tout élément d'informations que le fonds de retraite professionnelle supplémentaire fournit pour étayer la pertinence de ces mesures, l'Autorité peut exiger du fonds une marge de solvabilité plus importante que celle prescrite par la réglementation afin que le fonds soit en mesure de satisfaire à ses engagements dans certains des scénarios des tests. Le niveau de cette exigence supplémentaire de marge de solvabilité et les conditions dans lesquelles elle peut être exigée sont déterminés par voie réglementaire.

Section 8 : Dispositions applicables aux fonds de retraite professionnelle supplémentaire appartenant à un groupe d'assurance et à un conglomérat financier

« Art. L. 385-9.-Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire appartenant à un groupe au sens de l'article L. 356-1 font l'objet d'un contrôle de groupe dans les conditions prévues par le chapitre VI du titre V du livre III, sans préjudice des règles sectorielles qui leur sont applicables. « Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire appartenant à un conglomérat financier au sens de l'article L. 517-3 du code monétaire et financier font l'objet d'une surveillance complémentaire dans les conditions prévues par les chapitres VII du titre Ier du livre V et III du titre III du livre VI du même code, sans préjudice des règles sectorielles mentionnées au 2 de

l'article L. 517-2 de ce code qui leur sont applicables. « Pour l'application du premier alinéa, lorsque le fonds de retraite professionnelle supplémentaire est, au sens de l'article L. 356-1 du présent code, l'entreprise mère ultime du groupe auquel il appartient, le contrôle de groupe s'applique dans les conditions prévues au deuxième alinéa de l'article L. 356-2. À cette fin, le fonds de retraite professionnelle supplémentaire est assimilé, pour l'application du chapitre VI du titre V du livre III, à une entreprise d'assurance sur la vie relevant du régime dit " Solvabilité II " au sens de l'article L. 310-3-1. »

Annexe B

Extrait du décret numéro 2017-1171

Art. R. 385-25.

– I. – Lorsque, dans le cadre des résultats aux tests de résistance mentionnés à l'article L. 385-3, un fonds de retraite professionnelle supplémentaire présente, pour l'un des exercices projetés et l'un des scénarios mentionnés aux a et b de l'article R. 385-4, une différence négative entre sa marge de solvabilité constituée à l'une des dates et le maximum de son exigence minimale de marge de solvabilité et de son fonds de garantie à la même date, l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution exige un plan de convergence destiné à assurer que le fonds sera en mesure de disposer d'une marge de solvabilité suffisante à l'horizon considéré, pour tous les scénarios prévus à l'article R. 385-4. Ce plan de convergence est soumis à l'approbation de l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution dans un délai de trois mois.

« Au vu notamment de ce plan de convergence ou à défaut de communication de ce dernier dans un délai de trois mois après la demande, l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution peut exiger du fonds de retraite professionnelle supplémentaire une marge de solvabilité renforcée, supérieure à l'exigence minimale de marge mentionnée à l'article R. 385-2. Le niveau total de marge de solvabilité exigé ne peut excéder la somme de l'exigence minimale de marge à la date du dernier arrêté, des exigences de marge complémentaires à l'exigence minimale de marge requises le cas échéant par l'Autorité au titre de l'exercice précédent et du maximum, sur les différentes années de projection, du résultat de la division par la durée, exprimée en nombre d'années, de la différence entre le maximum de son exigence minimale de marge de solvabilité et de fonds de garantie, à la n de l'exercice projeté pour le scénario considéré, et la marge de solvabilité constituée à cette même date pour le même scénario.

Chapitre V : Règles financières et prudentielles

Sous-section 4 : Tests de résistance

« Art. R. 385-4.-Les tests de résistance mentionnés à l'article L. 385-3 consistent en une projection pour le futur de l'activité du fonds de retraite professionnelle supplémentaire. Cette projection est réalisée selon :

- « a) Un scénario prolongeant les conditions économiques existant à la date du dernier arrêté comptable ;
- « b) Des scénarios dégradés portant sur une baisse des taux d'intérêt, une baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables ou une baisse de la mortalité des assurés.

« Pour chacun de ces scénarios, le fonds de retraite professionnelle supplémentaire calcule, pour chaque exercice jusqu'à l'horizon de projection, sa marge de solvabilité constituée et son exigence minimale de marge de solvabilité. Ces calculs sont effectués conformément aux règles prévues aux sous-sections 1 à 3 de la présente section. « Les conditions et hypothèses à utiliser pour ces projections sont précisées par arrêté du ministre chargé de l'économie après avis de l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution.

Annexe C

Extrait de l'arrêté FRPS du 14 août 2017

Hypothèse scénario central

« Art. A. 385-2. – La projection selon le scénario mentionné au a du I de l'article R. 385-4 est effectuée sur les dix exercices suivant la clôture de l'exercice précédent et selon les hypothèses suivantes :

Primes futures

« 1 Les primes projetées correspondent à la moyenne des primes encaissées au cours des trois derniers exercices. Toutefois, si le fonds de retraite professionnelle supplémentaire justifie la cohérence de ce choix, il peut projeter les primes correspondant aux versements périodiques et programmés ainsi qu'aux versements libres prudemment estimés qu'il ne peut refuser ;

Frais de gestion

« 2 les frais de gestion projetés sont estimés de façon cohérente avec les hypothèses de frais utilisées pour le calcul de la provision de gestion mentionnée au 4 de l'article R. 343-3 ;

L'allocation des actifs

« 3 l'allocation des actifs, évalués conformément aux articles R. 343-9 et R. 343-10, est inchangée pour l'ensemble de la période projetée ;

Les valeurs amortissables

« 4 Les valeurs amortissables, évaluées comptablement conformément à l'article R. 343-9, sont, sous réserve de l'application du 3o, détenues jusqu'à maturité et réinvesties sur des obligations de maturités cohérentes avec la duration des engagements, sans pouvoir être supérieures à 15 ans. Le niveau des coupons annuels de ces obligations est égal à la moyenne annuelle, sur l'exercice précédent le test, du niveau de l'indice TECn publié par la Banque de France, où n correspond à la maturité de la nouvelle obligation. Lorsque la maturité de la nouvelle obligation ne correspond pas à un indice TECn disponible, une interpolation linéaire est réalisée entre les deux indices TECn disponibles encadrant au plus proche la maturité choisie ;

Les valeurs non amortissables

« 5 Les valeurs non amortissables, évaluées comptablement conformément à l'article R. 343-10, génèrent un rendement annuel égal à la moyenne annuelle, sur l'exercice précédent le test, du niveau du taux moyen des emprunts de l'État français, augmenté d'une prime de risque de 250 points de base ;

La mortalité

« 6 la mortalité projetée est cohérente avec les hypothèses utilisées pour le calcul des provisions mathématiques, évaluées conformément à l'article R. 343-4 ;

L'imposition

«7 les résultats du fonds de retraite professionnelle supplémentaire sont imposés aux conditions en vigueur à la date de la clôture de l'exercice précédent le test et les éventuels crédits d'impôts ne sont comptabilisés que si des bénéfices imposables permettent leur imputation lors d'exercices ultérieurs jusqu'à l'horizon de projection ;

La participation aux bénéfices

« 8 la participation aux bénéfices est évaluée conformément aux conditions en vigueur à la date de la clôture de l'exercice précédent le test ;

Les provisions techniques

«9 l'évaluation des provisions techniques nécessaires à l'estimation de la marge de solvabilité constituée et de l'exigence minimale de marge de solvabilité pour chaque exercice est réalisée selon les hypothèses suivantes :

- A « pour l'ensemble des exercices projetés, le montant de la provision pour aléa financier mentionnée au 5 de l'article R. 343-3 est nul ;
- B « Pour les provisions mathématiques relatives à des engagements donnant lieu à la constitution de provision de diversification, les indices TEC_n utilisés sont ceux mentionnés à l'article A. 132-18 et publiés par la Banque de France à la date d'arrêté des comptes de l'exercice précédent le test ;
- C « Pour les garanties exprimées en unités de rente correspondant à des opérations régies par le chapitre Ier du titre IV du livre IV du présent code, le chapitre II du titre II du livre II du code de la mutualité et la section 4 du chapitre 2 du titre 3 du livre 9 de code de la sécurité sociale, la courbe des taux sans risque mentionnée à l'article A. 441-4 correspond à celle avec correction pour volatilité publiée par l'Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles en vigueur à cette même date ;
- D « Pour les autres engagements qui ne sont pas provisionnés au taux historique, le taux moyen des emprunts d'État mentionné à l'article A. 132-1 est celui observé à cette même date ;

Eléments constitutifs de marge

«10 les éléments constitutifs de marge correspondant à des emprunts subordonnés mentionnés au 1 du II de l'article R. 385-2 sont supposés demeurer inchangés pour toute la période projetée. Si pour l'un des emprunts concernés, la date de remboursement ou première date de remboursement anticipé est couverte par la période projetée, l'emprunt est supposé être remplacé par un emprunt de même nature et ayant les mêmes caractéristiques.

Les trois chocs réglementaires

« Art. A. 385-3. - Les projections selon les trois scénarios dégradés mentionnés au b) du I de l'article R. 385-2-3 sont effectuées sur la même durée et avec les mêmes hypothèses que celles prévues à l'article A. 381-1, sous réserve des modifications suivantes :

1. pour le scénario de baisse des taux d'intérêt, le niveau des taux d'intérêt pour les valeurs amortissables ainsi que celui servant de référence pour le calcul des provisions techniques est diminué, pour toute la durée de la projection, du maximum entre une baisse relative de 40% et une baisse absolue de 0,75%, sans pouvoir toutefois être inférieur à 0% ou supérieur à 3,5% ;
2. dans le scénario de baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables, le niveau des rendements des actifs non amortissables est diminué de 30% ;
3. dans le scénario de baisse de la mortalité, le taux de mortalité à tout âge est diminué de 10% ».

Annexe D

Taux d'intérêts techniques

Arrêté du 19/03/1993

Art. 10. - L'article A. 335-1-1 est ainsi rédigé :

« Art. A. 335-1-1. - Les tarifs pratiqués par les entreprises d'assurance sur la vie et sur la capitalisation doivent être établis d'après un taux au plus égal à 75 p. 100 du taux moyen des emprunts de l'Etat français calculé sur une base semestrielle sans pouvoir dépasser 4,5 p. 100 au-delà de huit ans. Pour les contrats à primes périodiques ou à capital variable, quelle que soit leur durée, le taux du tarif ne peut excéder 4,5 p. 100.

Annexe E

Article R 333-20 code des Assurances

Article R332-20 Modifié par Décret numéro 2013-717 du 2 août 2013 - art. 1 Abrogé par DÉCRET numéro 2015-513 du 7 mai 2015 - art. 8 À l'exception des valeurs inscrites comme il est dit à l'article R. 332-19, les placements sont inscrits au bilan sur la base du prix d'achat ou de revient, dans les conditions ci-après :

- a) Les valeurs mobilières et les parts de fonds communs de placement sont retenues pour leur prix d'achat. Lorsqu'un instrument financier à terme est utilisé dans les conditions définies à l'article R. 332-46 et qu'il est lié à l'achat d'un titre ou d'un groupe de titres de même nature, la valeur de réalisation de l'instrument est prise en compte dans le prix d'achat de ce titre ou de ce groupe de titres. Le prix d'achat s'entend hors intérêt couru ;
- b) Les immeubles et les parts ou actions des sociétés immobilières ou foncières non inscrites à la cote d'une bourse de valeurs d'un Etat membre de l'organisation de coopération et de développement économiques sont retenus pour leur prix d'achat ou de revient ou, dans les conditions fixées dans chaque cas par l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution, pour une valeur déterminée après expertise effectuée conformément à l'article R. 332-23. Les valeurs sont diminuées des amortissements pratiqués. Le prix de revient des immeubles est celui qui ressort des travaux de construction et d'amélioration, à l'exclusion des travaux d'entretien proprement dits ;
- c) Les prêts sont évalués d'après les actes qui en font foi ou, s'ils sont acquis sur un marché secondaire, à leur prix d'acquisition ;
- d) Les nues-propriétés et les usufruits sont évalués suivant les règles déterminées par arrêté du ministre chargé de l'économie.

Dans tous les cas, sont déduits, s'il y a lieu, les remboursements effectués et les dépréciations, lesquelles ne peuvent être constatées que lorsqu'il y a lieu de considérer qu'elles ont un caractère durable. Toutefois, les entreprises qui, au bilan du dernier exercice clos avant le 1er janvier 1993, constataient les dépréciations, même lorsque celles-ci n'avaient pas un caractère durable, peuvent continuer à faire application de cette méthode jusqu'au dernier exercice clos avant le 1er janvier 1999 ; elles peuvent y renoncer à tout moment, en le notifiant préalablement à l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution, cette renonciation étant alors définitive.

Annexe F

Provisions

Article R343-3 : Créé par DÉCRET numéro 2015-513 du 7 mai 2015 - art. 9

Les provisions techniques correspondant aux opérations d'assurance sur la vie, d'assurance nuptialité-natalité et de capitalisation, sont les suivantes :

1. Provision mathématique : différence entre les valeurs actuelles des engagements respectivement pris par l'assureur et par les assurés. Pour des contrats faisant intervenir une table de survie ou de mortalité, les montants des provisions mathématiques doivent inclure une estimation des frais futurs de gestion qui seront supportés par l'assureur pendant la période de couverture au-delà de la durée de paiement des primes ou de la date du prélèvement du capital constitutif; l'estimation de ces frais est égale au montant des chargements de gestion prévus dans les conditions tarifaires de la prime ou du capital constitutif et destinés à couvrir les frais de gestion ;
2. Provision pour participation aux bénéfices : montant des participations aux bénéfices attribuées aux bénéficiaires de contrats lorsque ces bénéfices ne sont pas payables immédiatement après la liquidation de l'exercice qui les a produits ;
3. Réserve de capitalisation : réserve destinée à parer à la dépréciation des valeurs comprises dans l'actif de l'entreprise et à la diminution de leur revenu ;

Bibliographie

- [1] Jonas Laudon. Cours de prophet. ISUP, 2017.
- [2] Norbert Gautron. Actuariat des retraites. ISUP, 2017.
- [3] Appert-Raullin Yannick. Cours de erm. ISUP, 2017.
- [4] Formation interne : Introduction à prophet déterministe. GENERALI, Juin 2016.
- [5] FFA. Les contrats de retraite d'entreprise en 2015, Juin 2016.
- [6] Site internet de la DREES. *Les retraités et les retraites*. DREES, 2015.
- [7] CABOCEL Florian. *Conséquences techniques de la marge pour risque dans Solvabilité II sur la rentabilité des contrats de retraite collective*.
- [8] CONVERSESET Guillaume. *Intérêts de la mise en place des fonds de pensions à la française*.
- [9] WAMBO TAGNE. *Allocation optimale d'actifs d'un régime de retraite en intégrant la participation aux bénéfices*.
- [10] CHAISE Ancelin. *Réglementations européennes et pratiques de tarification en retraite collective, exemple d'un contrat à cotisations définies*.
- [11] DUMUR Caroline. *Étude de la rentabilité d'un contrat de retraite de type « Article 83 » du point de vue de l'assuré*.
- [12] Présentation Institut des Actuaire. *Impacts du GSE sur les éléments de bilan - Cas des risques de long terme*.
- [13] Previsima.fr. *Les fonds de pension à la française se précisent*.
- [14] Maprevoyance.fr. *La retraite supplémentaire collective des salariés*.
- [15] L'Argus de l'Assurance. *Loi Sapin 2 : l'ordonnance des Fonds de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS) est parue*.
- [16] L'Argus de l'Assurance. *Loi Sapin 2 : les grandes lignes du Fonds de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS)*.
- [17] *Code des Assurances*.
- [18] *Décret numéro 2017-1171*.
- [19] *Arrêté FRPS du 14 août 2017*.
- [20] *Ordonnance numéro 2017-484*.

[21] *Notice de l'ACPR sur l'admissibilité des plus-values latentes en constitution de la marge de solvabilité pour les FRPS.*