

**Mémoire présenté devant l'Institut du Risk Management pour  
la validation du cursus à la Formation d'Actuaire de l'Institut  
du Risk Management  
et l'admission à l'Institut des actuaires le  
05/02/2024**

Par : **Cheikh GUEYE**

Titre : **Les opportunités d'une mise en place d'un FRPS sur un portefeuille L.441**

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

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

*Membres présents du jury de l'Institut des  
actuaires :*

---

---

---

*Membres présents du jury de l'Institut du Risk  
Management :*

---

---

---

---

---

---

---

*Secrétariat :*

*Bibliothèque :*

Entreprise : \_\_\_\_\_

Nom : CNP Assurances

Signature et Cachet :

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Sylvain FERDI

Signature :

Invité :

Nom : \_\_\_\_\_

Signature :

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

Signature du responsable entreprise



Signature(s) du candidat(s)



# Table des matières

<b>Résumé</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>Note de synthèse</b> .....	<b>7</b>
<b>Synthesis note</b> .....	<b>19</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>30</b>
<b>1. Partie I : Les régimes de retraite supplémentaire par points</b> .....	<b>32</b>
1.1 Les régimes de retraite supplémentaire par points : L.441 .....	34
1.1.1 Le fonctionnement général des régimes L.441 .....	34
1.1.2 Les spécificités techniques du régime .....	35
1.2 Les différentes provisions des régimes L.441 .....	38
1.2.1 La Provision Technique Spéciale (PTS) .....	38
1.2.2 La Provision Mathématique Théorique (PMT) .....	39
1.2.3 La Provision Technique Spéciale Complémentaire (PTSC) .....	39
1.3 Le pilotage du régime .....	40
1.3.1 Le taux de couverture du régime .....	40
1.3.2 Le taux rendement du régime .....	40
1.3.3 Le TRVS .....	41
1.4 Description des choix de modélisation .....	41

1.4.1	Généralités sur les ESG .....	42
1.4.2	Généralités sur le SCR .....	43
<b>2.</b>	<b>Partie II : Les Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaires.....</b>	<b>47</b>
2.1	Contexte général .....	47
2.2	Les spécificités de la réglementation FRPS .....	52
2.3	Les exigences quantitatives .....	54
2.3.1	L'Exigence de Marge de Solvabilité (EMS).....	54
2.3.2	Les tests de résistance .....	55
2.3.3	Le fonds de garantie .....	56
2.3.4	La marge de solvabilité .....	57
<b>3.</b>	<b>Partie III : Exigence en fonds propres sous Solvabilité II et dans un FRPS .....</b>	<b>58</b>
3.1	Présentation du portefeuille d'étude .....	58
3.1.1	Description du portefeuille d'étude.....	58
3.1.2	Présentation du bilan du régime d'étude .....	61
3.1.3	Résultats de calcul du SCR .....	64
3.1.4	Sensibilités du SCR aux conditions de marché.....	67
3.2	EMS du portefeuille L.441 .....	72
3.2.1	Calcul du ratio de couverture en vision FRPS .....	72
3.2.2	Conclusion des avantages réglementaires du passage en FRPS.....	72

3.3	Tests de résistance .....	74
3.3.1	Contexte et hypothèses utilisées.....	74
3.3.2	Résultats des tests de résistance .....	77
<b>4.</b>	<b>Partie IV : Les opportunités économiques du FRPS .....</b>	<b>82</b>
4.1	Les effets de l'allocation d'actifs sur le FRPS .....	82
4.2	Sensibilité à la hausse et à la baisse des taux .....	91
4.2.1	Sensibilité à la baisse des taux .....	91
4.2.2	Sensibilité à la hausse des taux .....	93
4.3	Suggestion de méthodologies de gestion des risques sous la norme FRPS.....	96
4.3.1	Les principales mesures des risques.....	97
<b>5.</b>	<b>Conclusion générale .....</b>	<b>102</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>104</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>106</b>
	Tests de résistance .....	106
	Le modèle de taux .....	107
	Calibrage des modèles.....	109
	Modélisation actif/passif .....	115

## **Remerciements**

Je tiens à remercier Emmanuel Le Meur, responsable du département Risque de Bilan et ALM chez CNP Assurances, de m'avoir permis de faire partie de son équipe.

Je tiens également à remercier Stéphane Le Mer, responsable du pôle Solvabilité de la direction des risques chez CNP Assurances, de m'avoir permis de faire la formation CEA.

Dans ces remerciements, j'accorde une mention très particulière à mon tuteur d'entreprise, Sylvain FERDI, responsable de l'équipe chargé du calcul réglementaire, pour avoir encadré et revu mes travaux. Ses conseils et remarques ont été précieux, et je suis reconnaissant du temps qu'il m'a accordé.

Je remercie également l'équipe pédagogique du CEA ainsi que tous les collaborateurs du département Risque de Bilan et ALM qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Finalement, je remercie ma famille et mes amis pour leur soutien.

## Résumé

La norme Solvabilité II, entrée en vigueur en janvier 2016, a compliqué la gestion des contrats de retraites professionnelles supplémentaires pour les assureurs en raison du contexte économique et de la réglementation jugée très contraignante pour ce type de contrat.

Les FRPS (Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire) sont une nouvelle catégorie d'organismes dédiés à l'activité de retraite professionnelle supplémentaire, conformément à la loi Sapin 2. Les FRPS ont pour but de répondre aux critiques des assureurs concernant l'inadaptation du cadre Solvabilité II aux engagements des contrats de retraite.

L'objet de ce mémoire est d'étudier l'opportunité de transfert d'un régime de retraite en points dit L.441 vers une entité juridique FRPS.

Dans un premier temps, après avoir présenté les régimes de retraite en points ainsi que le contexte réglementaire des FRPS, nous nous intéresserons à la modélisation ALM des contrats en régime L.441. Dans un second temps, afin d'évaluer les avantages réglementaires d'un FRPS sur notre portefeuille d'étude, le besoin en capital Solvabilité II sera mesuré et comparé à l'Exigence de Marge de Solvabilité. Enfin, le mémoire présentera les avantages économiques d'une mise en place d'un FRPS. Pour ce faire, des sensibilités « à dire d'expert » sur l'allocation d'actifs seront réalisées afin d'étudier les impacts sur la richesse, la rentabilité et le taux de couverture du régime.

**Mots clés :** *FRPS, Tests de résistance, Solvabilité II, SCR, Allocation d'actif, Ratio de couverture, Exigence de capital réglementaire.*

## Abstract

The Solvency II standard, which came into effect in January 2016, has complicated the management of supplementary professional retirement contracts for insurers due to the economic context and the regulatory framework deemed very stringent for this type of contract.

FRPS (Supplementary Professional Retirement Funds) represent a new category of organizations dedicated to supplementary professional retirement activities, in accordance with the Sapin 2 law. FRPS aims to address insurers' criticisms regarding the inadaptability of the Solvency II framework to retirement commitments.

The purpose of this thesis is to study the opportunity to transfer a point-based retirement scheme referred to as L.441 to a legal entity FRPS. In the first part, after presenting the point-based retirement schemes as well as the regulatory context of FRPS, we will focus on the ALM modeling of L.441 contracts. In the second part, to assess the regulatory advantages of an FRPS for our study portfolio, the Solvency II capital requirement will be measured and compared to the Solvency Margin Requirement. Finally, the thesis will present the economic advantages of implementing an FRPS. To do this, "expert opinion" sensitivities on asset allocation will be carried out to study the impacts on the profitability, and coverage rate of the scheme.

**Keywords :** *FRPS, Stress-test, Solvency II, SCR, Asset allocation, Coverage ratio, Requirement capital.*

# Note de synthèse

## Contexte général

Le système de retraite en France comporte trois piliers pouvant s'additionner pour constituer le montant de la retraite. Les deux premiers piliers constituent la retraite obligatoire par répartition : la retraite de base obligatoire et la retraite complémentaire. Le 3<sup>ème</sup> pilier, qui est la retraite supplémentaire, repose sur le système de capitalisation ; les prestations de l'année sont prélevées sur des réserves constituées au cours des exercices précédents. Les engagements sont donc intégralement provisionnés. Ils sont couverts à tout instant par des réserves financières. Les régimes supplémentaires sont facultatifs. Ils sont destinés à compléter les précédents étages du système de retraite et permettent aux salariés de se constituer un capital pour leurs retraites.

Les régimes de retraite supplémentaire ont récemment fait face à des défis en termes d'équilibre financier et de rentabilité, en grande partie en raison de l'évolution des taux dans le contexte économique actuel, combinée à l'augmentation de l'espérance de vie, ce qui a eu un impact négatif sur la rentabilité de ces produits. C'est dans ce contexte que la loi Sapin 2 a été promulguée en 2016. L'article 114 de cette loi autorise la création d'une nouvelle catégorie d'organismes dédiés à l'exercice de l'activité de retraite professionnelle supplémentaire. Le décret 2017-1171 du 18 juillet 2017 précise les conditions de création des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS).

Initialement en 2003, le Parlement européen avait établi la directive Institutions For Occupational Retirement Provision (IORP) pour réglementer les activités des Institutions de Retraite Professionnelle (IRP). Ces institutions sont soumises à une réglementation spécifique visant à garantir la sécurité financière des régimes de retraite qu'elles encadrent. Ce cadre réglementaire est moins contraignant que Solvabilité II et vise à renforcer la gouvernance, la supervision réglementaire et l'information financière.

La mise en place des IRP en France avait permis aux compagnies d'assurance, titulaires d'un agrément de Retraite Professionnelle Supplémentaire (RPS) délivré par l'ACPR, de prendre en charge la gestion de la retraite supplémentaire professionnelle.

Cependant, à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2016, les organismes assureurs devaient se conformer aux exigences de Solvabilité II, tandis que les IRP demeuraient soumises à la Directive IORP, avec des exigences de solvabilité correspondant à celles de Solvabilité I.

L'entrée en vigueur de Solvabilité II, contraint les compagnies d'assurance à calculer et à mettre en place un capital réglementaire correspondant au montant minimum des ressources exigées pour la pratique des opérations d'assurance. Le coût en capital s'est alourdi pour les assureurs, qui font face à des exigences de rentabilité élevées de la part des actionnaires, dans un contexte économique difficile.

De plus, cette disparité dans les normes prudentielles était préjudiciable aux compagnies d'assurance, en particulier dans un environnement de taux bas, ce qui contraignait ces organismes à immobiliser davantage de capitaux pour garantir leur solvabilité.

De ce fait, la révision de la Directive IORP en IORP 2 du 14 décembre 2016 a aspiré à résoudre la divergence entre les assureurs français et les IRP. De nombreuses attentes étaient exprimées quant à la modification des exigences quantitatives des fonds de pension, en les alignant sur le pilier 1 de Solvabilité II. En effet, en considérant que les IRP présentaient des profils de risque comparables à ceux des compagnies d'assurance et géraient des engagements similaires, l'idée était de les soumettre aux mêmes règles. Les exigences quantitatives de la norme IORP 2 étaient déterminées de manière forfaitaire.

La directive IORP 2 réglemente les FRPS qui ont été mis en place suite à la loi Sapin 2, ordonnance du 06/04/2017, décret du 18/07/2017. Les assureurs peuvent transférer leur contrat de retraite supplémentaire vers un FRPS après l'obtention d'un agrément par l'ACPR.

### **Les Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire**

Les FRPS sont des véhicules juridiques dédiés à la retraite procurant un environnement réglementaire plus compétitif que Solvabilité II, pouvant conduire à des économies substantielles de capital en période de taux durablement bas/négatif, et facilitant une allocation d'actif de long terme.

Poussés par les pouvoirs publics, les FRPS tendent à devenir le véhicule de référence pour opérer sur le marché de la retraite.

Ils permettent une gestion plus adaptée des contrats de longue durée et échappent aux contraintes prudentielles du pilier 1 de Solvabilité II. De plus en plus d'organismes font le choix de mettre en place des FRPS.

Les FRPS bénéficient d'une réglementation prudentielle proche de Solvabilité 1, qui répond à des exigences quantitatives déterministes et peu volatiles. De plus, les FRPS disposent d'un cantonnement propre, garantissant une protection renforcée ainsi qu'une participation aux bénéfices ne profitant qu'à ses adhérents. En effet, l'environnement réglementaire des FRPS est plus adapté à la durée des contrats de retraite et l'allocation d'actif peut être définie en adéquation avec la durée longue des passifs de retraite.

## **Méthodologie et Résultats**

Afin de respecter la confidentialité des données de l'entreprise, nous avons constitué un portefeuille fictif dont les données d'actifs et de passifs sont construites à partir de données réelles. La date d'évaluation est le 31 décembre 2022. L'objectif du mémoire est d'estimer les opportunités offertes par la réglementation FRPS pour un régime de retraite en points, dit L.441.

### ***Comparaison des ratios de couverture sous les références Solvabilité II et FRPS***

Le bilan comptable de l'entité étudiée est le suivant :

BILAN COMPTABLE			
ACTIF		PASSIF	
Obligations	281 066 000	Fonds Propres	16 910 683
Actions	46 445 305	PM	237 658 410
Immobilier	18 881 677	Autres dettes	105 000 000
OPCVM	2 336 253		
Trésorerie	10 839 858		
<b>Total</b>	<b>359 569 093</b>	<b>Total</b>	<b>359 569 093</b>

Table 1 – Bilan comptable

En vision Solvabilité II, le bilan devient :

BILAN SOLVABILITE II			
ACTIF		PASSIF	
Obligations	219 883 195	Fonds Propres	22 472 039
Actions	73 765 339	RM	1 077 339
Immobilier	21 203 993	BE	304 433 692
OPCVM	2 290 685		
Trésorerie	10 839 858		
<b>Total</b>	<b>327 983 070</b>	<b>Total</b>	<b>327 983 070</b>

Table 2 – Bilan solvabilité II

Les fonds propres, selon l'approche comptable, s'élèvent à 16,9 M€, tandis qu'en application de la norme Solvabilité II, ils s'élèvent à 22,5 M€. Cette disparité est attribuable en partie aux différences de méthodes de comptabilisation des Plus-Values Latentes (PVL) et de la marge future entre les deux normes.

L'un des indicateurs clés de pilotage d'un régime en L.441 est le taux de couverture réglementaire permettant de mesurer l'équilibre du régime. Il est défini comme étant le rapport entre la PTS majoré de la PMVL et la PMT. Le montant de la PMT du portefeuille d'étude s'élève à 238 M€. La PTS vaut au 31/12/2022 361 M€. Nous pouvons en déduire un taux de couverture réglementaire de 138 %. Ce dernier montre la robustesse et la bonne santé financière du régime d'étude.

Ensuite, nous avons déterminé le capital Solvabilité II (SCR) ainsi que sa sensibilité aux conditions de marché. Cette métrique a été comparée à l'EMS et des tests de résistance ont été établis conformément à la réglementation FRPS. Le taux de couverture Solvabilité II est déterminé comme étant le rapport entre les Fonds Propres et le SCR.

	En M€	31/12/2022
<b>Fonds Propres éligibles</b>		22,50
<b>SCR</b>		13,70
<i>dont SCR marché</i>		10,0
<i>dont SCR longévité</i>		4,2
<i>dont SCR rachat</i>		2,7
<b>Taux de couverture</b>		<b>164%</b>

Table 3 – Taux de couverture Solvabilité II

Sous la réglementation FRPS, le ratio de couverture est déterminé par le rapport entre les fonds propres et l'EMS.

Le calcul de l'EMS des contrats en régime L.441 est défini dans la partie 2 du mémoire. Dans cette étude, l'EMS est égale à 4 % des Provisions Mathématiques Théoriques (PMT), soit 9,5M€. Les plus-values latentes ne sont pas considérées en couverture de l'EMS.

	En M€	31/12/2022
<b>Fonds Propres</b>		16,9
<b>PMT</b>		237,7
<b>EMS</b>		9,5
<b>Taux de couverture</b>		<b>178%</b>

Table 4 – Taux de couverture EMS

Le tableau ci-dessous compare les résultats d'immobilisation de capital en vision Solvabilité II et en vision FRPS. Les sensibilités observées reflètent une variation des taux de +/-100 points de base et une baisse des indices actions de -25% :

	<b>Besoin en Fonds Propres</b>	<b>Ratio de solvabilité</b>	<b>Ratio de solvabilité - Sensibilité baisse taux</b>	<b>Ratio de solvabilité - Sensibilité hausse taux</b>	<b>Ratio de solvabilité - Sensibilité action</b>
<b>Vision Solvabilité II</b>	13,7 M€	164%	101%	206%	138%
<b>Vision FRPS</b>	9,5 M€	178%	152%	217%	178%

Table 5 – Besoin en FP vision Solvabilité II et FRPS

Nous pouvons constater que le ratio de solvabilité en vision FRPS est meilleur qu'en Solvabilité II. Le transfert de notre entité d'étude vers un FRPS améliore le taux de couverture de plus de 14 %.

Il apparaît que plus les taux sont bas, plus les coûts en capital Solvabilité II et FRPS sont élevés. En effet, une baisse des taux entraîne une diminution du ratio de solvabilité dans les deux normes. La baisse du ratio de solvabilité en vision FRPS s'explique par l'augmentation de l'EMS et est cohérente avec la hausse de la PMT en cas de baisse des taux, du fait de l'effet d'actualisation.

À l'inverse, une remontée des taux entraîne une baisse du niveau de l'EMS et du SCR, ce qui améliore le ratio de solvabilité.

L'étude montre également un coût EMS inférieur au SCR quel que soit le scénario de sensibilité des conditions de marché.

Nous pouvons en conclure que la mise en place d'un FRPS est une opportunité réglementaire pour le portefeuille d'étude.

### ***Tests de résistance du FRPS***

Nous nous sommes intéressés aux tests de résistance du FRPS. Ces tests ont conclu à une capitalisation suffisante du FRPS de notre entité d'étude sur l'horizon de projection, dans l'ensemble des scénarios. Ci-dessous, les résultats des tests de résistance :

- Exigence de marge de solvabilité (EMS) :

Du fait des hypothèses de projection, les provisions techniques augmentent en cours de projection en raison de la hausse des prestations entraînant une hausse de l'EMS.

L'EMS du scénario de taux est supérieur à celui du scénario central du fait de l'augmentation de la PMT lorsque les taux baissent.

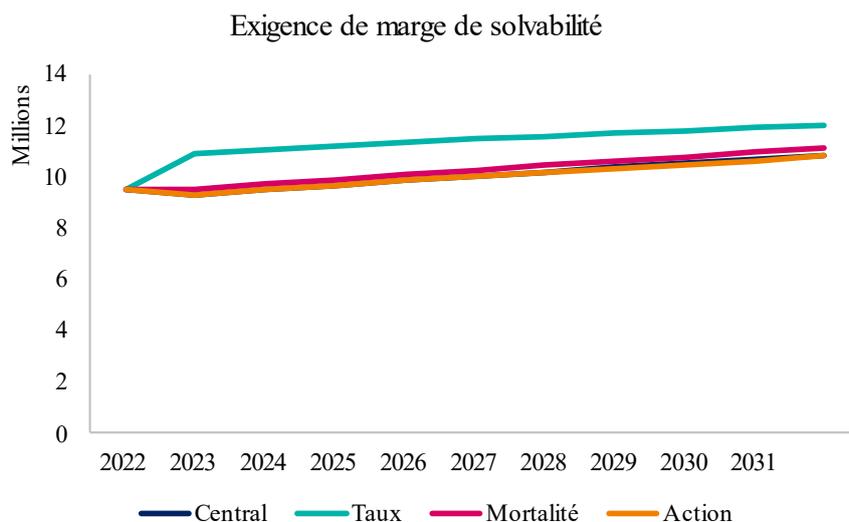


Figure 1 – Test de résistance : EMS

- Éléments constitutifs à la couverture de la marge :

Les fonds propres augmentent au cours des projections (du fait de leur rendement et du résultat de l'exercice). Les résultats de l'exercice sont réinvestis selon l'allocation du portefeuille.

De fait, le niveau des fonds propres durs s'accroît du résultat de l'exercice et du rendement financier des fonds propres.

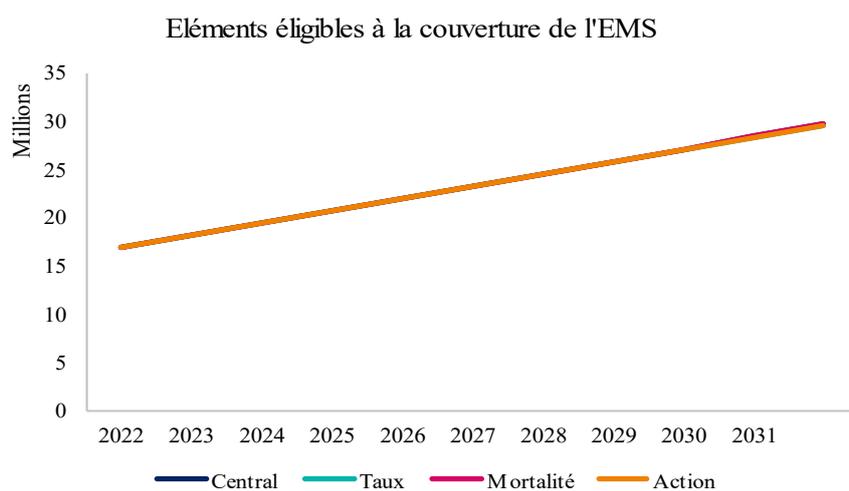


Figure 2 – Test de résistance : Couverture de l'EMS

▪ Taux de couverture :

Les taux de couverture de la marge de solvabilité restent à un niveau élevé, au-dessus de 150%, ce qui confirme la capitalisation suffisante du FRPS de l'entité d'étude.

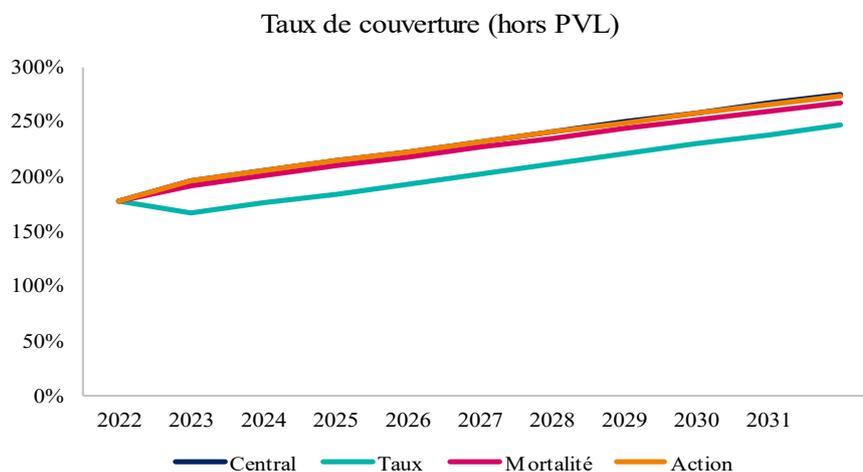


Figure 3 – Test de résistance : taux de couverture

### *Les opportunités économiques du FRPS*

Après avoir mis en avant les avantages réglementaires d'une mise en place d'un FRPS, nous nous sommes intéressés aux avantages économiques associés à cette norme.

La réglementation FRPS est pour les organismes d'assurance une opportunité d'investir en actifs de diversification, plus rémunérateurs sur le long terme pour les assurés. De plus, les FRPS disposent d'un cantonnement propre, assurant une protection renforcée ainsi qu'une participation aux bénéfices exclusivement réservée à leurs adhérents. En effet, l'environnement réglementaire des FRPS est plus adapté à la durée des contrats de retraite et l'allocation d'actifs peut être définie en adéquation avec la durée longue des passifs de retraite.

Nous avons évalué l'impact d'un changement de l'allocation d'actifs des titres amortissables et non amortissables sur la performance globale du portefeuille d'étude.

À cet effet, nous avons analysé cinq scénarios d'allocations différents :

	allocation 1	allocation 2	allocation 3	allocation 4	allocation 5
Actions	20%	25%	30%	40%	50%
Immobiliers	3%	3%	3%	3%	3%
Obligations publiques	25%	25%	35%	30%	25%
Obligation d'entreprises	50%	45%	30%	25%	20%
Monétaires	1%	1%	1%	1%	1%
Autres	1%	1%	1%	1%	1%

Table 6 – Scénarios d'allocation d'actifs

Les différentes allocations sont obtenues en faisant varier la part action de 20 % à 50 %, tandis que la variation de la poche obligataire est située entre 45 % et 75 %.

Pour l'ensemble des sensibilités « à dire d'expert » de l'allocation d'actifs, nous avons étudié les impacts sur la rentabilité, le taux de couverture du régime et le taux de revalorisation de la valeur de service.

▪ Taux de rendement de l'actif :

Le taux de rendement des actifs correspond au rapport entre la production financière et l'encours moyen.

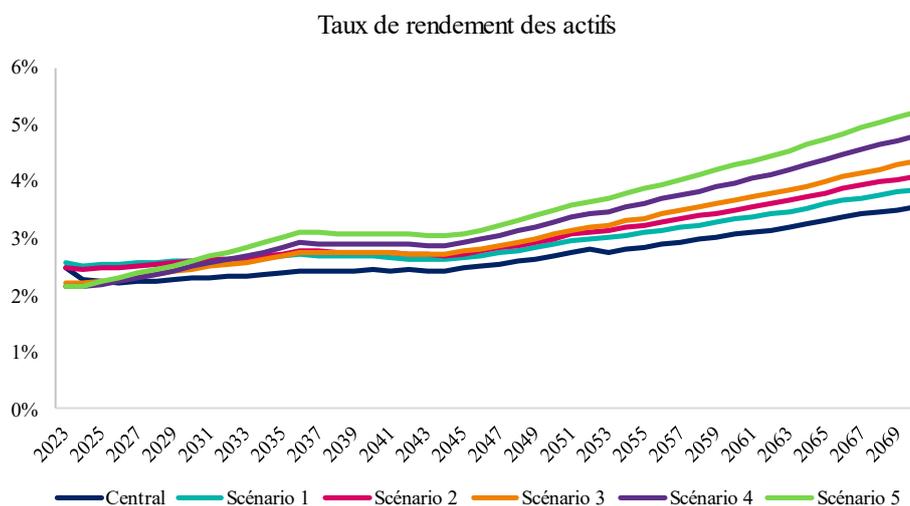


Figure 4 – Projection des taux de rendement

Pour l'ensemble des scénarios, le taux de rendement augmente au cours des années de projection. Nous pouvons également conclure que plus la part des actions dans l'allocation d'actifs est importante, plus le rendement est élevé, ce qui se traduit par une meilleure revalorisation pour les assurés.

- Taux de couverture du régime :

Le taux de couverture réglementaire des engagements, qui est évalué chaque année en rapportant la somme de la Provision Technique Spéciale et des plus-values latentes à la Provision Mathématique Théorique, reste robuste et supérieur à 100 % pour l'ensemble des scénarios d'allocation d'actifs. Il est à noter que plus le scénario d'allocation d'actifs est risqué plus le taux de couverture est bas.

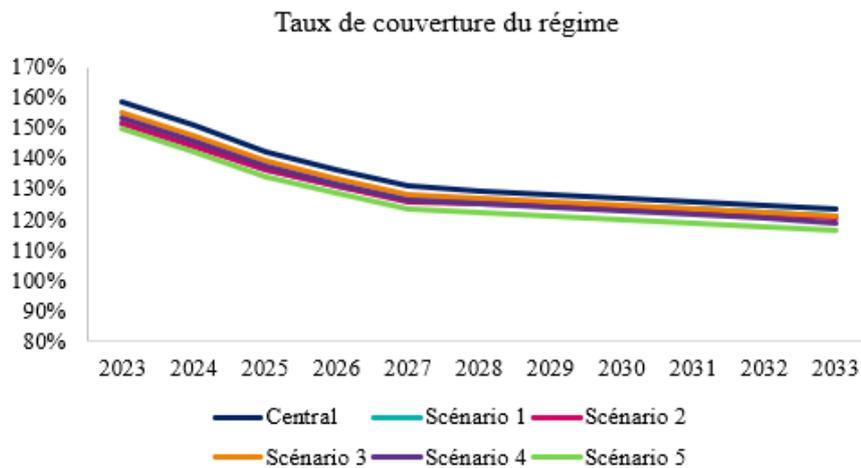


Figure 5 – Projection des taux de couverture du régime

- Solde financier :

Le solde financier correspond aux produits financiers retraités, des chargements financiers et des chargements sur encours.

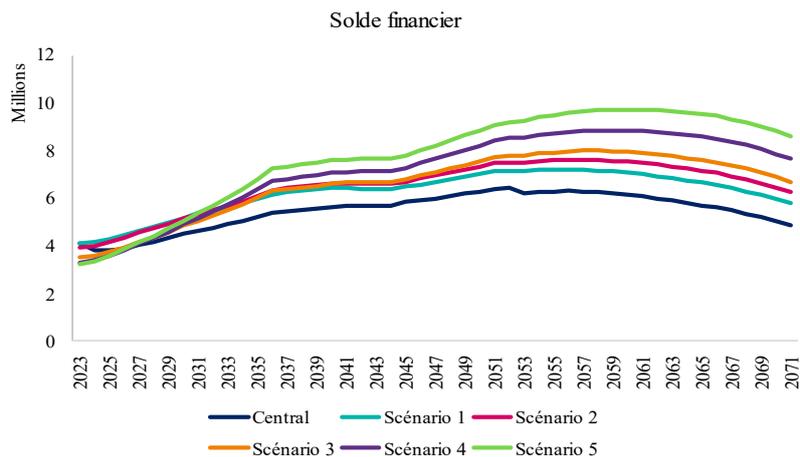


Figure 6 – Projection du solde financier

Le solde financier augmente en lien avec la hausse de la part action de l’allocation d’actifs.

▪ Taux de revalorisation de la valeur de service (TRVS) :

Le TRVS indique un taux uniforme de revalorisation annuelle dans la situation de marché à une date donnée que le régime peut servir sur toute la durée de projection.

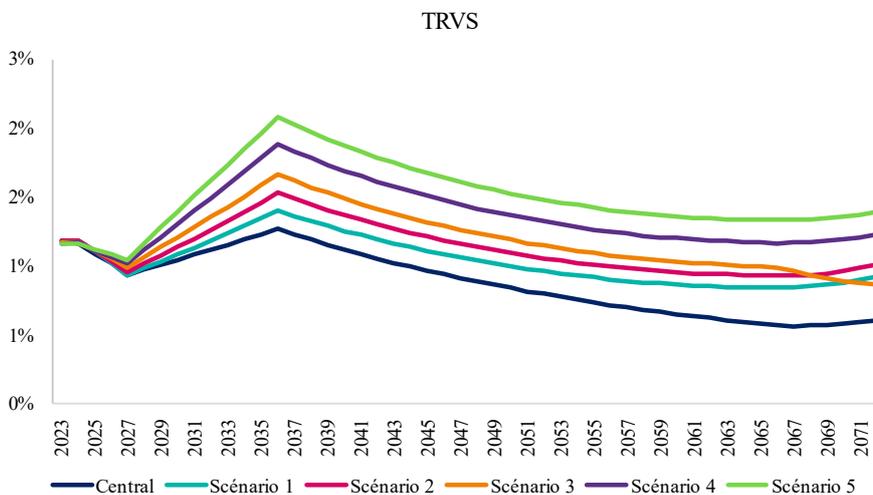


Figure 7 – TRVS

L'augmentation du taux de revalorisation de la valeur de service est corrélée à la croissance de la part d'actions du portefeuille. Cette évolution se traduit par une amélioration du pouvoir d'achat pour l'assuré.

À la lecture de l'ensemble des résultats des sensibilités liées à l'allocation d'actifs, nous pouvons conclure qu'une augmentation de la poche d'actions entraîne une amélioration du rendement des actifs et génère un solde financier plus favorable. De plus, le taux de couverture du régime demeure solide, restant au-dessus de 100 % les vingt premières années de projection. Cependant les scénarios 3, 4 et 5 affichent un taux de couverture S2 inférieur à 100%. Bien que ces scénarios offrent un rendement potentiellement plus élevé, ils présentent en contrepartie un niveau de risque accru tant pour l'assureur que pour l'assuré.

En conséquence, en mettant en place un FRPS, l'organisme d'assurance a la possibilité d'augmenter la part d'actifs non amortissables, offrant ainsi une meilleure rémunération aux assurés et aux actionnaires. Néanmoins, le risque associé à l'augmentation de l'allocation en actions doit être encadré. Ce risque pourrait éventuellement être défini dans le cadre d'une stratégie d'appétence aux risques mise en place par l'assureur.

# Synthesis note

## General context

The retirement system in France comprises three pillars which can be added together to form the amount of the pension. The first two pillars make up the compulsory pay-as-you-go pension: the compulsory basic pension and the supplementary pension. The third pillar, supplementary pensions, is based on a funded system, with benefits for the year drawn from reserves built up over previous years. The commitments are therefore fully provisioned, i.e. covered at all times by financial reserves. Supplementary schemes are optional. They are intended to supplement the previous levels of the system and enable employees to build up capital for their pensions.

In recent years, supplementary pension schemes have had to contend with problems of financial equilibrium and profitability. In addition, the economic context of rising interest rates combined with increasing life expectancy is reducing the profitability of these products. It was against this backdrop that the Sapin 2 law was enacted in 2016, with Article 114 authorising the creation of a new category of organisations whose purpose is to carry out supplementary occupational pension business. Decree 2017-1171 of 18 July 2017 specifies the conditions for the creation of Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS).

Initially in 2003, the European Parliament established the Institutions For Occupational Retirement Provision (IORP) Directive to regulate the activities of Institutions for Occupational Retirement Provision (IORPs). These institutions are subject to specific regulations designed to guarantee the financial security of the pension schemes they manage. This regulatory framework is less restrictive than Solvency II and aims to strengthen governance, regulatory supervision and financial reporting.

The introduction of IORPs in France had enabled insurance companies holding Supplementary Occupational Retirement Provision (RPS) authorisation issued by the ACPR to take on the management of supplementary occupational retirement provision.

However, from 1<sup>er</sup> January 2016, insurers had to meet Solvency II requirements, while IORPs remained subject to the IORP Directive, with solvency requirements corresponding to those of Solvency I.

When Solvency II came into force, insurance companies were obliged to calculate and put in place regulatory capital corresponding to the minimum amount of resources required to conduct insurance business. The burden of this capital has increased for insurers, who are facing increased competition in the market and fairly high profitability requirements from shareholders in a difficult economic climate.

Moreover, this disparity in prudential standards was detrimental to insurance companies, particularly in a low-rate environment, forcing them to tie up more capital to guarantee their solvency.

As a result, the revision of the IORP Directive to IORP 2 on 14 December 2016 aspired to resolve the divergence between French insurers and IORPs. Many expectations were expressed regarding the modification of the quantitative requirements for pension funds, aligning them with Solvency II Pillar 1. Indeed, considering that IORPs have risk profiles comparable to those of insurance companies and manage similar commitments, the idea was to subject them to the same rules. The quantitative requirements of IORP 2 were determined on a flat-rate basis.

The IORP 2 directive regulates FRPSs, which were introduced following the Sapin 2 law, order of 06/04/2017, decree of 18/07/2017. Insurers can transfer their supplementary pension contract to an FRPS after obtaining approval from the ACPR.

### **Supplementary Occupational Retirement Funds**

The FRPS is a legal vehicle dedicated to retirement, providing a more competitive regulatory environment than Solvency II, potentially leading to substantial capital savings in periods of sustained low/negative interest rates, and facilitating long-term asset allocation.

Encouraged by the public authorities, the FRPS is tending to become the benchmark vehicle for operating in the pensions market.

They allow more appropriate management of long-term contracts and are exempt from the prudential constraints of Solvency II pillar 1. More and more organisations are opting to set up FRPS.

FRPS benefit from prudential regulations similar to Solvency 1, which meet quantitative requirements that are deterministic and not very volatile. In addition, FRPS have their own ring-fencing, guaranteeing enhanced protection and profit-sharing for the benefit of members only. The regulatory environment of FRPS is better suited to the duration of pension contracts, and asset allocation can be defined in line with the long duration of pension liabilities.

**Methodology and results**

Comparison of coverage ratios under Solvency II and FRPS references:

In order to respect the confidentiality of the company's data, we set up a fictitious portfolio whose asset and liability data are not significantly modified. The projection start date is 31 December 2022.

The balance sheet of the entity studied is as follows :

BALANCE SHEET			
ASSETS		LIABILITIES	
Bonds	281 066 000	Equity	16 910 683
Actions	46 445 305	Actuarial Liabiliti	237 658 410
Real Estate	18 881 677	Other liabilities	105 000 000
Mutual fund	2 336 253		
Cash	10 839 858		
<b>Total</b>	<b>359 569 093</b>	<b>Total</b>	<b>359 569 093</b>

Table 7 - Balance Sheet

Under Solvency II, the balance sheet becomes :

Solvency II Balance Sheet			
ASSETS		LIABILITIES	
Bonds	219 883 195	Equity	22 472 039
Actions	73 765 339	RM	1 077 339
Real Estate	21 203 993	BE	304 433 692
Mutual fund	2 290 685		
Cash	10 839 858		
<b>Total</b>	<b>327 983 070</b>	<b>Total</b>	<b>327 983 070</b>

Table 8 - Solvency II Balance Sheet

Shareholders' equity under the accounting view represents €16.9m, compared with €22.5m under the Solvency II view. One of the key indicators for managing an L.441 scheme is the regulatory cover ratio. It is defined as the ratio between the (PTS+PMVL)/PMT. The amount of the PMT for the study portfolio is €238m. At 31/12/2022, the PTS was worth €361m. This gives a regulatory cover rate of 138%. This shows the robustness and good financial health of the scheme under review.

Next, we determined the Solvency II capital and its sensitivity to market conditions. This metric was compared to the EMS and the stress tests were drawn up in accordance with the FRPS regulations.

The Solvency II coverage ratio of our study entity is determined as the ratio between Shareholders' Equity and the SCR.

	En M€	31/12/2022
Eligible equity		22,50
SCR		13,70
<i>of which market SCR</i>		10,00
<i>of which longevity SCR</i>		4,20
<i>of which buy-back SCR</i>		2,70
<b>Coverage rate</b>		<b>164%</b>

Table 9 - Solvency II Coverage Ratio

Under the FRPS regulations, the cover ratio is determined by the ratio between own funds and the EMS.

The calculation of the EMS for L.441 contracts is defined in part 2 of this report. In this study, the EMS is equal to 4% of the Theoretical Mathematical Provisions (PMT), i.e. €9.5m. Unrealised capital gains are not considered as EMS cover.

	<i>En M€</i>	31/12/2022
<b>Equity capital</b>		16,9
<b>PMT</b>		237,7
<b>EMS</b>		9,5
<b>Coverage rate</b>		<b>178%</b>

Table 10 - EMS Coverage Ratio

The table below compares the results for the capital tied up under Solvency II and the FRPS :

	<b>Capital requirements</b>	<b>Solvency ratio</b>	<b>Solvency ratio - Rate reduction sensitivity</b>	<b>Solvency ratio - Rate hike sensitivity</b>	<b>Solvency ratio - Equity sensitivity</b>
<b>Solvency II vision</b>	13,7 M€	164%	101%	206%	138%
<b>FRPS vision</b>	9,5 M€	178%	152%	217%	178%

Table 11 - Solvency II Vision FP Requirement and FRPS

We can see that the solvency ratio under FRPS is better than under Solvency II. The transfer of our study entity to an FRPS improves the coverage rate by more than 14%.

It appears that the lower the rates, the higher the Solvency II and FRPS capital costs. In fact, a fall in rates leads to a fall in the solvency ratio under both standards. The fall in the solvency ratio under the FRPS is explained by the increase in the EMS, which is consistent with the rise in the PMT in the event of a fall in rates, due to the discounting effect.

Conversely, a rise in interest rates leads to a fall in the level of EMS and SCR, which improves the solvency ratio.

The study also shows that the EMS cost is lower than the SCR regardless of the sensitivity of market conditions.

We can conclude that the implementation of a FRPS is a regulatory opportunity for the study portfolio.

**FRPS stress tests**

We looked at the FRPS stress tests. These conclude that the FRPS of our study entity is sufficiently capitalised over the projection horizon, in all scenarios. The results of the stress tests are shown below:

Solvency Margin Requirement (EMS) :

As a result of the projection assumptions, technical provisions increase during the projection period due to the increase in benefits, which leads to an increase in the EMS. The EMS of the interest rate scenario is lower than that of the central scenario due to the increase in the EMS when interest rates fall.

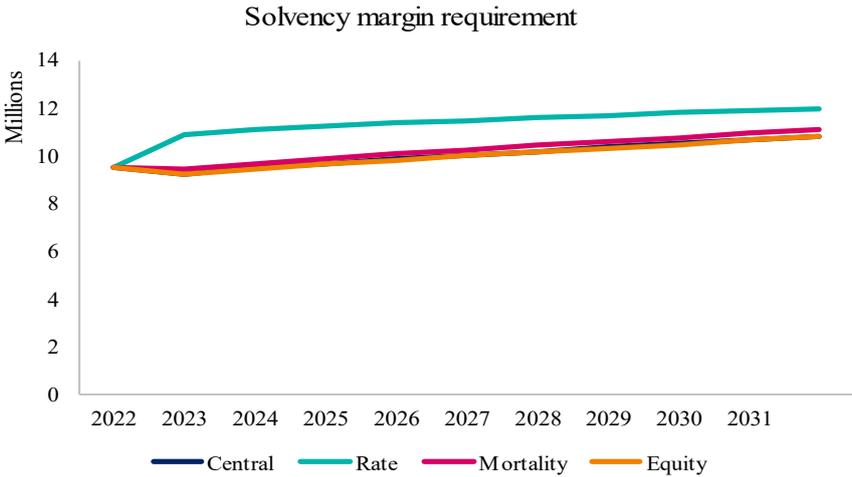


Figure 8 - Stress Test: EMS

Components of margin cover :

Equity grows over the course of the projections (as a result of the return on equity and the profit for the year). The results for the year are reinvested according to the portfolio allocation.

As a result, the level of unrealised capital gains in the portfolios decreases, while the level of hard equity increases as a result of the profit for the year and the financial return on equity.

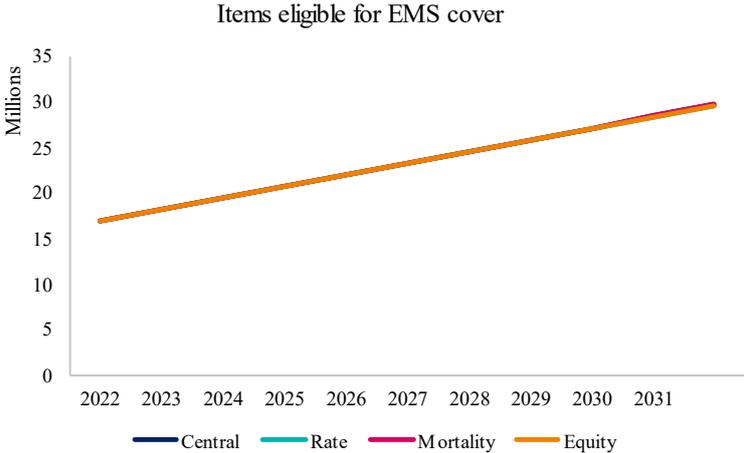


Figure 9 - Stress Test: EMS Coverage

Coverage rates :

The solvency margin coverage rates remain at a high level, which makes it possible to verify the sufficient capitalisation of the FRPS of the entity under review.

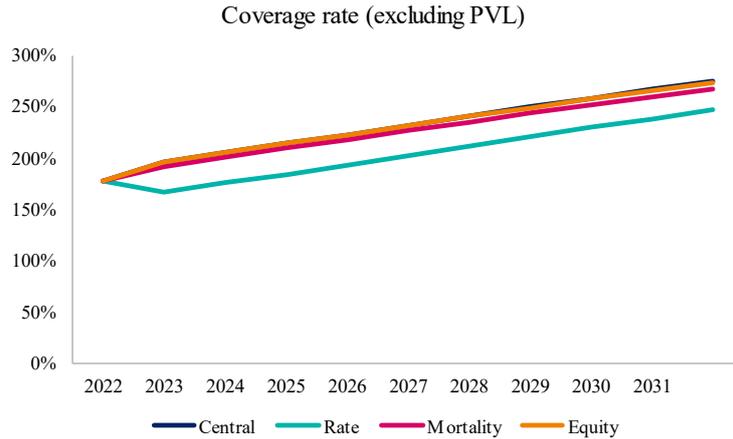


Figure 10 - Stress Test: Coverage Ratio

### The economic opportunities of the FRPS

The FRPS regulation is an opportunity for insurance companies to invest in diversification assets, which are more profitable over the long term for policyholders. What's more, FRPS have their own ring-fencing, guaranteeing enhanced protection and profit-sharing for the benefit of members only. The regulatory environment of FRPS is better suited to the duration of pension contracts, and asset allocation can be defined in line with the long duration of pension liabilities.

We measured the impact of a change in the asset allocation of depreciable and non-depreciable securities on the economics of the study portfolio.

To do this, we studied five different allocation scenarios :

	allocation 1	allowance 2	allowance 3	allowance 4	allocation 5
<b>Actions</b>	20%	25%	30%	40%	50%
<b>Real estate</b>	3%	3%	3%	3%	3%
<b>Public bonds</b>	25%	25%	35%	30%	25%
<b>Company obligations</b>	50%	45%	30%	25%	20%
<b>Monetary</b>	1%	1%	1%	1%	1%
<b>Other</b>	1%	1%	1%	1%	1%

Table 12 - Asset Allocation Scenarios

The different allocations are obtained by varying the equity component from 20% to 50%, with the bond component varying between 45% and 75%.

Rate of return on assets :

The rate of return on assets corresponds to the ratio between financial production and average outstandings.

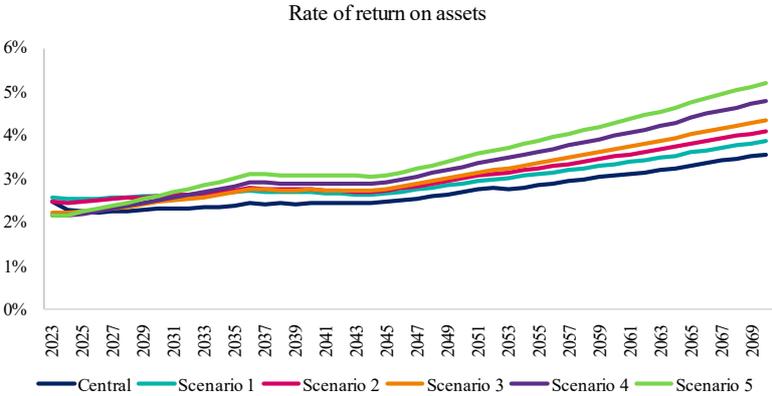


Figure 11 - Yield Rate Projections

For all scenarios, the rate of return increases over the projection years. We can also deduce from this that the higher the equity component in the asset allocation, the higher the return, which implies a better profit share for policyholders.

Plan coverage ratio :

The regulatory funding ratio, calculated each year by dividing the sum of the Special Technical Provision and unrealised capital gains by the Theoretical Mathematical Provision, remains robust and above 100% for all asset allocation scenarios.

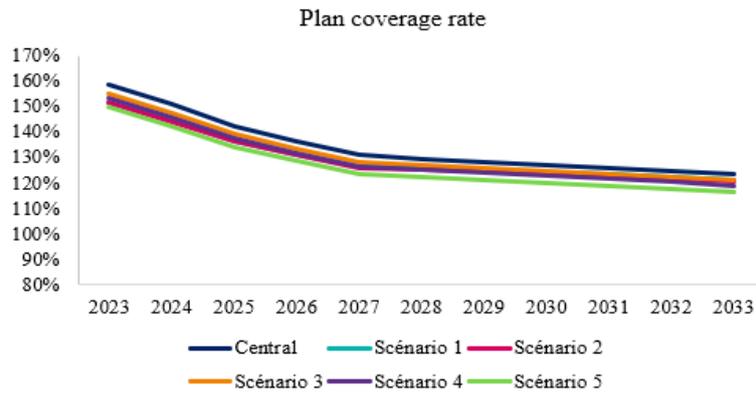


Figure 12 - Pension Scheme Coverage Rate Projections

Financial balance :

The financial balance corresponds to financial income adjusted for financial charges and charges on loans outstanding.

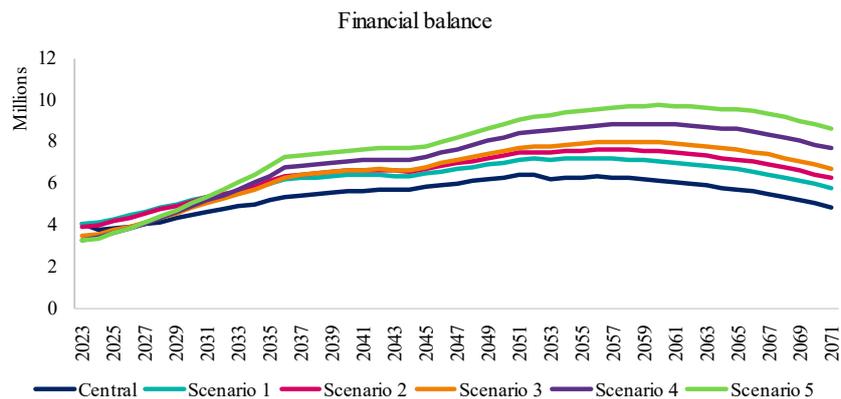


Figure 13 - Financial Balance Projections

Financial production increased in line with the rise in the equity component of asset allocation.

- Service Value Enhancement Rate (TRVS):

The TRVS indicates a uniform rate of annual revaluation in the market situation on a given date that the scheme can be used throughout the projection period.

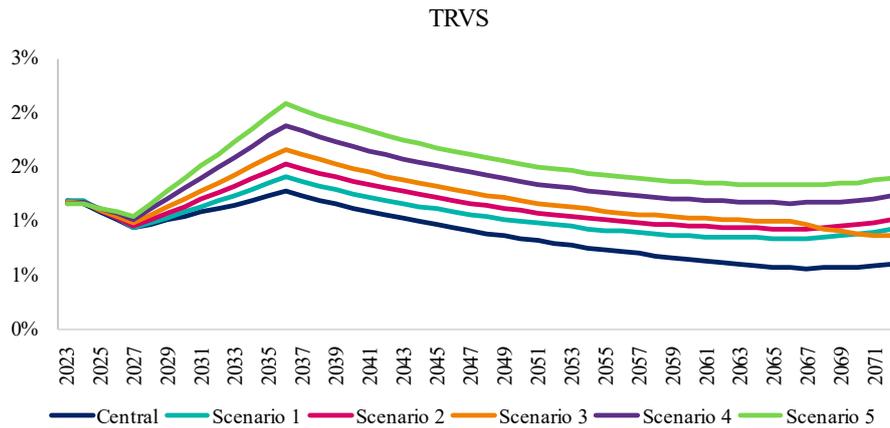


Figure 14 – TRVS

The increase in the service value revaluation rate is correlated with the growth in the portfolio share. This development translates into an improvement in the purchasing power of the insured.

Looking at all the results for sensitivities to asset allocation, we can deduce that an increase in the equity component increases the return on assets and produces a better financial balance. In addition, the plan's coverage rate remains robust and above 100%.

So, by setting up a FRPS, the insurance company can increase the proportion of non-depreciable assets and obtain a better return for policyholders and shareholders. Nevertheless, the risk associated with increasing the equity allocation needs to be managed. This risk could possibly be defined as part of a risk appetite strategy implemented by the insurer.

## Introduction

Le système de retraite en France est fondé pour l'essentiel sur le principe de la répartition, les cotisations des actifs servant à payer les pensions versées aux retraités. Il est composé du régime général, de régimes complémentaires et de différents régimes spéciaux créés à différents moments et fait l'objet de réformes successives depuis les années 1990. Ce système présente des faiblesses dues aux éléments structurels démographiques tels que le vieillissement de la population dû au ralentissement de la natalité et à l'amélioration de l'espérance de vie. L'équilibre du système de retraite par répartition est remis en question et beaucoup se tournent vers des compléments de retraite par le biais des plans d'épargne retraite supplémentaire. En 2019, les cotisations au titre des régimes de retraite supplémentaire représentent près de 4 % des cotisations retraite des régimes obligatoires et facultatifs et 2,1 % de prestations. En France, la retraite supplémentaire est portée par les organismes d'assurance (assureurs, mutuelles, institutions de prévoyance). Les premiers « fonds de pension » à la française ont été créés à partir de 2018, il s'agit des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS).

Les régimes de retraite supplémentaire font face, ces dernières années, à des difficultés d'équilibres financiers et de rentabilité. De plus, le contexte économique d'évolution des taux associé à l'augmentation de l'espérance de vie dégrade la rentabilité de ces produits. C'est dans ce contexte que la loi Sapin 2 a été promulguée en 2016. L'article 114 de cette dite loi autorise la création d'une nouvelle catégorie d'organismes ayant pour objet l'exercice de l'activité de retraite professionnelle supplémentaire. Le décret 2017-1171 du 18 juillet 2017 précise les conditions de création des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire. Cette nouvelle structure juridique permet aux assureurs de bénéficier d'une réglementation prudentielle proche de Solvabilité 1, moins contraignante que la norme Solvabilité II. Elle offre également aux assureurs l'opportunité d'investir dans des actifs de diversification plus rémunérateurs à long terme, ce qui permet d'offrir une meilleure protection aux assurés.

L'objectif du mémoire sera d'estimer les opportunités offertes par cette nouvelle réglementation pour un régime de retraite en points, dit L.441.

Les régimes de retraite en points, par ailleurs appelés L.441 (du nom de l'article du code des assurances les régissant) ou branche 26 (du nom de l'agrément administratif nécessaire pour effectuer ces opérations), visaient initialement à combler les lacunes des régimes obligatoires. Ces régimes ont un mode de gestion par points qui les rapproche des régimes complémentaires. Pour autant, il s'agit bien de régimes supplémentaires par capitalisation. Les cotisations sont converties en droits exprimés en nombre de points (ou « unités de rente »). Ceux-ci sont convertis en rente lors de la liquidation des droits.

Le premier chapitre du mémoire présentera le fonctionnement et le provisionnement des régimes L.441 en France ainsi que les évolutions réglementaires. Une description des caractéristiques du portefeuille d'étude sera effectuée, ainsi qu'une analyse du bilan financier du régime d'étude. Dans cette étape, nous aborderons la modélisation d'un régime de retraite en points, dans le but de projeter le compte de résultat sur une période de 50 ans. À l'issue des projections, nous décrirons et mesurerons le besoin en capital conformément à la formule standard de Solvabilité II.

La deuxième partie du mémoire a pour objectif de présenter le contexte général du dispositif des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS) ainsi que les spécificités de cette réglementation.

Dans le troisième chapitre nous effectuerons une analyse de l'impact d'un FRPS sur le coût en capital, ainsi que des tests de résistance visant à évaluer la robustesse du FRPS.

Enfin, nous allons évaluer les impacts de diverses stratégies d'allocation d'actifs sur les indicateurs de rendement, de Taux de revalorisation de la valeur de service (TRVS) et de taux de couverture du régime. Ces études nous permettront de répondre à la problématique suivante : « Quelles opportunités, du point de vue réglementaire et économique, offre une mise en place d'un FRPS sur un portefeuille en L.441 ? ».

# 1. Partie I : Les régimes de retraite supplémentaire par points

Le système de retraite en France comporte trois piliers qui peuvent s'additionner pour constituer le montant de la retraite. Les deux premiers piliers constituent la retraite obligatoire par répartition : la retraite de base obligatoire (1<sup>er</sup> pilier) et la retraite complémentaire (2<sup>e</sup> pilier).

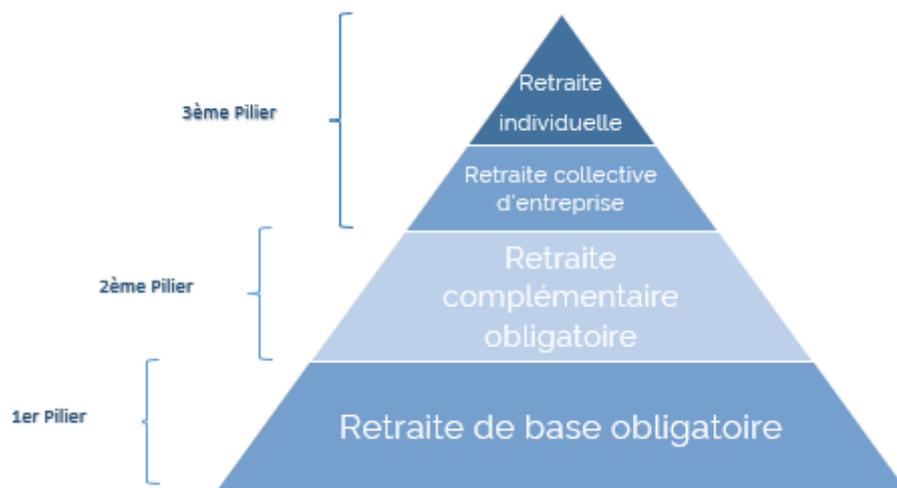


Figure 15 – Les piliers de la retraite en France

## Le 1<sup>er</sup> pilier - les régimes de retraite de base

Les régimes de base constituent le fondement du système de retraite en France et couvrent aussi bien les actifs du secteur privé que du secteur public, ainsi que les travailleurs non-salariés. Ces régimes fonctionnent selon le principe de la répartition, où les cotisations des actifs servent à financer les pensions des retraités. Parmi les acteurs des régimes de base, les plus connus sont :

- La CNAV (Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse) qui représente la retraite de base de la sécurité sociale ;

- La MSA (Mutualité Sociale Agricole) destinée à la retraite des professionnels de l'agriculture ;
- Le FSPOEIE (Fonds Spécial des Pensions des Ouvriers des Établissements Industriels de l'État) ;
- La CNRACL (Caisse Nationale de Retraites des Agents des Collectivités Locales).

### **Le 2<sup>e</sup> pilier - le régime de retraite complémentaire**

La retraite complémentaire constitue le deuxième niveau et complète les régimes de base. C'est un régime de répartition obligatoire. L'employeur prélève une cotisation sur le salaire brut de l'employé, à laquelle s'ajoute une cotisation patronale. Ces montants sont convertis en points de retraite. Au moment du départ en retraite, le montant de la pension correspond au nombre de points multiplié par la valeur du point en vigueur à cette date. L'Association des régimes de retraite complémentaire (Arrco) englobe les cotisations de l'ensemble des salariés du secteur privé. Les cadres cotisent à la fois pour l'Arrco et pour l'Agirc (Association générale des institutions de retraite complémentaire des cadres) qui est la caisse de retraite complémentaire des cadres. Le régime Agirc-Arrco est issu de la fusion de deux régimes depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2019.

### **Le 3<sup>e</sup> pilier - la retraite supplémentaire**

La retraite supplémentaire repose sur un système de capitalisation, où les prestations de l'année sont financées à partir des réserves constituées au fil des exercices précédents. Les engagements sont donc intégralement provisionnés, ce qui signifie qu'ils sont entièrement couverts à tout moment par des réserves financières. Les régimes supplémentaires sont facultatifs et conçus pour s'ajouter en complément des piliers précédents du système de retraite, permettant ainsi aux salariés de constituer un capital pour leur retraite. Notre intérêt se porte plus particulièrement sur les régimes L.441 ou Branche 26, qui sont des régimes collectifs en points.

## 1.1 Les régimes de retraite supplémentaire par points : L.441

### 1.1.1 Le fonctionnement général des régimes L.441

Les régimes L.441 sont des régimes de retraite supplémentaire en points, régis par des sociétés d'assurance, des mutuelles ou des institutions de prévoyance. Les règles de fonctionnement d'un régime L.441 sont définies dans une convention propre à chaque régime. Le fonctionnement de ces contrats est décrit par les articles L.441 du code des assurances, ainsi que dans le code de la mutualité et le code de la Sécurité Sociale. Le fonctionnement général de ces régimes de retraite se décompose en deux phases :

- La phase d'acquisition : durant cette phase, les cotisants versent des primes transformées en points via la valeur d'acquisition (VA), selon la formule suivante :

$$\text{Nombre de points acquis} = \frac{\text{Cotisation}}{VA}$$

- La phase de retraite : durant cette phase, les adhérents bénéficient d'une rente déterminée en fonction des points capitalisés lors de la phase d'acquisition. Les points seront alors convertis en rente en fonction d'une valeur de service (VS), selon la formule suivante :

$$\text{Rente} = \text{Nombre de points acquis} \times VS$$

Ces régimes peuvent proposer quelques garanties complémentaires :

- Une garantie de réversion en cas de décès de l'assuré avant liquidation de la rente est généralement accordée sous certaines conditions ;
- Au moment de la cessation de l'activité professionnelle, l'assuré peut opter pour une réversibilité de sa rente en contrepartie d'un abaissement de celle-ci. Une sortie en capital à hauteur de 20 % maximum est envisageable. Cette sortie en capital peut être considérée comme un rachat et nécessite le calcul d'une valeur de rachat (VR) ;
- Au moment de la conversion en rente, si le nombre de points acquis est inférieur au seuil réglementaire ou contractuel, l'affilié au régime percevra un capital ;

- Dans le cas du régime étudié dans ce mémoire, un affilié peut demander le transfert de ses droits vers un autre produit de retraite pendant la phase d'acquisition. Ce transfert nécessite le calcul d'une valeur de transfert (VT).

Le fonctionnement du régime est représenté dans le schéma ci-dessous :

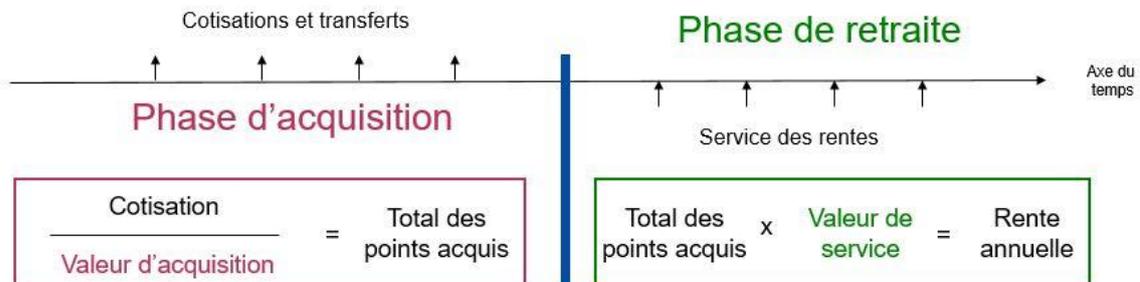


Figure 16 – Fonctionnement des régimes L.441

## 1.1.2 Les spécificités techniques du régime

### 1.1.2.1 Le cantonnement du régime

Le cantonnement des actifs est une spécificité de la Branche 26. Les phases de constitution et de restitution de la rente sont réunies et les actifs en représentation de ces régimes sont gérés au sein d'un actif cantonné.

Le cantonnement des contrats L.441 offre plusieurs avantages :

- Il garantit les avoirs des assurés, assurant ainsi la viabilité des contrats à long terme ;
- Il permet l'attribution des produits financiers entre les adhérents du régime ;
- Il favorise une meilleure adéquation entre les actifs et les passifs, plus adaptée aux produits de retraite. En effet, la durée du passif d'un canton est plus longue que celle de l'actif général de l'assureur, ce qui permet une plus grande exposition aux actions ;
- Enfin, le cantonnement oblige l'organisme d'assurance à gérer distinctement les opérations du patrimoine d'affectation et celles du patrimoine général. De plus, l'actif du régime est exclusivement dédié au règlement des prestations du régime, et il est garanti en cas de faillite de l'organisme d'assurance.

### 1.1.2.2 Les charges du compte de résultat

#### Les Rentes

La valeur de la rente R est calculée en fonction du nombre de points acquis et de la valeur de service comme suit :

$$Rente = Nombre\ de\ points\ acquis \times VS$$

La rente peut être majorée (respectivement minorée) en cas de prorogation (respectivement anticipation) de l'âge de départ en retraite par un coefficient de majoration ou d'abattement défini dans le contrat :

$$Rente = Nombre\ de\ points\ acquis \times Coef_{\hat{a}ge} \times VS$$

Où :

- VS est la valeur de service du point fixé chaque année par l'assureur et pouvant varier d'une année à l'autre ;
- Le nombre de points acquis est égal au rapport entre le montant des primes versées et la valeur d'acquisition du point (VA) fixée chaque année par l'organisme d'assurance et calculée en fonction de l'âge au versement de la cotisation, soit :

$$Nombre\ de\ points\ acquis = \sum_t Cotisation_t / VA_t$$

#### Les chargements

Les différents chargements sur flux techniques (primes, capitaux et arrérages) sont calculés comme le produit entre un taux de chargement et une assiette de prélèvement qui correspond :

- Aux cotisations versées par les contrats pour les chargements sur primes ;

- Aux nombres de points des cotisants multipliés par la VA, pour les chargements des capitaux ;
- Aux arrérages pour les chargements sur arrérages.

Les chargements sur encours sont calculés en fonction des assiettes représentées par la Provision Technique Spéciale (PTS), la Provision Technique Spéciale Complémentaire (PTSC) et la Provision Technique Spéciale de Retournement (PTSR).

Les chargements sur encours cibles sont calculés comme le produit entre les assiettes et les taux de chargement. Les chargements réellement prélevés sur la PTS, la PTSC et la PTSR sont plafonnés par la contrainte de participation minimum règlementaire uniquement pour les régimes qui incluent cette contrainte dans leur convention.

Les chargements financiers cibles sont calculés en multipliant le taux de chargement financier renseigné en hypothèse par la masse financière dégagée sur la période. Les chargements financiers sont positifs ou nuls. Le montant de chargements réellement prélevé est plafonné par la contrainte de participation aux bénéficiaires uniquement si le régime prévoit cette contrainte dans la convention.

### **Les provisions de clôture**

Les provisions de l'année N viennent en charge dans le compte de résultat.

#### **1.1.2.3 Les produits du compte de résultat**

### **Les cotisations**

Les cotisations sont définies à partir du salaire de l'assuré et des versements libres sont réalisables. Ces cotisations sont brutes de chargements.

C'est la convention qui détaille les paramètres permettant de déterminer le nombre d'unités de rente correspondant aux cotisations.

Selon l'article R.441-16 du Code des Assurances, la convention peut prévoir en cas de cessation de paiement des cotisations :

- La diminution du nombre d'unités de rente de l'adhérent ;
- La déchéance des droits acquis, au cas où le nombre d'annuités versées est inférieur à deux.

### **Les produits financiers**

Les produits financiers sont composés des coupons, des obligations, des dividendes, des plus ou moins-values latentes et des intérêts.

### **Les provisions d'ouverture**

Les provisions de l'année N-1 viennent en produit dans le compte de résultat. Une description détaillée des provisions sera effectuée dans la suite du mémoire.

## **1.2 Les différentes provisions des régimes L.441**

### **1.2.1 La Provision Technique Spéciale (PTS)**

La Provision Technique Spéciale (PTS) correspond à l'encours des actifs du régime qui font l'objet d'un cantonnement réglementaire. Elle est créditée des cotisations nettes de frais et de taxes et des produits financiers générés par les actifs en représentation de la provision technique spéciale nets des chargements de gestion. Elle est débitée des prestations servies et des chargements de gestion.

Le montant de PTS est initialisé avec les éléments comptables. À chaque année de projection, la PTS est calculée à partir du montant de l'année précédente et incrémentée avec :

- Une dotation technique : correspond au solde technique (i.e. à la somme des cotisations nettes des arrérages, transferts et chargements sur flux) ;

- Une dotation financière : calculée à partir du solde financier qui correspond à la masse financière dégagée sur la période nette des chargements sur encours des PTS, des PTSC, des chargements sur les produits financiers et du report de solde de PB négatif de l'année précédente uniquement pour les conventions prévoyant une contrainte de PB.

$$PTS_n = PTS_{n-1} + Cotisations Nettes_n - Prestations_n - Chargements_n^{gestion} + ProdF_{i_n}^{PTS} - Chargements_n^{financiers}$$

La dotation financière à la PTS est effectuée dans le respect du minimum de PB uniquement pour les conventions ayant choisi de conserver la règle de participation aux bénéfices minimale. Le solde financier affecté à la PTS pour ces conventions ne peut pas être négatif.

### 1.2.2 La Provision Mathématique Théorique (PMT)

La Provision Mathématique Théorique (PMT) est définie à l'article R 441-21 et son calcul s'effectue selon les bases techniques (tables et taux technique) définies à l'article A441-4 du code des assurances. Elle correspond à la valeur actuarielle des rentes en service et des rentes différées calculées sur la base de la valeur de service du point à la date d'inventaire, elle n'est pas comptabilisée. Cette mesure réglementaire des engagements est dénommée « provision mathématique théorique » dans la réglementation.

La PMT mesure les engagements du régime vis-à-vis des adhérents ayant acquis des droits, qu'ils soient actifs ou retraités. Elle correspond ainsi à une évaluation économique des prestations futures jusqu'à extinction du portefeuille. Les hypothèses sont analogues à celles adoptées dans la réglementation de solvabilité II pour le calcul de la meilleure estimation des provisions techniques.

### 1.2.3 La Provision Technique Spéciale Complémentaire (PTSC)

La Provision Technique Spéciale Complémentaire (PTSC) correspond à la différence entre la PMT, et la somme de la PTS, la PTSR et des PMVL des actifs en représentation de la PTS. Elle est alimentée par prélèvement sur les fonds propres. Cela revient également à vérifier que le

taux de couverture du régime prudentiel représenté par le ratio  $(PTS+PMVL+PTSR)/PMT$  est supérieur à 100 %. En effet, si ce ratio de couverture est supérieur à 100 %, le régime est couvert ; sinon, une PTSC est nécessaire. La totalité des PMVL et de la production financière des actifs en représentation de la PTSC revient à l'assureur.

La PTSC de début de projection est initialisée avec les éléments comptables. En cours de projection, le montant de PTSC est calculé en fin d'année et correspond à la différence, si positive, entre la PMT et la somme de la PTS, de la PTSR et des PMVL des actifs en représentation de la PTS de la période. Lorsque l'écart est négatif, le montant de PTSC est nul. En cas de baisse du montant de PTSC entre deux dates (reprise) un apport aux Fonds Propres est effectué.

$$PTSC_n = \max (PMT_n - PTS_n - PMVL_n^{PTS} - PTSR_n, 0)$$

## 1.3 Le pilotage du régime

### 1.3.1 Le taux de couverture du régime

L'indicateur de taux de couverture d'un produit L.441 permet de mesurer l'équilibre du régime. Il est calculé en fonction de la PTS des PMVL et de la PMT comme suit :

$$Taux\ de\ couverture = \frac{PTS + PMVL}{PMT}$$

Le taux de couverture est calculé de manière économique avec la prise en compte de la richesse latente via les plus ou moins-values latentes.

Lorsque le taux de couverture devient inférieur à 100 %, l'organisme d'assurance doit constituer une PTSC pour assurer le niveau de garantie complémentaire nécessaire à l'équilibre du régime.

Cet indicateur permet d'apprécier la « santé financière » du régime.

### 1.3.2 Le taux rendement du régime

Le rendement du régime est déterminé comme étant le rapport entre la valeur de service et la valeur d'acquisition :

$$\text{Rendement du régime} = \frac{VS}{VA}$$

Ce taux permet d'estimer le montant annuel de rente pour 1 € de cotisation.

La revalorisation des assurés est effectuée à travers l'évaluation de la valeur de service du point. Cette revalorisation est commune à tous les assurés, qu'ils soient en phase de constitution de la rente ou en phase de restitution. Les revalorisations dépendent du niveau de couverture du régime.

De manière générale, les rémunérations des contrats dépendent de la performance des actifs, de l'évolution démographique du régime, des taux d'actualisation et de l'inflation.

### **1.3.3 Le TRVS**

Le taux de revalorisation de la valeur de service correspond au taux de revalorisation annuel de la valeur de service à distribuer afin que la valeur actuelle des prestations égale la valeur boursière des actifs. Il s'agit de la revalorisation maximale annuelle que l'assureur peut servir tout en garantissant un ratio de couverture égale à 100 %.

Au cas où une grille de revalorisation n'est pas définie, le calcul du TRVS peut-être déterminé à partir de l'inflation :

$$TRVS(n) = \max(0 ; Inflation(n - 1))$$

## **1.4 Description des choix de modélisation**

Dans cette partie, nous allons effectuer une description des choix méthodologiques de calcul des exigences en fonds propres sous Solvabilité II. Dans la suite du mémoire, une étude comparative des ratios de solvabilité sous les référentiels Solvabilité II et FRPS sera menée.

Ici, nous aborderons les généralités sur le calcul du besoin en capital conformément à la formule standard de Solvabilité II.

## 1.4.1 Généralités sur les ESG

L'ESG (Economic Scenario Generator) est composé d'un ensemble de modèles économiques permettant de générer des scénarios probables des marchés financiers. Cet outil sert à projeter sur un horizon de temps l'évolution d'indicateurs économiques tels que le taux d'inflation, la courbe des taux, les trajectoires des indices actions, l'immobilier...

L'ESG peut générer plusieurs scénarios économiques à travers des modèles de diffusion dans un univers de probabilité. Pour la norme Solvabilité II, l'assureur utilise la mesure de probabilité risque neutre, satisfaisant la condition de Market Consistent.

La notion de Market Consistency intervient dans les problématiques d'évaluation de portefeuilles et d'entreprises d'assurance. Elle apparaît comme référence de base des normes Solvabilité II, MCEV et normes IFRS. La directive Solvabilité II précise dans l'article 76 que les informations fournies pour le calcul des provisions techniques doivent être cohérentes avec les marchés financiers. Le critère de Market Consistency permet ainsi de vérifier que la valeur de l'actif est en cohérence avec la valeur de marché. Cela repose sur la condition d'absence d'opportunité d'arbitrage, autrement dit, s'il est possible d'acheter et de vendre à découvert, il n'y a absence d'opportunité d'arbitrage si pour tout actif, il n'est pas possible de répliquer les payoffs par une combinaison d'actif, dont la valeur boursière ne serait pas égale au prix de l'actif initial.

La probabilité risque neutre est la mesure sous laquelle les prix évoluent au taux sans risque. La notion de mesure neutre au risque joue un rôle central dans l'évaluation des actifs financiers. La probabilité risque neutre est devenue un outil incontournable pour valoriser un passif d'assurance dans les calculs de Solvabilité et d'IFRS. Elle permet de remplir les conditions de Market Consistent et de considérer la moyenne des flux futurs actualisés au taux sans risque. Les scénarios obtenus par projection des flux sont ainsi cohérents avec les prix de marché des actifs. En conséquence, sous la probabilité Risque Neutre, tous les processus de prix évoluent en moyenne au taux sans risque.

La construction d'un ESG passe par quatre étapes :

- La première étape consiste à l'identification des indicateurs financiers à modéliser (inflation, taux d'intérêt, rendement des actions, immobilier...);
- Par la suite, le choix du modèle pour la dynamique de chacune des variables ;
- La troisième étape consiste à sélectionner une structure de dépendance entre les sources de risque pour obtenir des projections cohérentes ;
- Enfin, l'estimation et la calibration des paramètres des modèles retenus doivent être effectuées.

Il est nécessaire pour l'assureur de générer plusieurs scénarios économiques afin d'évaluer les actifs et les passifs dans des situations où les marchés évoluent de manière favorable ou défavorable.

## 1.4.2 Généralités sur le SCR

Après avoir effectué une description des ESG, nous nous intéressons dans ce paragraphe au calcul du besoin en capital Solvabilité II.

La solvabilité est la capacité de l'entreprise à répondre à ses engagements vis-à-vis des assurés, en cas de liquidation, c'est-à-dire d'arrêt de l'exploitation et de mise en vente des actifs. La solvabilité est identifiée au niveau des fonds propres d'une entreprise, si ces fonds propres sont supérieurs à la marge de solvabilité alors l'entreprise est en bonne santé ; à l'inverse, l'entreprise est en défaut et devra renoncer à tout ou partie de ses activités.

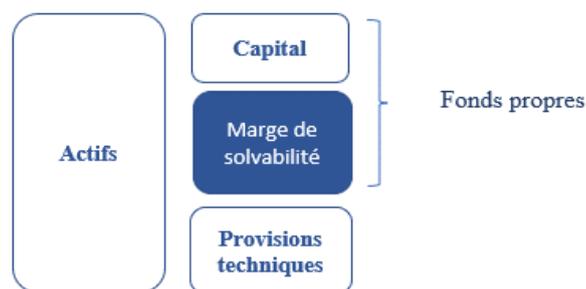


Figure 17 – Bilan SII

La réglementation Solvabilité II introduit un niveau réglementaire fixé pour les fonds propres : le *Solvency Capital Requirement* ou SCR qui représente le capital nécessaire pour absorber un choc majeur sur le portefeuille de risques de l'assureur.

Le calcul du SCR doit être calibré comme une Value at Risk, sur horizon d'un an, avec une probabilité de 99,5 %. Les calculs de SCR du mémoire sont effectués en formule standard. Le SCR est défini comme une agrégation de plusieurs sous-modules de SCR par risque :

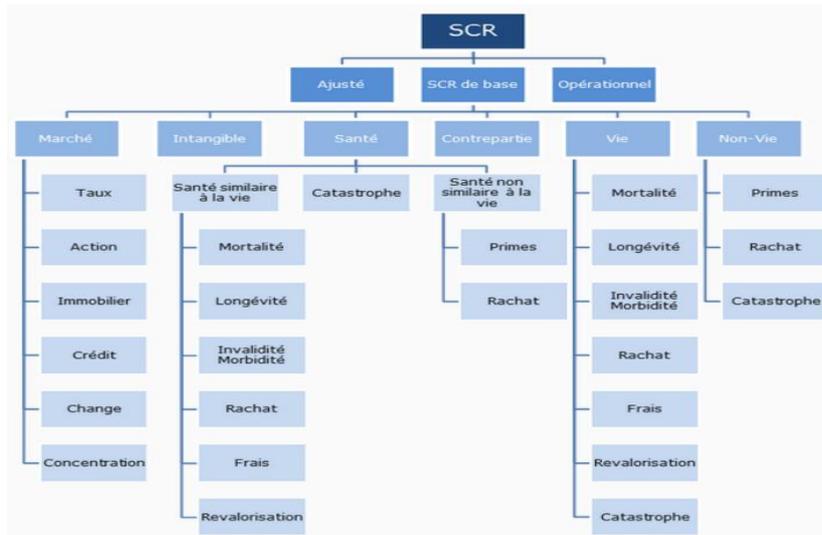


Figure 18 – Pieuvre SCR

Le calcul du SCR de marché est conforme au corpus méthodologique Solvabilité II et se base sur l'article 164 des mesures d'exécution de Solvabilité II (actes délégués) publiées le 17 janvier 2015 au journal officiel de l'Union européenne. Le module « risque de marché » est constitué des sous-modules suivants :

- Le sous-module «risque de taux d'intérêt» ;
- Le sous-module «risque sur actions» ;
- Le sous-module «risque sur actifs immobiliers» ;
- Le sous-module «risque de crédit» ;
- Le sous-module «risque de change» ;
- Le sous-module «concentrations du risque de marché».

L'exigence de capital brute (SCR brut) s'obtient par la formule suivante :

$$SCR_{Brut} = \sum_k [(VM_{Central}^k - VM_{Choc}^k) - (BEG_{Central}^k - BEG_{Choc}^k)] \text{ avec :}$$

- $VM_{Central}^k$  : la valeur de marché centrale de l'actif ;
- $VM_{Choc}^k$  : la valeur de marché de l'actif suite au choc de la formule standard ;
- $BEG_{Central}^k$  : le Best Estimate garanti central ;
- $BEG_{Choc}^k$  : le Best Estimate garanti suite au choc de la formule standard.

En termes de SCR de souscription, les régimes en L.441 sont principalement exposés au risque de longévité et de frais.

Le risque de longévité reflète l'incertitude dans les paramètres de mortalité résultant d'une mauvaise estimation et/ou de changement dans le niveau, la tendance et la volatilité des taux de mortalité et rend compte du risque que les souscripteurs vivent plus longtemps qu'anticipé. L'exigence de capital pour « risque de longévité » en vie 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.

L'impact du choc de longévité vie sur les passifs entrants dans le périmètre d'application de ce choc est évalué en appliquant une baisse permanente soudaine de 20 % en fonction des produits concernés comme suit :

$$q_x^{choc Longévité} = \max(\min(q_x^{central/Best Estimate} \times (1 + choc de longévité); 100\%); 0)$$

Avec  $q_x$  : le taux de mortalité par âge x et le choc de longévité = -20%

L'exigence de capital brute (SCR brut) est calculée sans prendre en compte de capacité d'absorption par les provisions techniques comme suit :

$$SCR_{Brut} = \sum_k \max(BEG_{Choc}^k - BEG_{Central}^k; 0)$$

Le calcul du SCR frais vie est conforme au corpus méthodologique Solvabilité II et se base sur l'article 140 des mesures d'exécution de Solvabilité II (actes délégués) publiées le 17/01/2015 au journal officiel de l'Union Européenne.

Le risque de frais provient de l'augmentation des dépenses de la gestion des contrats d'assurance ou de réassurance.

L'exigence de capital pour « risque de frais » en vie est égale à la perte de fonds propres de base des entreprises d'assurance et de réassurance résultant de la conjugaion des modifications soudaines permanentes suivantes :

- Une augmentation de 10 % du montant des dépenses prises en considération dans le calcul des provisions techniques ;
- Une augmentation de 1% supplémentaire d'inflation sur les montants des dépenses indexés sur l'inflation.

L'impact du choc de dépenses vie sur les passifs entrant dans le périmètre d'application de ce choc est évalué en appliquant les chocs réglementaires aux frais suivants :

- Frais d'administration ;
- Frais d'acquisition ;
- Frais de gestion ;
- Frais de structure.

Les formules suivantes sont utilisées :

- Hausse de 10% du montant de frais sur toute la durée de projection

$$\boxed{frais^{choc\ Dépenses} = frais^{Central/ Best Estimate} \times (1 + ChocDépenses)}$$

- Le choc inflation annuel de 1% est appliqué aux taux d'inflation sur toute la durée de projection de la manière suivante :

$$\boxed{Taux\ Inflation^{choc\ Dépenses} = Taux\ Inflation^{Central/ Best Estimate} + ChocDépensesInflation}$$

## **2. Partie II : Les Fonds de Retraite Professionnelle**

### **Supplémentaires**

#### **2.1 Contexte général**

En 2003, le Parlement européen avait établi la directive Institutions For Occupational Retirement Provision (IORP) pour réglementer les activités des Institutions de Retraite Professionnelle (IRP), veiller à leur supervision, et ainsi proposer un cadre minimal à respecter.

Les IRP sont des organismes chargés de gérer des régimes de retraite supplémentaire pour les salariés, en complément du régime de base de la sécurité sociale. Elles peuvent être créées par les entreprises pour leurs salariés ou par des branches professionnelles pour l'ensemble des salariés d'un secteur d'activité.

Ces institutions sont soumises à une réglementation spécifique visant à garantir la sécurité financière des régimes de retraite qu'elles encadrent. Elles visent à l'uniformisation et la simplification du système de retraite au sein des États membres de l'Union européenne et à poser les fondements de la création d'un marché intérieur pour les régimes de retraite professionnelle au sein de l'UE.

La directive IORP vise à fournir un cadre réglementaire pour les institutions de retraite professionnelle en Europe, avec trois principaux piliers :

- La sécurité pour protéger les affiliés et les bénéficiaires des fonds de retraite ;
- Des règles d'investissement adaptées aux caractéristiques des régimes de retraite ;
- La gestion transfrontalière des régimes visant à renforcer le marché commun en permettant la création de systèmes de retraite européens transnationaux qui offrent des droits similaires aux travailleurs européens.

Ce cadre réglementaire est moins contraignant que Solvabilité II. En effet, les IRP demeurent soumises à la Directive IORP, avec des exigences de solvabilité correspondant à celles de Solvabilité I.

Cette disparité présente dans les normes prudentielles était préjudiciable aux compagnies d'assurance, en particulier dans un environnement de taux bas, ce qui contraignait ces organismes à immobiliser davantage de capitaux pour garantir leur solvabilité.

De ce fait, la révision de la directive IORP en IORP 2 du 14 décembre 2016 a aspiré à résoudre la divergence entre les assureurs français et les IRP.

La directive IORP 2 ne préconise pas d'aligner le régime prudentiel des institutions de retraite supplémentaire sur Solvabilité II, mais recommande plutôt de renforcer la gouvernance, la supervision réglementaire et l'information financière.

La directive IORP 2 vise également à permettre une politique d'investissement appropriée pour les engagements de retraite professionnelle. Cela signifie que les IRP peuvent prendre en compte les caractéristiques spécifiques de leurs engagements de retraite, tels que le caractère à long terme, le besoin de sécurité et de diversification des investissements, lorsqu'ils prennent des décisions d'investissement.

En conséquence, les États membres de l'UE peuvent autoriser les IRP à déroger à certaines règles d'investissement imposées par Solvabilité II, dans la mesure où cela est justifié par des considérations prudentielles.

Cela permet aux IRP de poursuivre une politique d'investissement adaptée à leurs besoins spécifiques, sans compromettre leur capacité à remplir leurs engagements de retraite à long terme.

En vertu de l'article 4 de la directive IORP 2, la directive européenne permet aux États membres de créer des régimes de retraite professionnelle dans les compagnies d'assurance.

L'article 6 de la directive IORP 2 précise qu'une IRP est un établissement, quelle que soit sa forme juridique, qui fonctionne :

- Selon le principe du financement par capitalisation ;
- En dehors de toute entreprise d'affiliation ;

- Dans le but de fournir des prestations de retraite liées à une activité professionnelle ;
- Sur la base d'un accord ou d'un contrat ;
- En exerçant des activités qui découlent directement de cette vocation.

Selon l'article 17, elle établit également des exigences minimales de capitaux propres que les organismes de retraite doivent respecter, qui sont calculées en fonction des provisions de capitaux à risque.

Comme stipulé dans l'article 17, pour les opérations de capitalisation, une marge de solvabilité équivalant à 4 % des provisions mathématiques est requise.

Les règles d'investissement pour les IRP sont également définies, exigeant que les investissements soient effectués selon le principe de la prudence et correspondent aux intérêts à long terme de tous les affiliés.

La directive IORP 2 se concentre principalement sur le renforcement de la gouvernance, de la supervision et de la communication de l'information financière des institutions de retraite professionnelle, plutôt que sur des mesures quantitatives telles que Solvabilité II.

En vertu de la directive IORP 2, il est impossible de se soustraire à Solvabilité II de manière indéfinie pour les engagements de retraite des assureurs. Cependant, cela donne aux organismes concernés, le temps de se préparer et de s'adapter à Solvabilité II en organisant une éventuelle augmentation des fonds propres.

Ainsi, ce cadre prudentiel souple des fonds de pension a conduit certains pays membres à les adopter pour gérer leurs retraites supplémentaires, comme les Pays-Bas et le Royaume-Uni.

Toutefois, la manière dont a été transposée la directive IORP en France rend délicate la mise en œuvre de cette solution. En effet, le dispositif IORP n'est pas très utilisé en France, car il est destiné aux IRP, qui sont peu nombreuses, et le régime général de retraite est géré par répartition.

En d'autres termes, la plupart des employés en France dépendent du système de retraite national, plutôt que d'un régime de retraite spécifique à leur entreprise ou organisation. Par conséquent, il y a peu de cas où le régime IORP serait applicable en France.

Ensuite, il existe une option, prévue par l'article 4, laissée au choix de chaque pays, d'appliquer ou non la directive à des organismes d'assurance vie. La France a fait ce choix, et la directive concerne les organismes d'assurance détenant un agrément RPS (Retraite Professionnelle Supplémentaire).

Enfin, en raison des exigences strictes à respecter pour obtenir l'agrément RPS, le nombre d'organismes détenteurs en France est limité et peu d'entre eux l'utilisent réellement. Ces organismes doivent, non seulement se conformer aux exigences de la directive IORP, mais aussi, remplir des conditions spécifiques en France, notamment cantonner les opérations RPS au sein de l'entreprise d'assurance, créer un comité de surveillance paritaire si le nombre d'adhérents dépasse 5 000 (sauf pour les contrats Art. 39, PERE et Madelin), plafonner le taux technique à 60 % du TME et faire certifier la table de mortalité par un actuaire agréé.

Le marché de la retraite professionnelle en France est considéré comme peu dynamique en raison de mesures considérées comme insuffisantes. Les assureurs français rencontrent des difficultés à proposer des produits de retraite qui nécessitent des fonds propres importants, ce qui nuit à leur rentabilité.

Le régime de droit RPS présente pourtant des avantages pour les entreprises qui y adhèrent. Ces avantages comprennent l'utilisation d'une table de mortalité plus favorable pour la tarification des rentes, ce qui permet des tarifs plus bas et une meilleure compétitivité.

Malgré ces nombreux avantages, peu d'organismes y adhèrent en raison des exigences spécifiques imposées par la France et des contraintes à respecter pour obtenir l'agrément. En effet, les entreprises qui désirent bénéficier des avantages du régime RPS doivent obtenir l'approbation de l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR). Le régime RPS s'applique à tous les produits de retraite professionnelle dont les prestations sont liées à la fin

de l'activité professionnelle, y compris les contrats de type « article 39 », « article 83 » ou « Madelin ».

Les RPS introduits en France en 2006 furent un échec et ceci malgré les règles techniques plus souples.

Avec l'entrée en vigueur de Solvabilité II, les acteurs français, ayant jusqu'alors opté pour une gestion par les sociétés d'assurance, prennent tout de même acte de leur désavantage vis-à-vis de leurs homologues étrangers bénéficiant d'un cadre prudentiel plus avantageux.

À partir de ce constat, les fonds de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS) promus dès 2015 par Emmanuel Macron, sont créés par la directive européenne IORP2 qui a été transposée en droit national par la loi « Sapin II » de 2016.

La loi Pacte élargit le périmètre des fonds de retraite professionnelle supplémentaire à la gestion des retraites individuelles et rend le cantonnement des actifs de retraite obligatoire, avec l'ambition de promouvoir les FRPS. Désormais, les acteurs ont la possibilité de déplacer leurs actifs retraite au sein d'un FRPS afin d'y développer une activité future. Le FRPS a vocation à constituer sur le marché de l'assurance-vie, le véhicule de retraite par excellence.

Le FRPS est un véhicule juridique dédié à la retraite procurant un environnement réglementaire plus compétitif que Solvabilité II, pouvant conduire à des économies substantielles de capital en période de taux durablement bas/négatif, et facilitant une allocation d'actif de long terme. Poussé par les pouvoirs publics, le FRPS tend à devenir le véhicule de référence pour opérer sur le marché de la retraite.

L'objectif du FRPS est de prendre la place du RPS. Ainsi, à partir de 2018, l'ACPR n'avait plus délivré d'agrément au titre du RPS et les agréments existants n'étaient plus valables à partir de 2023. De plus, les entités juridiques qui ne proposent qu'une activité de RPS peuvent demander un agrément administratif pour bénéficier du cadre FRPS.

En plus de la transformation des RPS en FRPS, la réglementation a également prévu la possibilité de transférer les produits de retraite actuellement gérés selon le régime commun de

l'assurance vers la nouvelle structure FRPS. Toutefois, il est important de noter que ces transferts sont soumis à des règles rigoureuses et à une période limitée. En effet, ces transferts de portefeuilles existants étaient autorisés jusqu'au 31 décembre 2022, puis les transferts ne seront possibles que dans le cadre de réorganisations juridiques des entités. En d'autres termes, bien que les transferts de portefeuilles vers un FRPS soient encore possibles, ils sont soumis à des conditions spécifiques et à une période limitée, sinon ils ne peuvent être effectués que dans des situations particulières.

Ainsi, après une mise en place initiale plutôt lente, les FRPS semblent enfin séduire les assureurs. En effet, de plus en plus de structures dédiées aux engagements de long terme sont créées. Bien que certains grands acteurs du secteur tels qu'Abeille Assurances (anciennement Aviva France) ou Malakoff Humanis aient créé leur FRPS depuis 2018, d'autres compagnies telles qu'Allianz France, Axa, Apicil et récemment Agrica ont préféré attendre jusqu'en 2020 ou 2021 pour en créer un. Vers la fin 2021, il y avait environ une douzaine de structures FRPS sur le marché. Cette tendance s'est poursuivie, car des acteurs importants tels que BNP Cardif, AG2R La Mondiale, CNP Assurances et Swiss Life ont obtenu leur agrément en 2022.

## **2.2 Les spécificités de la réglementation FRPS**

Les FRPS sont des personnes morales de droit privé qui relèvent de la directive IORP. Leur principale activité est la couverture d'engagement de retraite professionnelle supplémentaire, notamment la couverture des garanties telles que l'incapacité, l'invalidité et la couverture en cas de décès.

Les contrats éligibles au FRPS sont les « article 83 », « article 82 » « article 39 », les contrats « Madelin », les IFC sans garanties accessoires, les préretraites, les PER, les PERP et les L.441.

Les produits non éligibles sont les contrats IL, IFC avec garanties accessoires, les contrats de capitalisation Branche 24, les contrats de couverture de médaille du travail et les contrats de retraite à prestations qui couvrent le régime de retraite des IEG.

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).

Le transfert de portefeuille, qui doit être validé par l'ACPR, est possible d'un organisme d'assurance à un FRPS, entre FRPS et d'un FRPS à un organisme d'assurance dans le cas de réorganisations juridiques ainsi qu'en cas de prise de mesures par l'ACPR (plan de rétablissement...). La réassurance d'un FRPS de la part d'un organisme d'assurance soumis à Solvabilité II est possible ainsi qu'entre FRPS. Cependant, il est impossible qu'un FRPS réassure un organisme soumis à Solvabilité II.

Comme pour la norme Solvabilité II, la réglementation FRPS est fondée sur trois piliers :

- Pilier 1 : les règles prudentielles reprennent les dispositions de Solvabilité 1 :
  - Valorisation prudentielle identique à la valorisation comptable ;
  - Application des règles prudentielles Solvabilité 1 (exigence de marge) ;
  - Admissibilité des PVL ;
  - À cela s'ajoute des tests de résistance sur le ratio de couverture.
- Pilier 2 : application de Solvabilité II adapté aux FRPS :
  - Système de gouvernance + ORSA ;
  - Règles d'investissement ;
  - Principe de la personne prudente ;
  - Des limites de dispersion simplifiées par rapport à Solvabilité 1 (par émetteur solo (5 %) et groupe (10 %), pour le non-côté (30 %), par immeuble (5 %), etc.) mais avec transparence au-delà de 1 %.
- Pilier 3 : Reporting SFCR, RSR, états annuels/trimestriels.

## 2.3 Les exigences quantitatives

### 2.3.1 L'Exigence de Marge de Solvabilité (EMS)

L'exigence minimum de marge de solvabilité des contrats de retraite en L.441 est déterminée selon l'article R385-2 du code des assurances comme suit :

$$EMS = 4\% \times \text{Min}(PMT \times \max\left(\frac{PMT_{nette}}{PMT_{brute}}; 85\%\right); [PTS_{brute} \times \max\left(\frac{PTS_{nette}}{PTS_{brute}}; 85\%\right) \pm VL^{actif} + PTSC + PTSR])$$

Pour les autres garanties de retraite, l'EMS est calculé en deux étapes. Dans un premier temps, une part issue des engagements est déterminée comme suit :

$$EMS = 4\% \times PM_{brute \text{ de réassurance}} \times \max\left(\frac{PM_{nette \text{ de réassurance}}}{PM_{brute \text{ de réassurance}}}; 85\%\right)$$

À cela s'ajoute l'exigence minimale au titre des capitaux sous risque (CRS) déterminée par la formule suivante :

$$EMS = \alpha \times CSR_{bruts \text{ de réassurance}} \times \max\left(\frac{CRS_{nets \text{ de réassurance}}}{CRS_{bruts \text{ de réassurance}}}; 50\%\right)$$

Avec  $\alpha$  qui dépend de la durée de couverture des capitaux décès : 0,1% pour une durée inférieure à 3 ans, 0,15% pour une durée comprise entre 3 et 5 ans, et 0,3% au-delà.

Pour les garanties en Unité de Compte (UC) le montant d'EMS est décomposé en deux montants suivants :

$$\alpha \times PM_{brute \text{ de réassurance}} \times \max\left(\frac{PM_{nette \text{ de réassurance}}}{PM_{brute \text{ de réassurance}}}; 85\%\right)$$

Avec  $\alpha = 4\%$  si l'assureur couvre le risque de placement, sinon  $\alpha = 1\%$  si avec des frais fixés sur une période supérieure à 5 ans. Sinon la formule de calcul devient : 25% x dépenses de gestion nettes.

À cela s'ajoute les capitaux sous risques :

$$0,3\% \times CSR_{bruts\ de\ réassurance} \times \max\left(\frac{CRS_{nets\ de\ réassurance}}{CRS_{bruts\ de\ réassurance}}; 50\%\right)$$

### 2.3.2 Les tests de résistance

La réglementation FRPS impose aux organismes d'assurance de tester la robustesse de leur solvabilité en réalisant des tests de résistance par rapport à un scénario central.

L'article Art L. 385-3 – précise que 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.

Le scénario central consiste à effectuer une projection de l'activité sur une durée de 10 ans en tenant compte des hypothèses suivantes :

- Le niveau des primes projetées correspond à la moyenne des trois dernières années. Sous réserve d'une justification, les versements programmés ainsi que les versements libres peuvent être projetés ;
- Les frais de gestion projetés doivent être cohérents avec les hypothèses de calcul de la Provision Globale de Gestion (PGG) ;
- L'allocation d'actif doit être constante durant la durée de projection ;
- Les titres obligataires restent détenus jusqu'à leurs maturités et doivent être réinvestis en obligation de maturité inférieure à 15 ans et en cohérence avec la duration du passif ;
- Les titres non amortissables génèrent un rendement égal à la moyenne du TME de l'année antérieure complété d'une prime de 250 bps ;
- Les hypothèses de calcul des provisions mathématiques doivent être utilisées pour la projection de la mortalité ;
- À chaque date de clôture, le taux d'imposition est appliqué aux résultats des FRPS et les crédits d'impôts sont pris en compte lorsque des bénéfices sont constatés sur la durée de projection ;

- Les hypothèses de calcul de la participation aux bénéficiaires sont les mêmes que celles de l'année N-1 ;
- Pour les L.441, la courbe des taux inclut la Volatility Adjustment (VA) pour l'évaluation des provisions.

Les tests de résistance consistent à réaliser des chocs unitaires à partir du scénario central comme suit :

- Un scénario de baisse des taux d'intérêt : le niveau des taux et les taux utilisés pour l'évaluation des provisions sont réduits durant toute la projection par la formule suivante :

$$Tx_{choc} = \max(0; \min(Tx_{central} - 0,75\%; Tx_{central} \times (1 - 40\%); 3,5\%))$$

- Un scénario de diminution des rendements : une baisse de 30 % des rendements des actifs non amortissables ;
- Et un scénario de longévité : augmentation du taux de longévité de 10 % pour tous les âges et toute la durée de la projection.

Si le résultat d'un test de résistance est tel que :

$$\text{Marge de Solvabilité} - \max([EMS; \text{Fonds de garanties}] < 0$$

Alors l'ACPR exige un plan de convergence soumis à son approbation dans un délai de trois mois pour assurer un niveau de marge de solvabilité suffisant à l'horizon considéré pour tous les scénarios. Dans ce plan de convergence, l'ACPR peut exiger une marge de solvabilité renforcée supérieure à l'exigence minimale de marge de solvabilité.

### **2.3.3 Le fonds de garantie**

Le fonds de garantie vient en complément de l'exigence minimale de marge de solvabilité. Un FRPS doit constituer un montant de fonds de garantie qui peut s'identifier comme le Minimum de Capital Requis (MCR) de la réglementation Solvabilité II. Il est déterminé comme suit :

$$Fonds\ de\ garantie = \max\left(\frac{EMS}{3}; Montant\ minimal_{Article\ R334-7}\right)$$

Lorsque les fonds propres ne peuvent pas couvrir le fonds de garantie, l'ACRP peut retirer l'agrément FRPS à l'organisme d'assurance.

### 2.3.4 La marge de solvabilité

La marge de solvabilité correspond aux fonds propres disponibles au-delà des provisions techniques pour couvrir les risques affectant le passif ou l'actif de l'organisme d'assurance.

La norme applicable aux FRPS se rapporte à la constitution des comptes sociaux des normes comptables françaises, respectant :

- L'évaluation des provisions techniques définit par l'article A. 385-2 ;
- Les actifs valorisés au coût historique.

Le bilan est composé en vision comptable et les fonds propres éligibles pour constituer la marge de solvabilité sont définis comme suit :

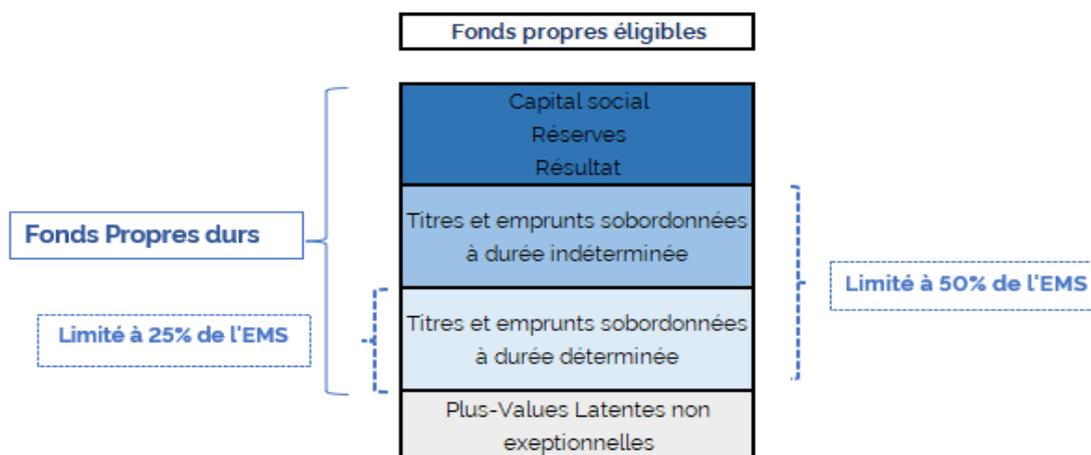


Figure 19 – Fonds propres éligibles

Les Plus-Values Latentes (PVL) à caractère non exceptionnelles sont admissibles. Toutefois, une demande d'éligibilité de ces PVL doit être faite auprès de l'ACPR.

### **3. Partie III : Exigence en fonds propres sous Solvabilité II et dans un FRPS**

Dans cette section, nous allons d'abord calculer le ratio Solvabilité II au 31/12/2022, ainsi que sa sensibilité aux conditions de marché. Ensuite, nous comparerons cette métrique au ratio de solvabilité en vision FRPS, et nous établirons les tests de résistance conformément à la réglementation.

#### **3.1 Présentation du portefeuille d'étude**

Après avoir exposé les principaux concepts réglementaires et le fonctionnement des régimes de retraite supplémentaires en points, nous allons à présent nous concentrer sur un cas concret de portefeuille de retraite L.441. Nous commencerons par effectuer une analyse détaillée de notre portefeuille d'étude.

##### **3.1.1 Description du portefeuille d'étude**

Pour respecter la confidentialité des données de l'entreprise, nous avons constitué un portefeuille fictif dont les données d'actifs et de passifs ne sont pas grandement modifiées. La date d'évaluation est le 31 décembre 2022.

###### **3.1.1.1 Description du portefeuille d'actifs**

La valeur bilan du portefeuille d'actifs étudié représente 359 M€ et présente la répartition suivante :

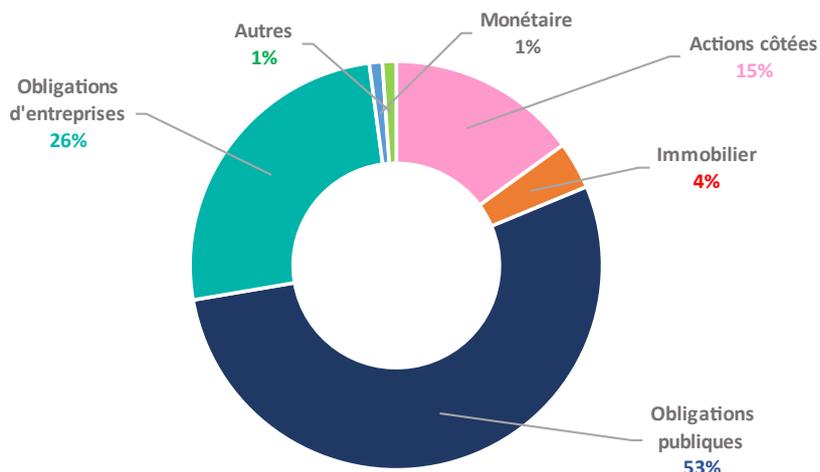


Figure 20 – Répartition par classes d'actifs rapportées à l'actif total en valeur bilan

Les obligations publiques (souveraines ou d'agences d'état, de collectivités locales ou d'organisations internationales) constituent la majeure part de l'actif du régime (53 %), tandis que la part des obligations d'entreprises représente 26 % du total de l'actif en valeur bilan. La part des actions du portefeuille reste significatif et représente 15 %.

Nous représentons ci-dessous la répartition du portefeuille obligataire par notation :

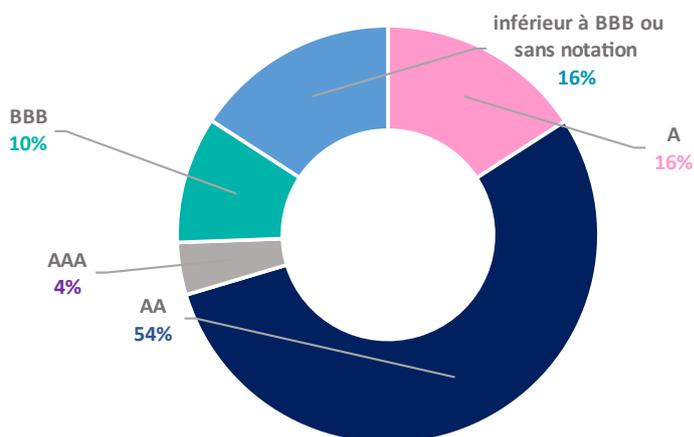


Figure 21 – Répartition par notation des titres obligataires

Les produits de taux ont majoritairement une bonne notation : on note ici 64 % des titres sont de hautes qualités (AA), 19 % de bonne qualité et 3 % en AAA.

Ces obligations ont une durée moyenne de 14 ans. Ci-dessous la répartition des durations en fonction de la valeur de marché.

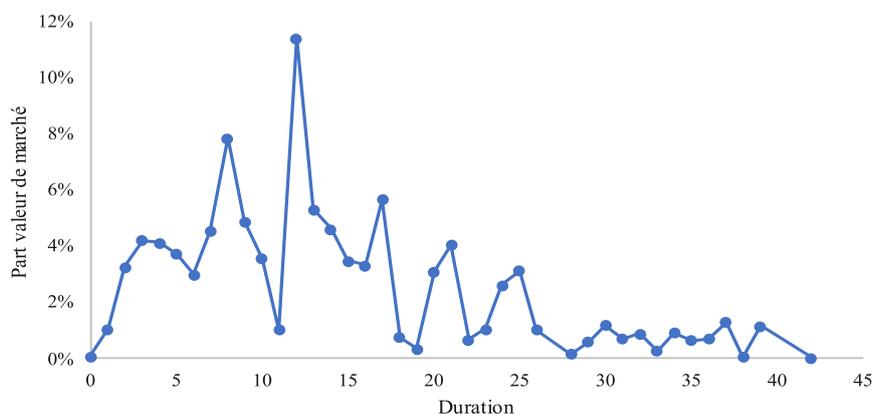


Figure 22 – Répartition de la part de valeur boursière pour chaque durée

### 3.1.1.2 Description du portefeuille de passif

En ce qui concerne la répartition par genre, le portefeuille présente une disparité notable entre les hommes et les femmes. Les hommes représentent 67 % des actifs et 75 % des retraités, tandis que les femmes constituent 33 % des actifs et 25 % des retraités.

L'âge moyen parmi les actifs est de 43,6 ans, tandis que l'âge moyen parmi les retraités est de 70,3 ans. Il convient de souligner qu'un écart moyen de 1,8 an est observé entre l'âge d'un adhérent et celui de son bénéficiaire réversataire.

Age moyen des actifs en 2022		Écart -Type	Age moyen des retraités en 2022		Écart -Type	Moyenne écarts d'âges Assurés Réversataires en 2022	
Hommes	44	11	Hommes	70	5	Retraités Hommes	2
Femmes	42	10	Femmes	70	6	Retraités Femmes	0
<b>Tout</b>	<b>44</b>	<b>11</b>	<b>Tout</b>	<b>70</b>	<b>6</b>	<b>Tout</b>	<b>2</b>

Table 13 – Âge des assurés

Les assurés se répartissent sur une vaste plage d'âges, allant de 18 ans à 91 ans. La tranche d'âge la plus prédominante dans le portefeuille est celle des 30 à 59 ans, représentant plus de 60 % des assurés. Nous notons que 90 % des sorties correspondent aux prestations de rente.

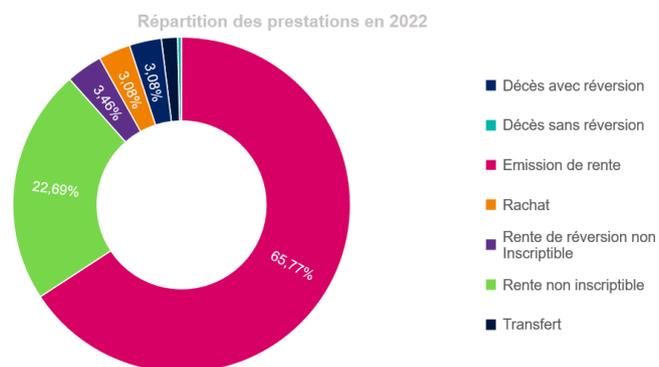


Figure 23 – Répartition des prestations

Enfin, les taux de chargements sont les suivants :

Taux de chargements sur encours	0.56%
Taux de chargements sur arrérages	0%
Taux de chargements sur réversions	0.00%
Taux de chargements d'acquisition	5.49%

Table 14 – Caractéristiques du portefeuille

### 3.1.2 Présentation du bilan du régime d'étude

Le bilan comptable de l'entité étudiée est le suivant :

BILAN COMPTABLE			
ACTIF		PASSIF	
Obligations	281 066 000	Fonds Propres	16 910 683
Actions	46 445 305	PM	237 658 410
Immobilier	18 881 677	Autres dettes	105 000 000
OPCVM	2 336 253		
Trésorerie	10 839 858		
<b>Total</b>	<b>359 569 093</b>	<b>Total</b>	<b>359 569 093</b>

Table 15 – Bilan comptable

En vision Solvabilité II, le bilan devient :

BILAN SOLVABILITE II			
ACTIF		PASSIF	
Obligations	219 883 195	Fonds Propres	22 472 039
Actions	73 765 339	RM	1 077 339
Immobilier	21 203 993	BE	304 433 692
OPCVM	2 290 685		
Trésorerie	10 839 858		
<b>Total</b>	<b>327 983 070</b>	<b>Total</b>	<b>327 983 070</b>

Table 16 – Bilan Solvabilité II

Les fonds propres, du point de vue comptable, s'élèvent à 16,9M€, tandis qu'en vision Solvabilité II, ils s'élèvent à 22,5M€.

Sous le référentiel FRPS, le bilan est valorisé en comptes sociaux et sous Solvabilité II la valorisation est faite en valeur de marché. La prise en compte des PVL est différente dans les deux normes. En effet, la notice de l'ACPR sur l'admissibilité des plus-values latentes en constitution de la marge de solvabilité précise que : « *Pour les PVL relatives aux actifs faisant l'objet d'une comptabilité auxiliaire d'affectation (canton), la part de celles-ci excédant la contribution du canton à l'exigence minimale de marge de l'organisme n'est admissible qu'une fois déduits les droits à participations (contractuelle et/ou réglementaire) des assurés du canton.* »

Le régime d'étude étant cantonné et en moins-value, le montant des PVL est nul dans les fonds propres FRPS éligibles. CNP Assurances a fait le choix de ne pas prendre en compte les moins-values dans les fonds propres en couverture de l'EMS.

En revanche sous Solvabilité II, compte tenu de la redistribution de la majorité des produits financiers aux assurés, une proportion faible des PMVL vient en alimentation des fonds propres. Il est à noter également que les fonds propres S2 incluent la marge future (Value In Force) contrairement aux fonds propres en vision FRPS.

L'un des indicateurs clés de gestion d'un régime en L.441 est le taux de couverture réglementaire, défini comme le rapport entre  $(PTS + PMVL)$  et  $PMT$ .

La provision PTS représente la richesse du régime, c'est-à-dire les actifs destinés à couvrir les engagements. Pour obtenir une perspective de marché du taux de couverture, on ajoute les PMVL à la PTS, et le  $PMT$  est calculé en vision « Best Estimate ». Par conséquent, les conditions de marché au moment du calcul ont un impact sur le niveau de couverture du régime.

Une augmentation des taux d'intérêt entraîne une diminution des PMVL obligataires ainsi qu'une réduction des provisions PTS. Cette hausse des taux entraîne également une baisse du  $PMT$ , dont l'actualisation est basée sur la courbe des taux Eiopa.

La métrique  $PTS + PMVL$  s'interprète comme la valeur de marché du contrat.

Étant donné que la durée du passif est généralement plus longue que celle de l'actif pour les contrats de retraite, cela entraîne une réduction plus importante de la  $PMT$  par rapport à l'actif  $(PTS+PMVL)$ . En conséquence, une hausse des taux améliore le taux de couverture du régime.

Au 31/12/2022, les conditions de marché sont les suivantes :

- Les taux sont en forte hausse sur 2022, avec +218 Bps en moyenne sur la courbe réglementaire (Eiopa) ;
- Le niveau du CAC de 6473,76 pts a fortement baissé durant l'année 2022 et affiche une baisse de 9,5 % ;

- Le taux d'emprunts de l'État français à 10 ans (TEC10) vaut 3,02 % et le taux TEC20 affiche 3,27 %.

Le montant de la PMT du portefeuille d'étude s'élève à 238 M€. La PTS atteint 361 M€ au 31/12/2022. Le régime étudié présente une moins-value de -32 M€. En résulte un taux de couverture réglementaire de 138 %, témoignant de la robustesse et de la bonne santé financière du régime d'étude.

Nous allons à présent estimer le coût en capital Solvabilité II pour le comparer à l'EMS.

### 3.1.3 Résultats de calcul du SCR

La méthodologie de calcul des SCR a été abordée dans la première partie du mémoire.

Le SCR du périmètre d'étude est majoritairement composé de SCR de marché, la part de SCR du risque de souscription représente 43 % :

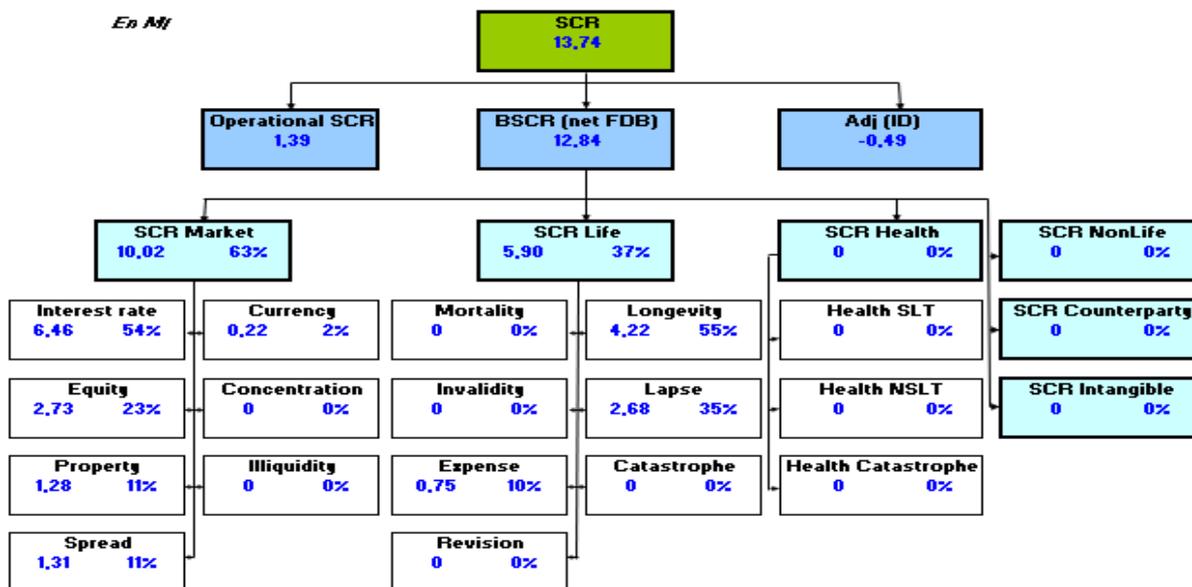


Figure 24 – Résultat SCR net

Concernant les SCR de marché, le SCR taux est le plus prépondérant (6,46M€), suivi du SCR action (2,73M€). Les SCR spread, immobilier et change sont en dessous de 2M€. Ces résultats

sont en phase avec l'allocation d'actif du portefeuille, majoritairement composée de produits de taux et actions.

Concernant les SCR techniques, le SCR de longévité est le plus prépondérant (4,22M€). Le SCR de rachat vaut 2,68M€ et correspond aux rachats de 40 % du portefeuille.

Le taux de couverture Solvabilité II de notre entité d'étude est déterminé comme suit :

$$\text{Taux de couverture } S2 = \frac{\text{Fonds Propres}}{\text{SCR}}$$

	En M€ 31/12/2022
Fonds Propres éligibles	22,50
SCR	13,70
<i>dont SCR marché</i>	10,0
<i>dont SCR longévité</i>	4,2
<i>dont SCR rachat</i>	2,7
<b>Taux de couverture</b>	<b>164%</b>

Table 17 – Taux de couverture solvabilité II

L'entreprise fictive affiche un taux de couverture de 164 %. Dans la suite du mémoire, ce taux de couverture sera calculé en vision FRPS.

Le Best Estimate servant au calcul du SCR se décompose de la manière suivante :

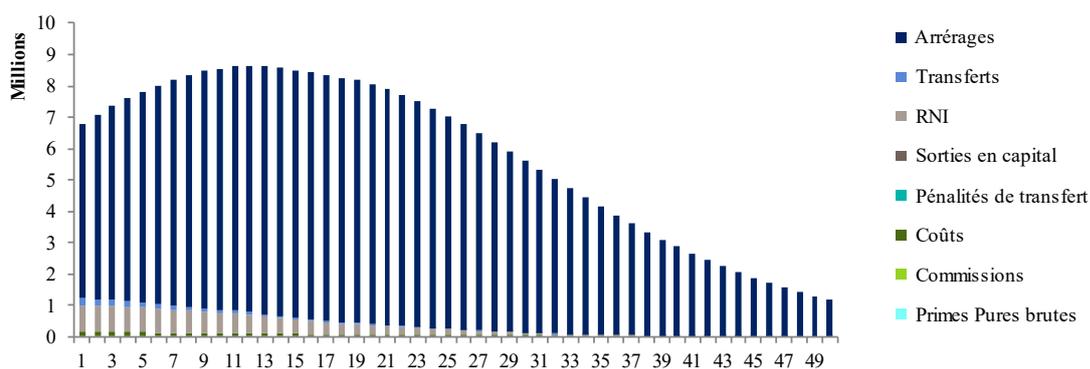


Figure 25 – Résultat Best Estimate en scénario central

Le Best Estimate est principalement constitué d'arrérages. Nous pouvons constater une légère croissance au cours des 15 premières années de projection, suivie d'une diminution correspondant à l'écoulement du stock au cours des 50 années de projection.

La marge future est positive les 35 premières années de projection liée aux chargements sur provisions. Elle devient négative en fin de projection suite aux coûts de fonds propres sur les prélèvements.

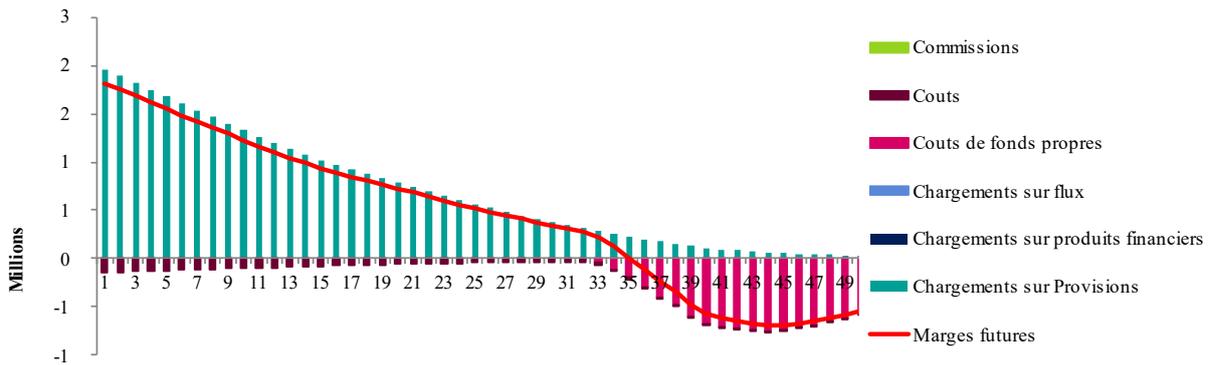


Figure 26 – Résultat Value In Force

Les PMVL obligataires sont passées en territoire négatif en raison de la hausse des taux au 31/12/2022, mais cette évolution a été compensée par une augmentation des PMVL liées aux actions.

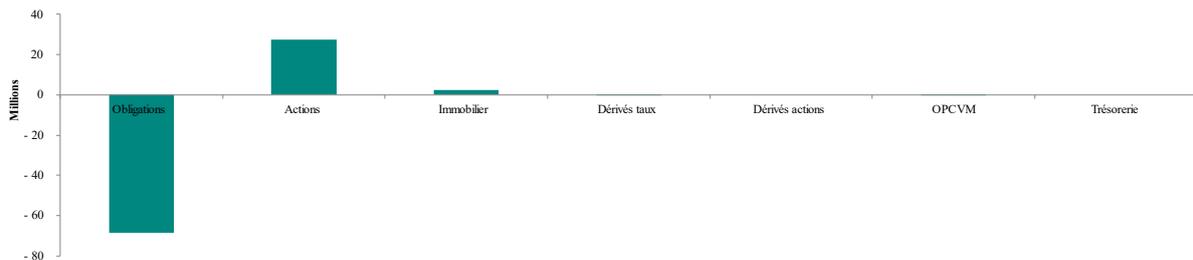


Figure 37 – Résultat PMVL

### 3.1.4 Sensibilités du SCR aux conditions de marché

L'objectif de cette étape est d'estimer l'impact des évolutions des conditions de marché sur le SCR. Les résultats obtenus seront ensuite comparés au coût en capital lors du passage en norme FRPS. Pour ce faire, nous réaliserons trois sensibilités :

- La sensibilité en scénario de baisse des taux de -100 bps ;
- La sensibilité en scénario de hausse des taux de +100 bps ;
- La sensibilité en scénario de baisse des indices actions de -25 %.

#### 3.1.4.1 Sensibilité hausse et baisse taux

Les scénarios de taux consistent à appliquer un choc de  $\pm 100$  points de base à la courbe des taux sans risque. Ensuite, la valeur de marché des actifs est réévaluée en fonction de la nouvelle courbe des taux obtenue. Les courbes ci-dessous représentent les scénarios obtenus :

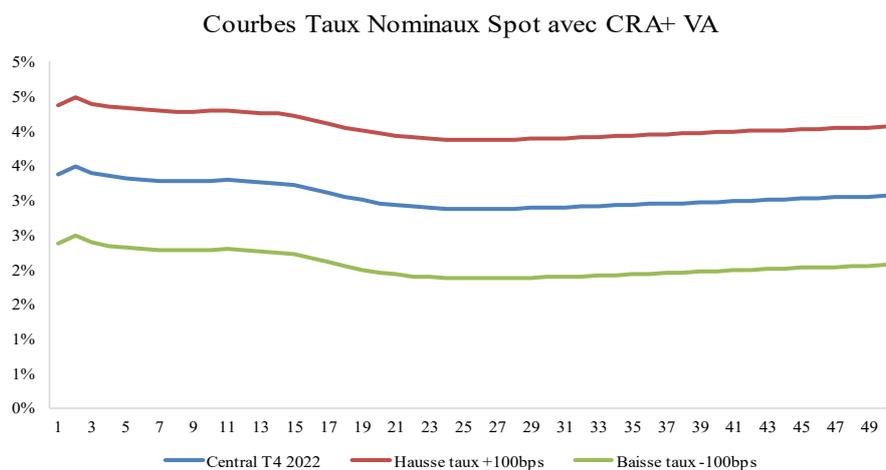


Figure 28 – Courbe taux nominaux spot

Pour la sensibilité baisse des taux, nous obtenons les résultats suivants :

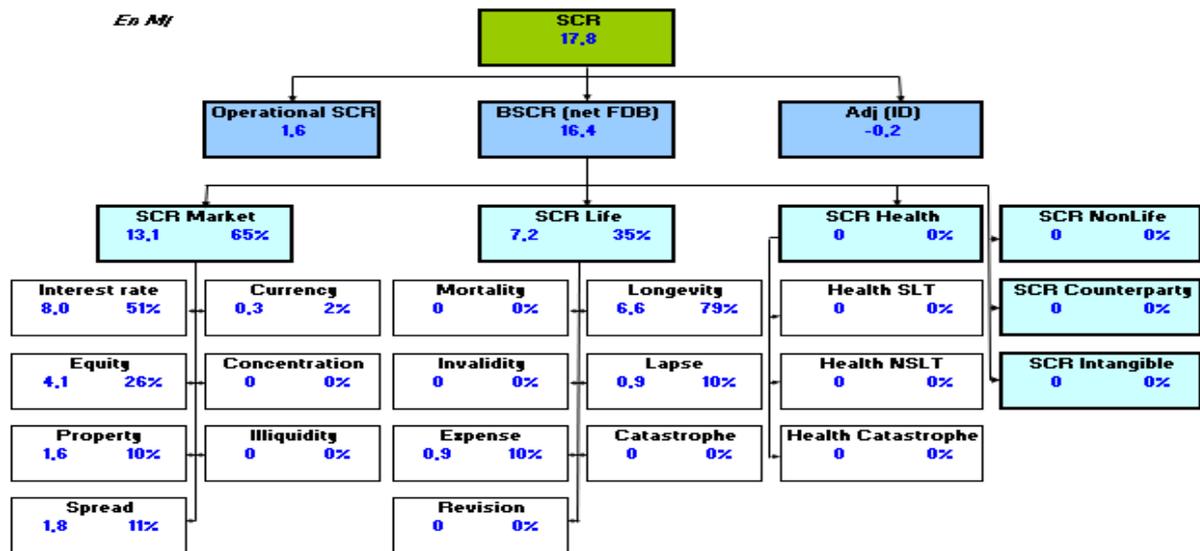


Figure 29 – Résultat SCR de la sensibilité baisse taux

L'étude révèle une augmentation significative de 29 % du niveau des SCR dans un scénario de baisse des taux de -100 points de base.

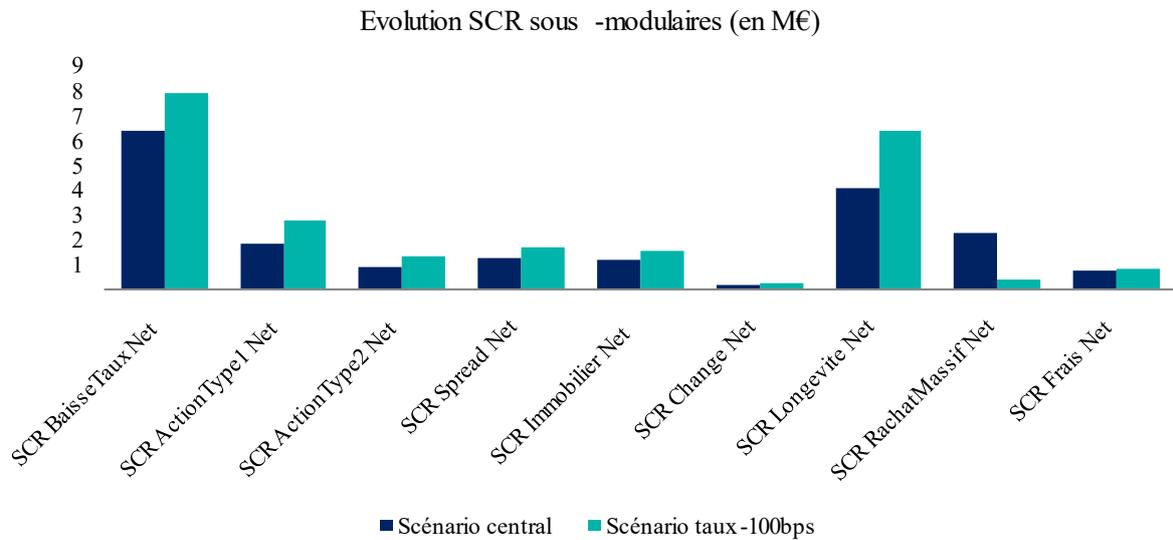


Figure 30 – Comparaison SCR central vs sensibilité baisse taux

La sensibilité à la baisse des taux entraîne une réduction de la production financière et des taux d'absorption des participations aux bénéfices futurs. Par conséquent, cette sensibilité est fortement défavorable.

Nous constatons une augmentation des SCR baisse taux, action, spread et longévité suite à l'application de la sensibilité à la baisse des taux. En effet, une diminution des taux entraîne une hausse des valeurs de marché des obligations, ce qui implique une hausse du SCR de taux. De même, la baisse des taux induit une augmentation des prestations, ce qui entraîne une hausse du SCR de longévité.

Pour la sensibilité hausse des taux, nous obtenons les résultats suivants :

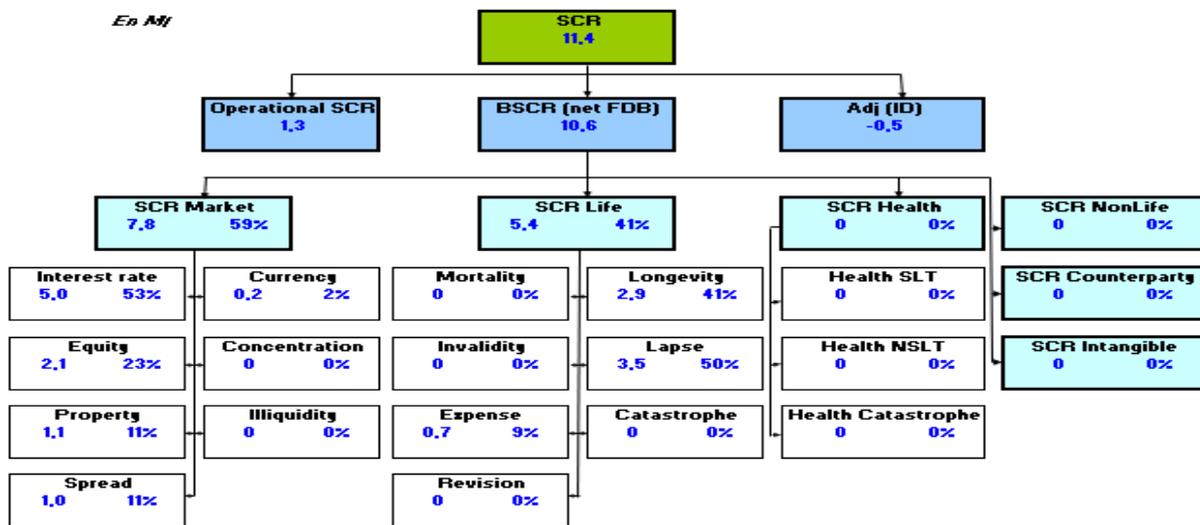


Figure 31 – Résultat SCR de la sensibilité hausse taux

Contrairement à la sensibilité à la baisse des taux, lorsque les taux augmentent, le niveau des SCR diminue d'environ -17 % dans un scénario de +100 points de base.

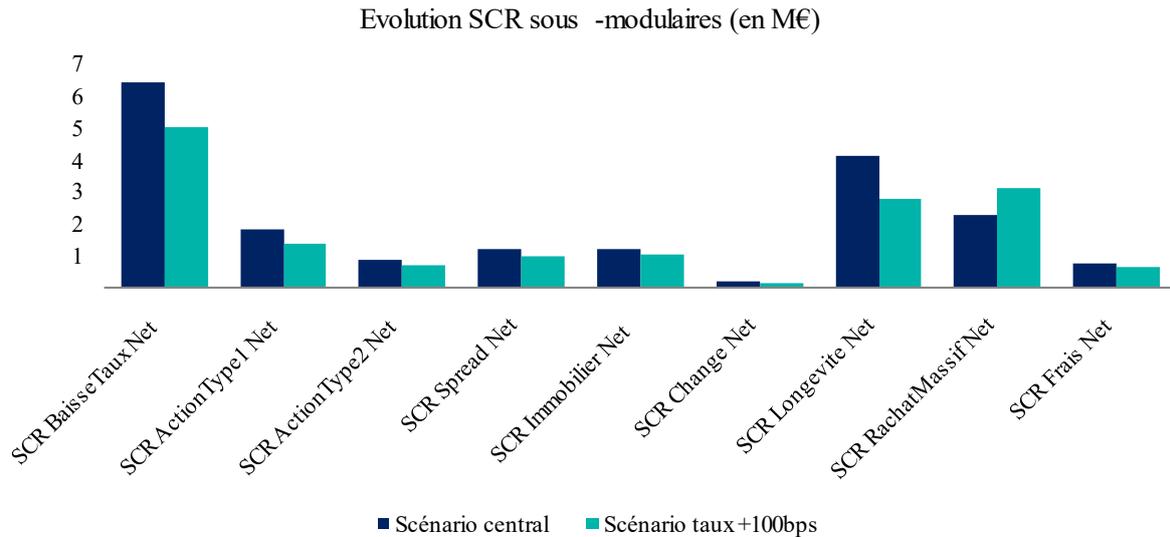


Figure 32 – Comparaison SCR central vs sensibilité hausse taux

Nous constatons cette fois-ci de façon symétrique à la sensibilité baisse taux, une diminution des SCR action, baisse taux et longévité. En effet, une hausse des taux engendre une baisse de la valeur de marché des obligations réduisant ainsi le SCR baisse taux. De plus, cette hausse des taux entraîne la baisse des prestations futures, ce qui réduit également le niveau du SCR de longévité. Les taux d'absorption augmentent avec la hausse des taux, ce qui entraîne une diminution du niveau des SCR.

### 3.1.4.2 Sensibilité Action

L'objectif dans cette étape consiste à se placer dans un contexte où les marchés actions chutent de -25 % et en mesurer l'impact sur le SCR.

Ce scénario présente les résultats suivants :

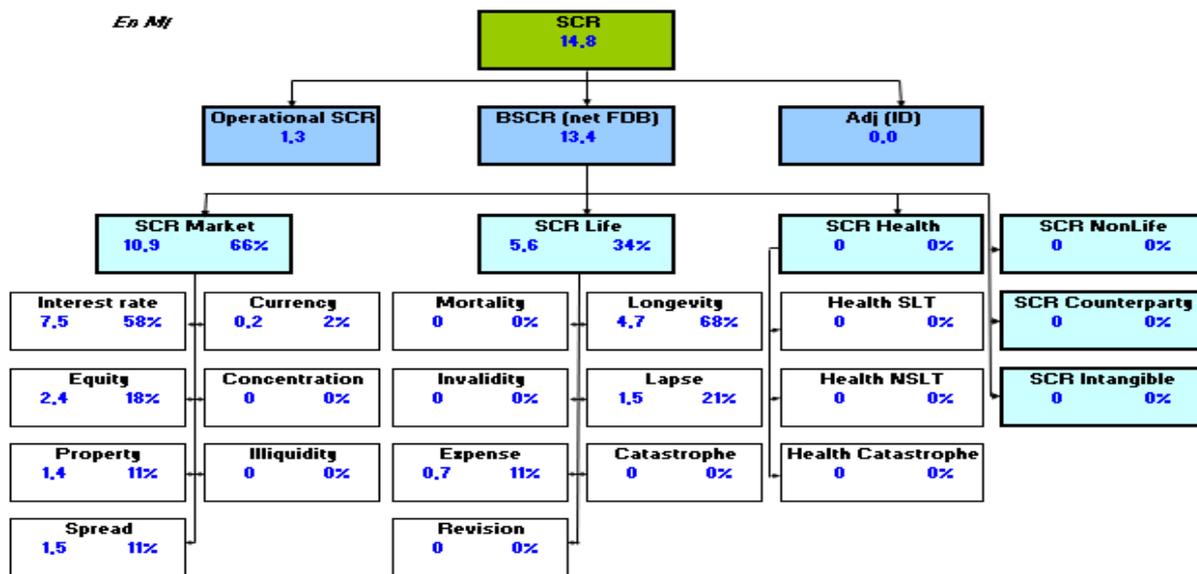


Figure 33 – Résultat SCR de la sensibilité action

Cette sensibilité entraîne une augmentation du SCR de 7 %.

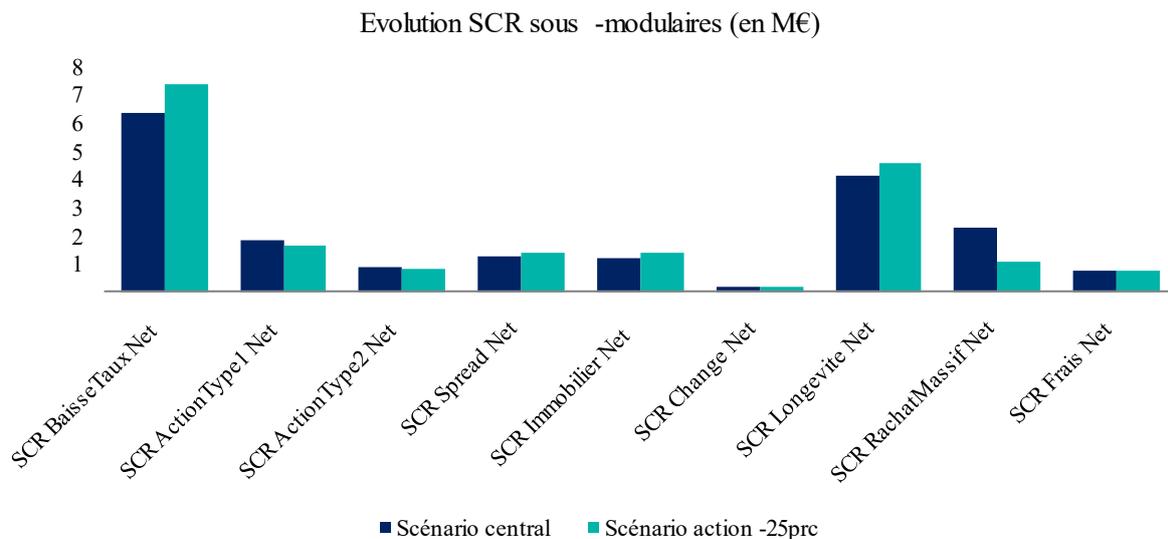


Figure 34 – Comparaison SCR central vs sensibilité action

Cette sensibilité entraîne une augmentation du niveau des SCR taux et longévité, tout en réduisant le SCR action. L'impact du scénario de baisse des marchés actions est moins important

que l'évolution des taux dans notre étude. La principale raison en est la composition majoritairement constituée de produits de taux dans le portefeuille d'actifs.

Par la suite, nous allons transférer notre entité d'étude vers un FRPS et comparer le niveau de l'EMS avec les SCR calculés.

## 3.2 EMS du portefeuille L.441

### 3.2.1 Calcul du ratio de couverture en vision FRPS

Sous la réglementation FRPS, le ratio de couverture est déterminé par le rapport entre les fonds propres et l'EMS.

Le calcul de l'EMS des contrats en L.441 est défini dans la partie 2 du mémoire. Dans cette étude, l'EMS est égal à 4 % des provisions mathématiques théoriques, soit 9,5M€. Les plus-values latentes ne sont pas prises en compte en couverture de l'EMS.

	En M€	31/12/2022
Fonds Propres		16,9
PMT		237,7
EMS		9,5
Taux de couverture		178%

Table 18 – Taux de couverture de l'EMS

### 3.2.2 Conclusion des avantages réglementaires du passage en FRPS

Le tableau ci-dessous compare les résultats d'immobilisation de capital en vision Solvabilité II et en vision FRPS :

	Besoin en Fonds Propres	Ratio de solvabilité	Ratio de solvabilité - Sensibilité baisse taux	Ratio de solvabilité - Sensibilité hausse taux	Ratio de solvabilité - Sensibilité action
Vision Solvabilité II	13.7 M€	164%	101%	206%	138%
Vision FRPS	9.5 M€	178%	152%	217%	178%

Table 19 – Taux de couverture vision solvabilité II et FRPS

Nous pouvons constater que le ratio de solvabilité en vision FRPS est meilleur qu'en Solvabilité II. Le transfert de notre entité d'étude vers un FRPS améliore le taux de couverture de plus de 14 %.

Il apparaît que plus les taux sont bas, plus les coûts en capital Solvabilité II et FRPS sont élevés. En effet, une baisse des taux entraîne une diminution du ratio de solvabilité dans les deux normes. La baisse du ratio de solvabilité en vision FRPS s'explique par l'augmentation de l'EMS est cohérente avec la hausse de la PMT en cas de baisse des taux, du fait de l'effet d'actualisation.

À l'inverse, une remontée des taux entraîne une baisse du niveau de l'EMS et du SCR, ce qui améliore le ratio de solvabilité.

L'étude montre également un coût en capital EMS inférieur au SCR quel que soit le scénario de sensibilité des conditions de marché.

Nous pouvons en conclure que la mise en place d'un FRPS est une opportunité réglementaire pour le portefeuille d'étude.

Nous allons par la suite effectuer des tests de résistance pour mesurer la robustesse du FRPS.

## 3.3 Tests de résistance

### 3.3.1 Contexte et hypothèses utilisées

Les FRPS effectuent chaque année un test de résistance destiné à évaluer leur capacité à faire face à leurs engagements, notamment dans certains scénarios représentant des conditions détériorées de marché :

- Un scénario prolongeant les conditions économiques existants à la date du dernier arrêté comptable (Scénario central) ;
- 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 FRPS calcule, pour chaque exercice jusqu'à l'horizon de projection (10 ans), sa marge de solvabilité constituée et son exigence minimale de marge de solvabilité.

Les principales hypothèses utilisées pour réaliser les tests de résistance sont décrites ci-après.

#### Scénario central

##### Hypothèses techniques :

Hypothèses	Définitions
<b>Primes futures</b>	<p>Pour l'ensemble des portefeuilles, les primes projetées correspondent à la moyenne des primes des trois dernières années hors versements initiaux des affaires nouvelles</p> <p>Ce choix est réalisé afin de modéliser une projection attendue de primes futures des contrats en portefeuille à la date de réalisation des tests de résistance.</p>

L'hypothèse de prime est calibrée de manière à conserver un ratio Prime / PM phase de constitution stable au cours de la projection.

**Frais de gestion**

Projetés en cohérence avec la provision de gestion.

Hypothèses économiques et financières :

Hypothèses	Définitions
<b>Courbe de taux</b>	La courbe de taux des tests de résistance définie réglementairement est utilisée pour la projection des rendements actif ainsi que pour l'actualisation. Sa construction est basée sur la moyenne du TEC correspondant à la maturité de chaque portefeuille observé au cours des 12 derniers mois.
<b>Allocation des actifs</b>	Les actifs amortissables (obligations) sont conservés jusqu'à maturité. Les réinvestissements sont réalisés afin de maintenir une répartition par classe d'actif stable au cours de la projection. Les obligations sont réinvesties uniquement sur la maturité correspondant à la durée du passif du portefeuille en début de projection.
<b>Rendement des actifs amortissables</b>	Le stock maintient son rendement jusqu'à maturité. Les réinvestissements, de maturité inférieure à 15 ans, en cohérence avec la durée des engagements, de coupon annuel équivalent à la moyenne annuelle sur l'exercice précédent du TEC(n) (n année de maturité du titre).
<b>Rendement des actifs non amortissables</b>	Pas de rendement en capitalisation et rendement annuel équivalent à la moyenne annuelle du TME sur l'exercice précédent + 250 bps.
<b>Fonds propres</b>	Aucun titre subordonné n'est pris en compte dans le cadre de la projection.

<b>Imposition</b>	Conditions en vigueur à la date de la clôture de l'exercice précédent le test. Les éventuels crédits d'impôts ne sont comptabilisés qu'en cas de bénéfice imposable futur durant la projection.
<b>Utilisation des PVL</b>	Le stock de PVL initial peut être consommé afin de servir les revalorisations, cependant du fait des hypothèses de projection des actifs amortissables, ce stock initial n'est jamais reconstitué au cours de la projection.

### Scénarios dégradés

Les hypothèses du scénario central restent applicables, seules les hypothèses suivantes sont modifiées :

Scénarios	Définitions
<b>Taux d'intérêt</b>	<p>Le niveau des taux d'intérêt 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 %.</p> <p>Il a été décidé d'appliquer le choc de taux d'intérêt sans prendre en considération de plancher à 0 % (proposition ACPR).</p> <p>Ces chocs sont appliqués sur la courbe des taux utilisée dans le cadre de la projection.</p>
<b>Rendements diversifiés</b>	Le niveau des rendements des actifs non amortissables est diminué de 30 %.
<b>Mortalité</b>	Le taux de mortalité à tout âge est diminué de 10 %.

### 3.3.2 Résultats des tests de résistance

Les tests de résistance sont produits au 31/12/2022. Ci-dessous les résultats des courbes des taux utilisées et décrites dans le paragraphe précédent :

- **Historique des taux TEC de l'année**

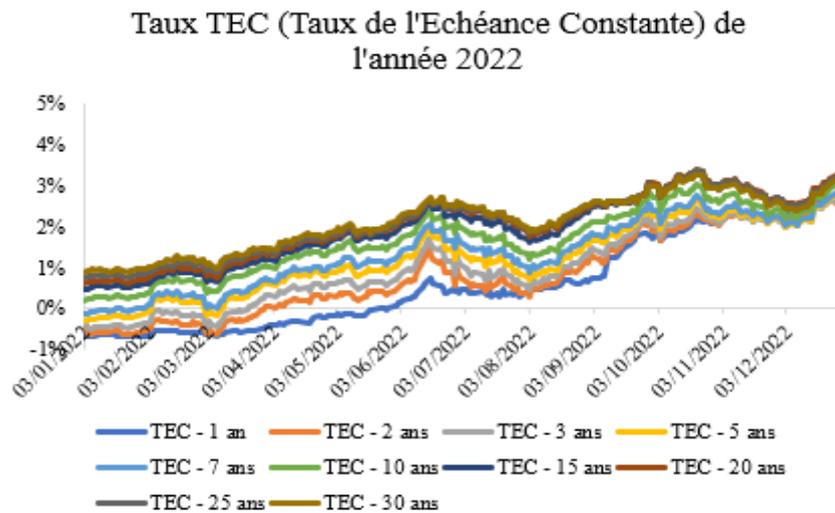


Figure 35 – Historique taux TEC

Nous calculons la moyenne des taux TEC de l'année 2022, puis par interpolation linéaire, nous obtenons les courbes de rendement du scénario central et de choc des taux.

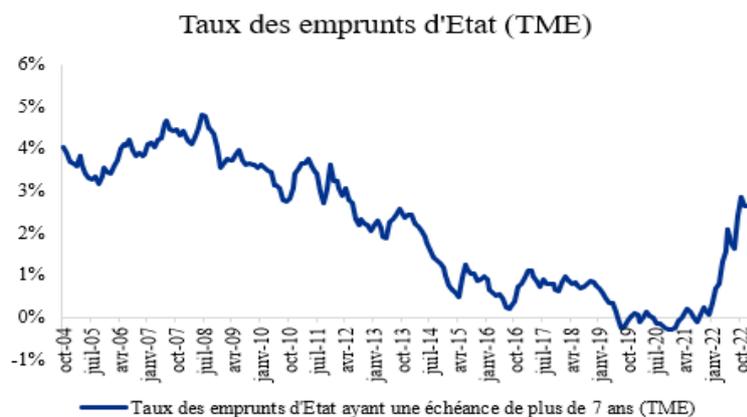


Figure 36 – Courbe TME

Les taux de rendement des actions sont déterminés à partir de la courbe des taux TME.

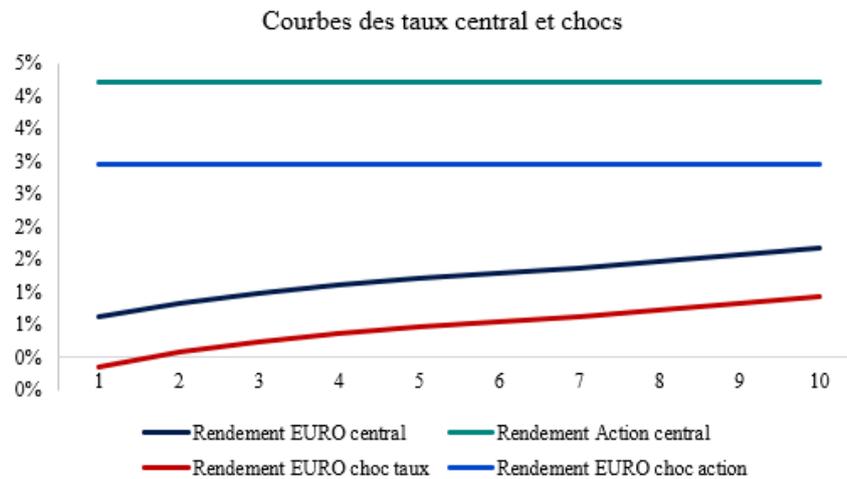


Figure 37 – Courbes utilisées pour effectuer les tests de résistance

#### ▪ Résultat de l'exercice

Du fait de l'environnement économique de remontée des taux, le résultat de l'exercice, après imposition, croît dans l'ensemble des scénarios tout au long de la projection.

En scénario action, le résultat est constamment plus faible que pour le scénario central en lien avec la typologie du choc appliqué.

Le résultat de l'exercice est moins sensible au rallongement de la longévité de 10%, le portefeuille présente un âge moyen relativement jeune.

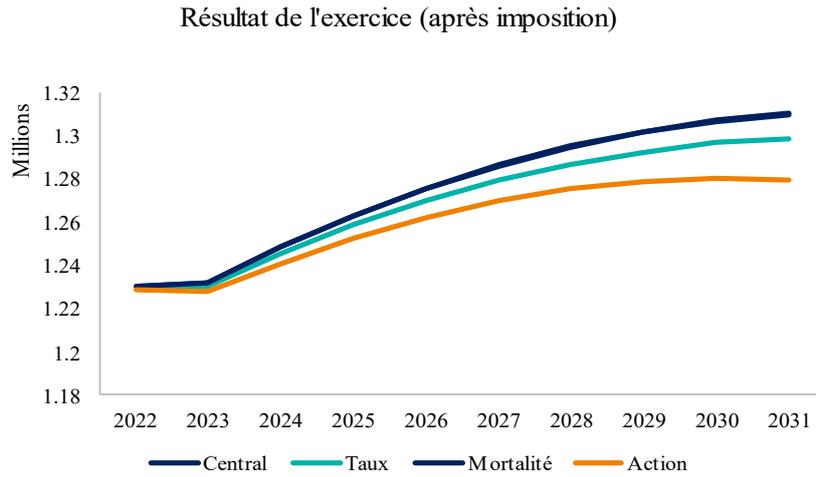


Figure 38 – Test de résistance : Résultat de l'exercice

▪ **Exigence de marge de solvabilité**

Du fait des hypothèses de projection, les provisions techniques augmentent en cours de projection du fait de la hausse des prestations entraînant une hausse de l'EMS.

L'EMS du scénario de taux est supérieur à celui du scénario central du fait de l'augmentation de la PMT lorsque les taux baissent.

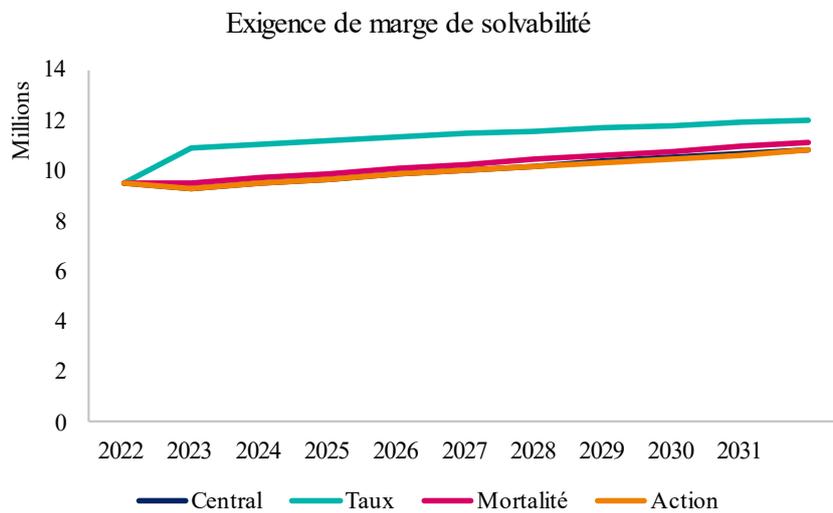


Figure 39 – Test de résistance : EMS

### ▪ Éléments constitutifs à la couverture de la marge

Les fonds propres augmentent au cours des projections (du fait de leur rendement et du résultat de l'exercice). Les résultats de l'exercice sont réinvestis selon l'allocation du portefeuille.

De fait, le niveau des fonds propres durs s'accroît du résultat de l'exercice et du rendement financier des fonds propres.

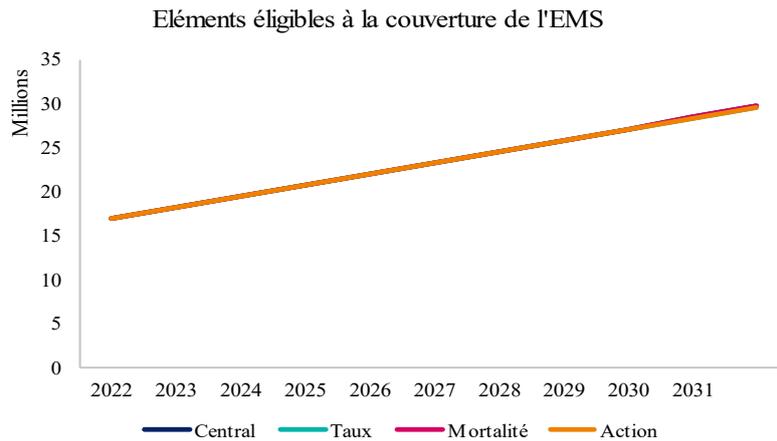


Figure 40 – Test de résistance : Couverture de l'EMS

### ▪ Taux de couverture

Les taux de couverture de la marge de solvabilité restent à un niveau élevé et supérieur à 100%.

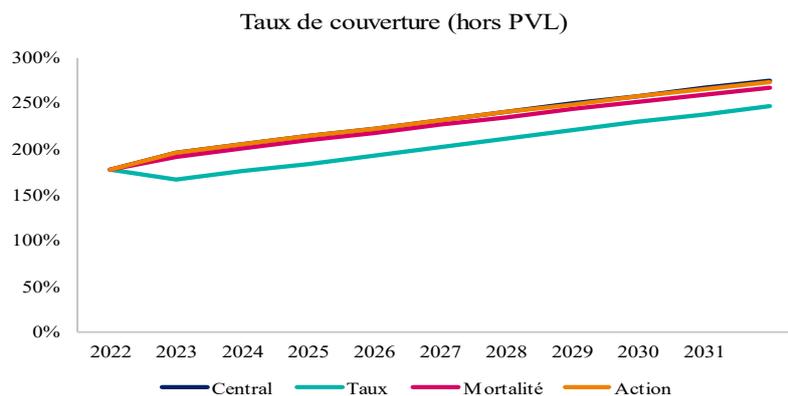


Figure 41 – Test de résistance : Taux de couverture

Les tests de résistance concluent à la capitalisation suffisante du FRPS de notre entité d'étude sur l'horizon de projection, et ce, dans l'ensemble des scénarios.

## **4. Partie IV : Les opportunités économiques du FRPS**

Il est établi que les actifs non amortissables génèrent un coût en capital élevé sous Solvabilité II. En revanche, sous Solvabilité I, l'immobilisation de capital est déterminée de manière forfaitaire en fonction d'un pourcentage des provisions mathématiques.

Les FRPS bénéficient d'une réglementation prudentielle proche de Solvabilité I, répondant à des exigences quantitatives déterministes et peu volatiles, ce qui se traduit par une mobilisation moindre de fonds propres, comme étudié dans la partie III du mémoire.

Ainsi, la réglementation FRPS représente une opportunité pour les organismes d'assurance d'investir dans des actifs de diversification plus rémunérateurs à long terme pour les assurés. De plus, les FRPS bénéficient d'un cantonnement propre qui garantit une protection renforcée, ainsi qu'une participation aux bénéfices réservée à leurs adhérents. En effet, l'environnement réglementaire des FRPS est mieux adapté à la durée des contrats de retraite, permettant une allocation d'actifs en adéquation avec la longue durée des passifs de retraite.

Dans cette section du mémoire, nous allons effectuer des sensibilités « à dire d'expert » sur l'allocation d'actifs de notre entité d'étude afin d'étudier les impacts sur la richesse, la rentabilité et le taux de couverture du régime.

### **4.1 Les effets de l'allocation d'actifs sur le FRPS**

Nous allons quantifier l'impact d'un changement dans l'allocation d'actifs des titres amortissables et non amortissables sur la performance du portefeuille d'étude. À cette fin, nous examinerons cinq scénarios d'allocation différents :

	allocation 1	allocation 2	allocation 3	allocation 4	allocation 5
Actions	20%	25%	30%	40%	50%
Immobiliers	3%	3%	3%	3%	3%
Obligations publiques	25%	25%	35%	30%	25%
Obligation d'entreprises	50%	45%	30%	25%	20%
Monétaires	1%	1%	1%	1%	1%
Autres	1%	1%	1%	1%	1%

Table 20 – Cinq scénarios d'allocation d'actifs

Les différentes allocations sont obtenues en modifiant la part d'actions de 20 % à 50 %, tandis que la variation de la poche obligataire s'étend de 45 % à 75 %. Les conditions de marché correspondent à un Business Plan à la date du 31/12/2022 ayant les hypothèses suivantes :

- Le scénario BP prévoit un maintien de l'OAT aux alentours de 2,4% – 2,5% sur les trois prochaines années avant une baisse progressive avec la normalisation de l'inflation (5,3% moyenne 2022 puis retour progressif à 1,8% sur 2026-2027) ;
- Le CAC serait en progression d'environ 6% par an ;
- Les spreads souverains périphériques sont en légère hausse en 2023, plus marquée pour l'Italie. Les spreads corporate restent mesurés.

Les scénarios décrits ci-dessus sont modélisés dans un environnement en monde réel et de manière déterministe.

#### ▪ **Taux de rendement de l'actif**

Le taux de rendement des actifs correspond au rapport entre la production financière et l'encours moyen. La production financière se décompose comme suit :

- Coupons et amortissements des obligations ;
- Pay-Off des swaps ;
- Dividendes des actions, immobiliers et OPCVM actions ;
- Trésorerie.

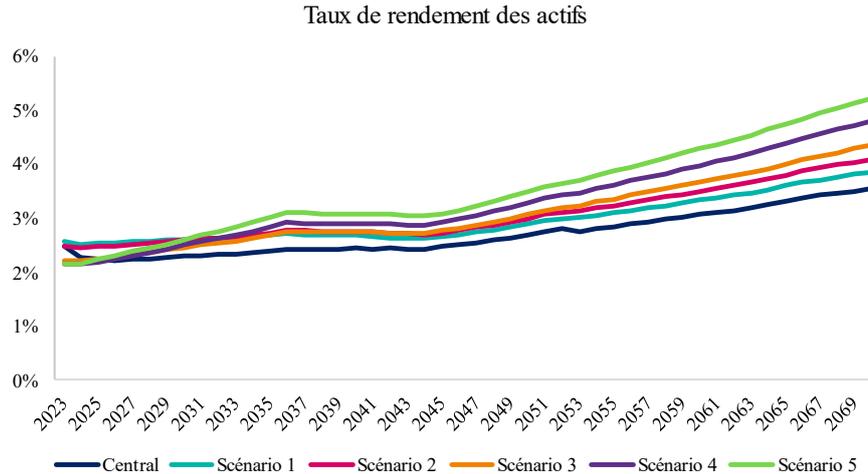


Figure 42 – Projection des taux de rendement

Dans l'ensemble des scénarios, le taux de rendement augmente au fil des années de projection. De plus, nous pouvons conclure que plus la part d'actions est importante dans l'allocation d'actifs, plus le rendement est élevé, ce qui se traduit par une meilleure participation aux bénéfices pour les assurés.

▪ **Taux de couverture du régime**

Le taux de couverture réglementaire des engagements, évalué chaque année en rapportant la somme de la provision technique spéciale et des plus-values latentes à la provision mathématique théorique, reste stable et au-dessus de 100 % pour l'ensemble des scénarios d'allocation d'actifs. Il est à noter que plus le scénario d'allocation d'actifs est risqué plus le taux de couverture est bas.

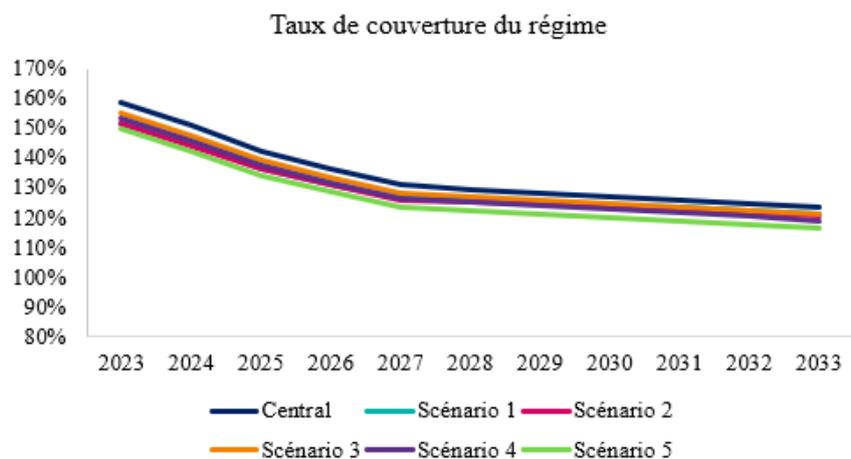


Figure 43 – Projection des taux de couverture du régime

▪ **Produit Net d'Assurance (PNA)**

Le Produit Net d'Assurance se calcule comme la somme des chargements prélevés sur les provisions PTS, PTSC et chargements sur les produits financiers diminués des commissions versées aux distributeurs. Il permet de mesurer la marge générée par les contrats d'assurance avant le prélèvement des frais de gestion.

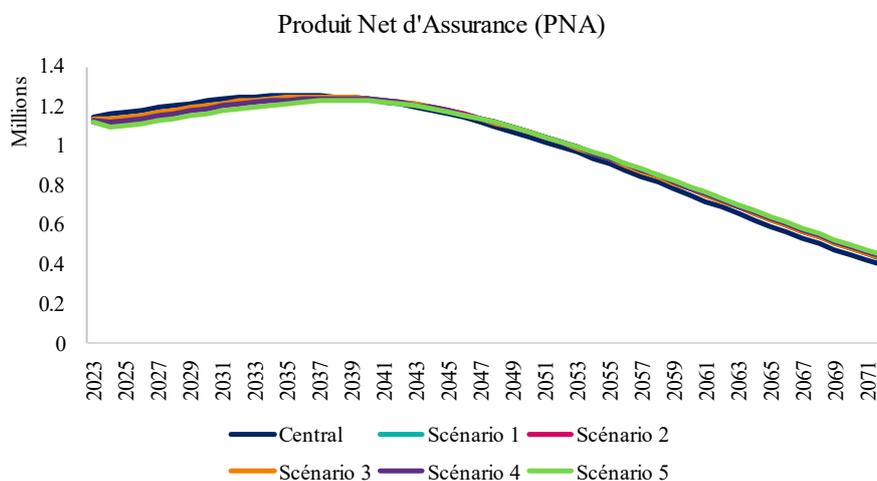


Figure 44 – Projection des PNA

Le PNA est globalement stable pour l'ensemble des scénarios. On peut néanmoins noter en moyenne une légère amélioration pour les scénarios 3, 4 et 5.

- **Equity**

L'Equity est assimilable aux fonds propres pour un portefeuille de contrats. Il représente l'actif net et s'obtient par différence entre l'actif en valeur de marché et les provisions techniques en juste valeur.

$$Equity = VM_{actif} - Best Estimate$$

L'Equity d'un portefeuille est la valeur actuelle de la rémunération de l'assureur. Il s'agit de la juste valeur des chargements, nette des commissions et des coûts de l'assureur.

$$Equity = \mathbb{E} \left( \sum_{t>0} \frac{Chargements_t - Commissions_t - Coûts_t}{(1 + r_t)^t} \right)$$

Par cette formule, nous constatons que l'Equity fait intervenir le PNA et les coûts.

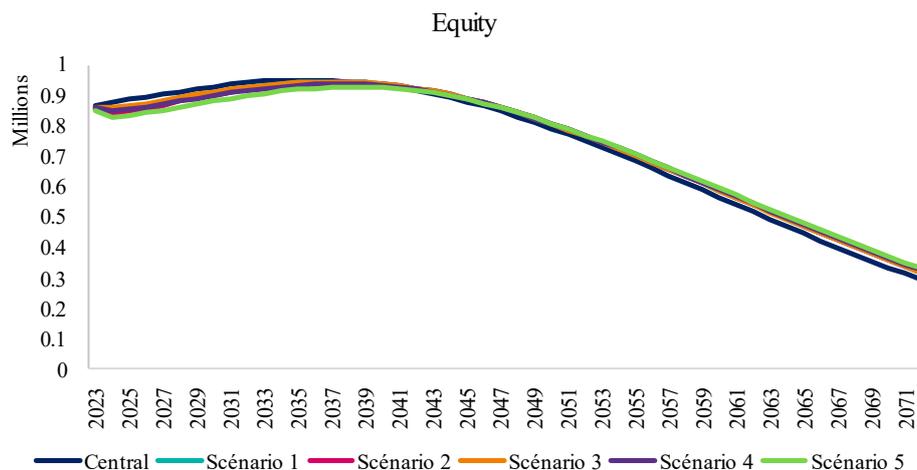


Figure 45 – Projection de l'Equity

Comme pour le PNA, l'Equity reste relativement stable pour l'ensemble des scénarios.

- **Taux de revalorisation de la valeur de service (TRVS)**

Le TRVS est le taux de revalorisation annuel de la valeur de service tel que les flux de passif actualisés à la courbe des taux EIOPA nets du taux de chargement de gestion égalisent la valeur boursière de l'actif à la date d'observation. Cet indicateur est le taux annuel uniforme de revalorisation qui distribue les richesses du régime de manière équitable jusqu'à son extinction tout en permettant le prélèvement des chargements.

Le TRVS indique un taux uniforme de revalorisation annuelle dans la situation de marché à une date donnée que le régime peut servir sur toute la durée de projection.

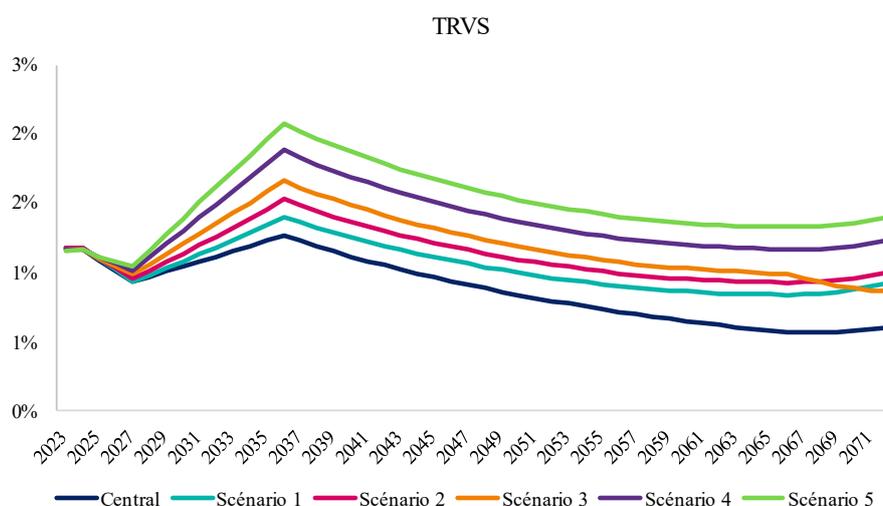


Figure 46 – Projection des TRVS

Plus la part action de l'allocation d'actifs augmente, plus le TRVS augmente.

- **Solde financier**

Le solde financier correspond aux produits financiers retraités des chargements financiers et des chargements sur encours.

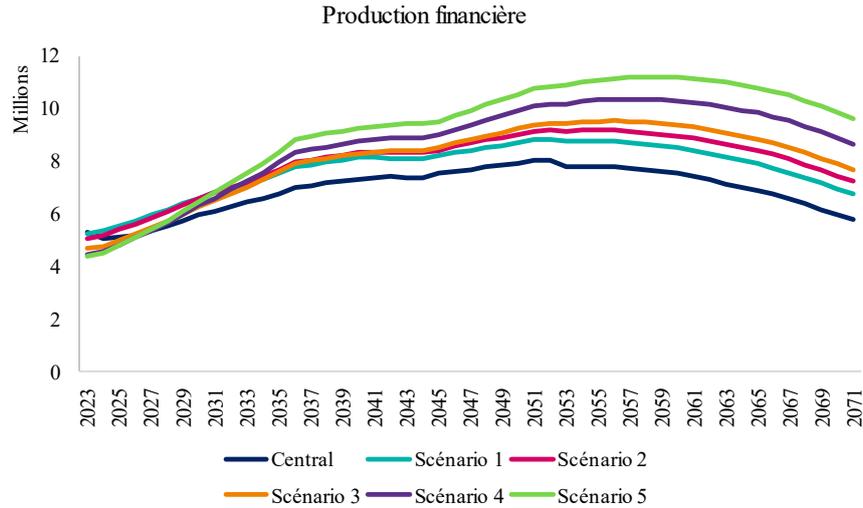


Figure 47 – Projection de la production financière

La production financière augmente en cohérence avec la hausse de la part action de l'allocation d'actifs.

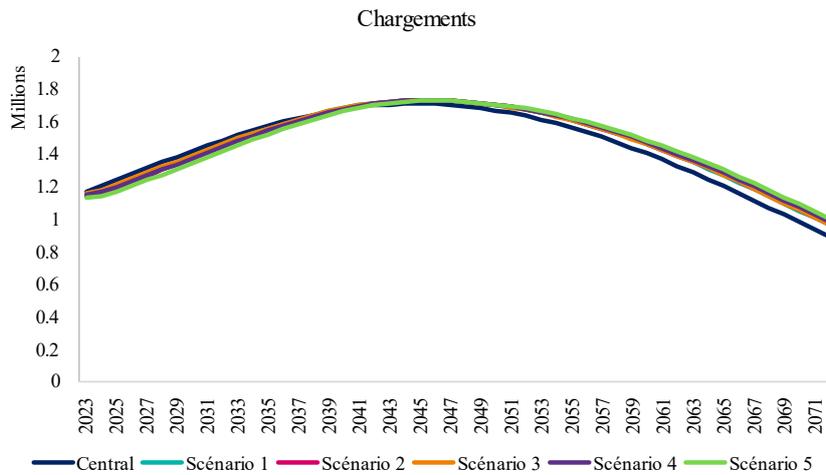


Figure 48 – Projection des chargements financiers

Les chargements financiers, essentiellement composés des chargements sur encours PTS, sont stables pour les différents scénarios.

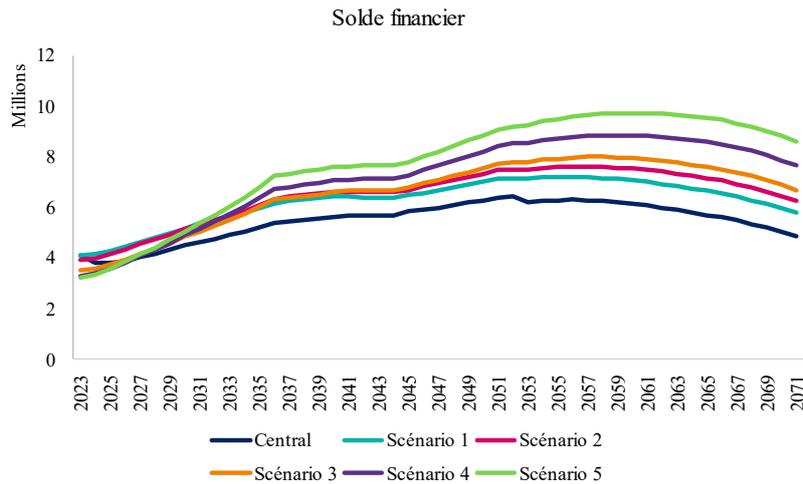


Figure 49 – Projection du solde financier

Nous pouvons observer que plus les investissements en actifs non amortissables sont importants, meilleur est le solde financier.

En examinant l'ensemble des résultats des sensibilités à l'allocation d'actifs, nous pouvons conclure qu'une augmentation de la part d'actions améliore le rendement des actifs et conduit à un meilleur solde financier. De plus, le taux de couverture du régime reste stable et supérieur à 100 %.

Par conséquent, en mettant en place un FRPS, l'organisme d'assurance peut augmenter la part d'actifs non amortissables et offrir une meilleure rémunération aux assurés et aux actionnaires.

- **Tests de résistance**

Les tests de résistance des cinq scénarios d'allocation d'actifs présentent les résultats suivants :

<i>Allocation 1</i>	Central	Sensibilité taux	Sensibilité action	Sensibilité mortalité
<b>Ratio de solvabilité initial</b>	177,9%	144,5%	177,9%	174,2%
<b>Ratio de solvabilité 3 ans</b>	209,8%	191,3%	209,8%	207,3%
<b>Ratio de solvabilité 10 ans</b>	243,0%	233,5%	242,5%	240,6%

<i>Allocation 2</i>	Central	Sensibilité taux	Sensibilité action	Sensibilité mortalité
<b>Ratio de solvabilité initial</b>	177,9%	144,5%	177,9%	174,2%
<b>Ratio de solvabilité 3 ans</b>	209,8%	191,3%	209,8%	207,3%
<b>Ratio de solvabilité 10 ans</b>	243,1%	233,6%	242,5%	240,7%

<i>Allocation 3</i>	Central	Sensibilité taux	Sensibilité action	Sensibilité mortalité
<b>Ratio de solvabilité initial</b>	177,9%	144,5%	177,9%	174,2%
<b>Ratio de solvabilité 3 ans</b>	209,8%	191,3%	209,8%	207,3%
<b>Ratio de solvabilité 10 ans</b>	243,4%	234,0%	242,7%	241,0%

<i>Allocation 4</i>	Central	Sensibilité taux	Sensibilité action	Sensibilité mortalité
<b>Ratio de solvabilité initial</b>	177,9%	144,5%	177,9%	174,2%
<b>Ratio de solvabilité 3 ans</b>	209,8%	191,3%	209,8%	207,3%
<b>Ratio de solvabilité 10 ans</b>	243,5%	234,3%	242,7%	241,1%

<i>Allocation 5</i>	Central	Sensibilité taux	Sensibilité action	Sensibilité mortalité
<b>Ratio de solvabilité initial</b>	177,9%	144,5%	177,9%	174,2%
<b>Ratio de solvabilité 3 ans</b>	209,8%	191,3%	209,8%	207,3%
<b>Ratio de solvabilité 10 ans</b>	243,6%	234,3%	242,7%	241,2%

Table 21 – Test de résistance par scénario d'allocation d'actifs

L'ensemble des ratios de solvabilité sont supérieurs à 100%. Il est à noter que le scénario de taux a un impact plus significatif sur le ratio.

▪ **Ratio de solvabilité S2 des scénarios d'allocation d'actifs**

Pour évaluer le risque associé aux cinq scénarios d'allocation d'actifs, nous effectuons le calcul du ratio de solvabilité selon l'approche définie par Solvabilité II :

<i>Ratio par scénario</i>	Allocation 1	Allocation 2	Allocation 3	Allocation 4	Allocation 5
<b>Ratio de solvabilité S2</b>	164%	151%	92%	69%	56%

Table 22 – Ratio de solvabilité par scénario d'allocation d'actifs

Les scénarios 3, 4 et 5, avec des compositions d'actions de 30%, 40% et 50% respectivement, affichent un taux de couverture S2 inférieur à 100%. Bien que ces scénarios offrent un rendement potentiellement plus élevé, ils présentent en contrepartie un niveau de risque accru tant pour l'assureur que pour l'assuré.

## 4.2 Sensibilité à la hausse et à la baisse des taux

Dans ce paragraphe, nous allons évaluer la résistance du régime pour les cinq scénarios d'allocation d'actifs. Pour ce faire, nous étudions l'impact d'une hausse des taux de +100 bps et d'une baisse des taux de -100 bps sur les indicateurs décrits au paragraphe précédent.

### 4.2.1 Sensibilité à la baisse des taux

- **Taux de rendement de l'actif**

Les taux de rendement du scénario de baisse des taux sont en diminution par rapport au scénario central. Nous pouvons également noter, comme pour le scénario central, une augmentation du taux de rendement pour les scénarios les plus risqués.

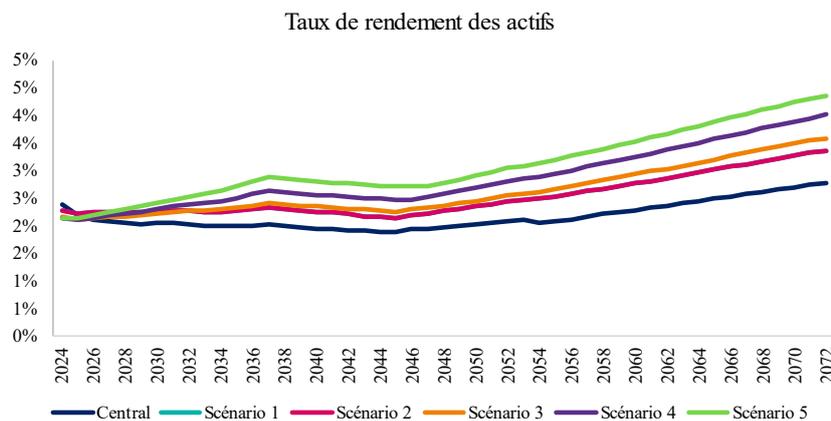


Figure 50 – Scénario baisse taux : taux de rendement

- **Taux de couverture du régime**

Le taux de couverture du régime est stable pour l'ensemble des scénarios d'allocation d'actifs et reste robuste au-dessus de 100 %. On note également des taux de couverture légèrement en dessous des taux du scénario de marché central.

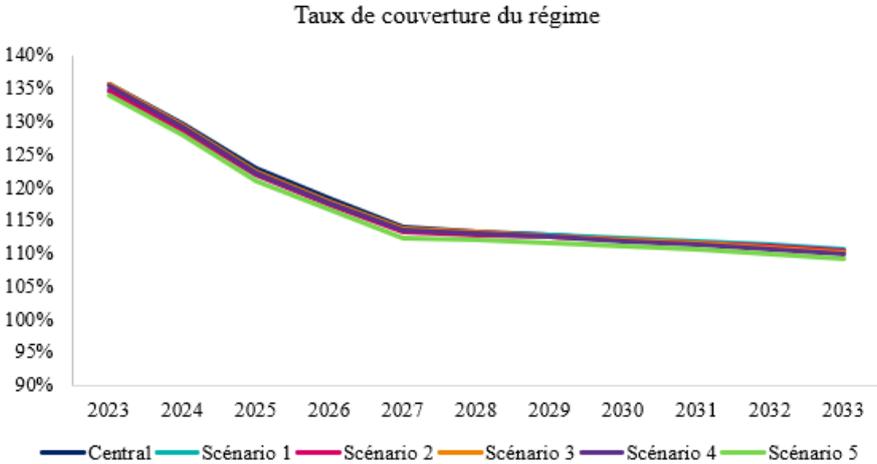


Figure 51 – Scénario baisse taux : taux de couverture

▪ **Taux de revalorisation de la valeur de service (TRVS)**

Plus la part action de l'allocation d'actifs augmente, plus le TRVS augmente comme pour le scénario central.

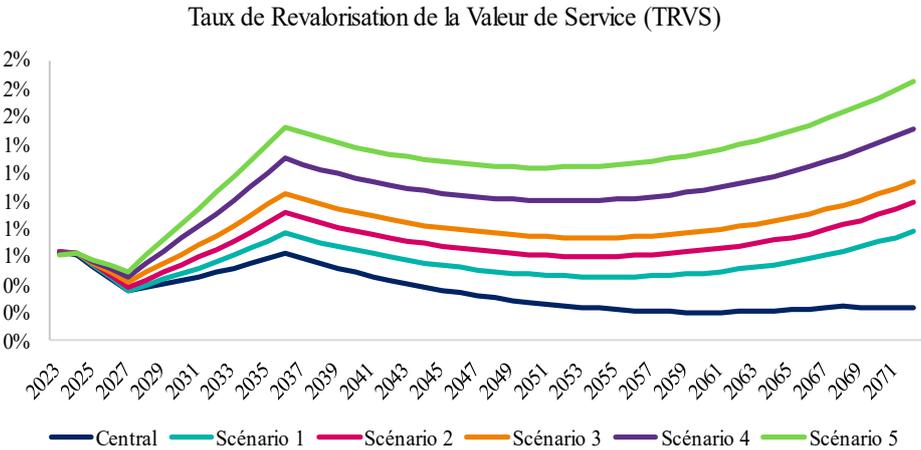


Figure 52 – Scénario baisse taux : TRVS

## ▪ Solde financier

La production financière en cas de baisse des taux diminue par rapport au scénario central, de même que le solde financier.

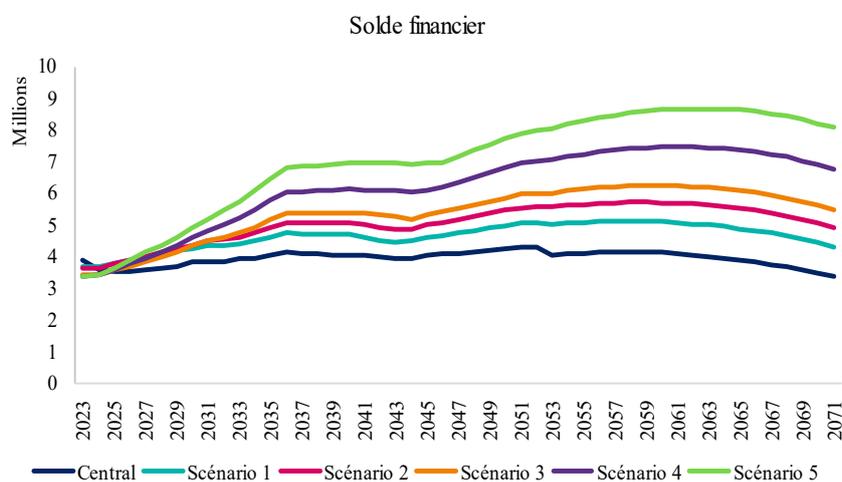


Figure 53 – Scénario baisse taux : solde financier

En examinant l'ensemble des résultats des sensibilités à l'allocation d'actifs, il est évident que le régime d'étude reste solide même en cas de baisse des taux de -100 bps. De plus, une augmentation des actifs à risque améliore le rendement des actifs, ce qui profite davantage aux assurés.

## 4.2.2 Sensibilité à la hausse des taux

### ▪ Taux de rendement de l'actif

Les taux de rendement du scénario de hausse des taux sont en augmentation par rapport au scénario central. Nous pouvons également noter, comme pour le scénario central et baisse taux, une augmentation du taux de rendement pour les scénarios les plus risqués.

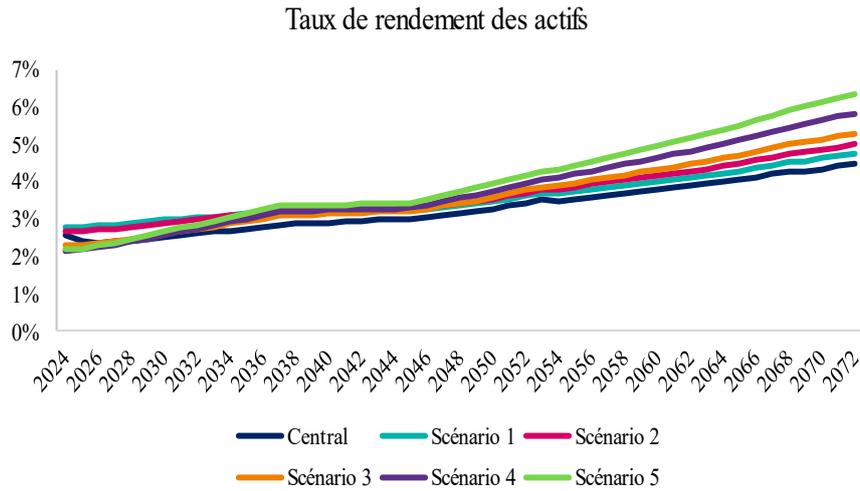


Figure 54 – Scénario hausse taux : taux de rendement

▪ **Taux de couverture du régime**

Il est à noter que plus les scénarios d’allocation d’actifs sont risqués, plus le taux de couverture du régime diminue. Le régime reste cependant robuste.

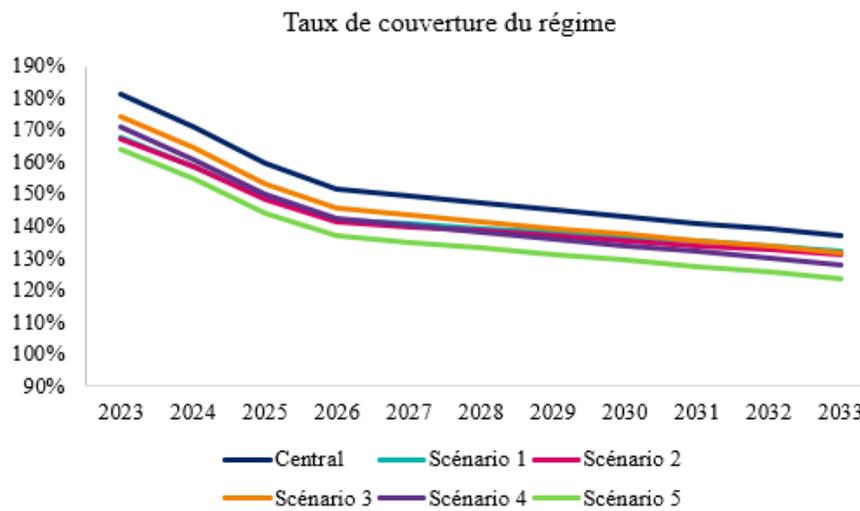


Figure 55 – Scénario hausse taux : taux de rendement

▪ **Taux de revalorisation de la valeur de service (TRVS)**

Le niveau des TRVS est légèrement au-dessus des niveaux observés au scénario central. Comme pour le central et la baisse des taux, le TRVS augmente lorsque la part action de l'allocation d'actifs augmente.

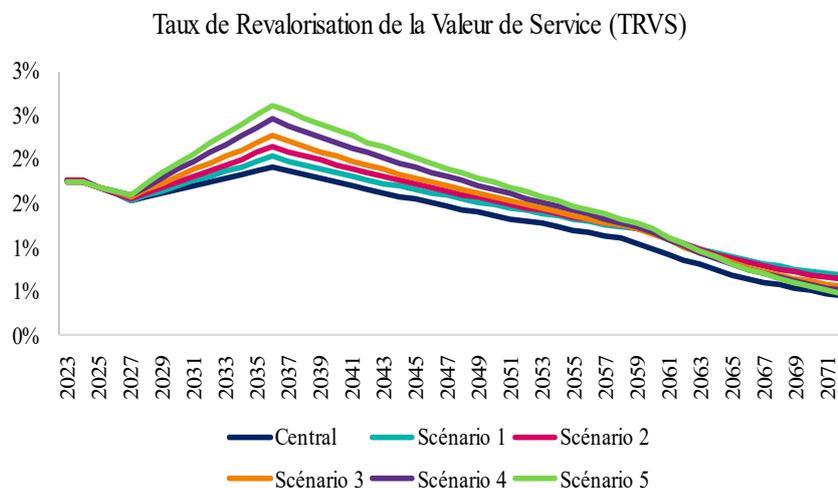


Figure 56 – Scénario hausse taux : TRVS

▪ **Solde financier**

La production financière en cas de hausse des taux augmente par rapport au scénario central, de même que le solde financier en phase avec l'évolution du taux rendement.

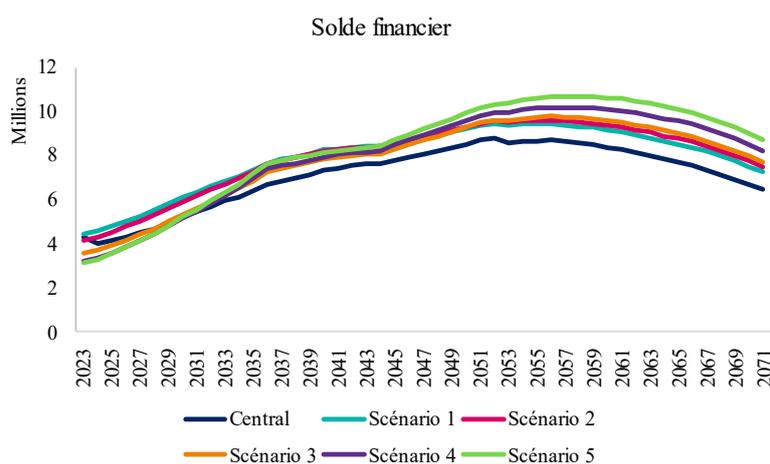


Figure 57 – Scénario hausse taux : solde financier

En examinant tous les résultats des sensibilités à l'allocation d'actifs, il est clair que le régime d'étude demeure solide même en cas d'augmentation des taux de 100 bps. De plus, une augmentation des actifs à risque améliore le rendement des actifs, offrant ainsi une meilleure rémunération aux assurés dans toutes les conditions de marché étudiées.

### **4.3 Suggestion de méthodologies de gestion des risques sous la norme FRPS**

Il a été montré qu'une modification de l'allocation d'actifs a très peu d'impact sur le niveau de l'EMS. À l'inverse, l'étude a démontré qu'une part importante d'actions implique un taux de couverture inférieur à 100% sous la norme Solvabilité II. Cette conclusion provient du fait que la norme Solvabilité II pénalise grandement les actions par une charge en capital élevée pouvant être comprise entre 39% et 49%.

Les actions offrent certes un rendement attractif mais représentent un niveau de risque élevé. Le passage en norme FRPS implique une marge de solvabilité ne prenant pas en compte l'exposition aux risques de marché et ne représente pas concrètement le risque réel encouru par la compagnie d'assurance. Une surexposition aux risques de l'assureur peut se répercuter sur le client dans le cas où l'assureur ne serait plus en mesure de respecter ses engagements.

Dans la suite de ce chapitre, nous allons évoquer quelques méthodologies de gestion des risques. On s'intéresse à deux mesures de risques qui sont largement utilisées par les institutions financières et d'assurance. Il s'agit de la Value-at-Risk (VaR) et la Tail-Value-At-Risk (TVaR).

L'objectif est d'évaluer la VaR à 97,5 % pour les indicateurs de couverture du régime d'étude et le taux de revalorisation de la valeur de service pour les scénarios d'allocation d'actifs suivants :

- Scénario 1 : allocation composée à hauteur de 20% d'actions ;
- Scénario 3 : allocation composée à hauteur de 30% d'actions ;

- Scénario 5 : allocation composée à hauteur de 50% d'actions.

### 4.3.1 Les principales mesures des risques

On définit une mesure de risque toute application  $\rho$  associant un risque  $X$  à un réel  $\rho(X) \in \mathbb{R}_+ \cup \{+\infty\}$ .

Une mesure de risque doit posséder une partie des caractéristiques suivantes :

- Sous additivité :  $\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$  quels que soient les risques  $X$  et  $Y$ . Cette propriété représente l'effet de diversification : une société qui couvre deux risques ne nécessite pas davantage de capitaux que la somme de ceux obtenus pour deux entités distinctes se partageant ces deux risques ;
- Monotonie :  $Pr[X < Y] = 1 \Rightarrow \rho(X) \leq \rho(Y)$  quels que soient les risques  $X$  et  $Y$ . Elle traduit le fait que si le montant d'un risque est systématiquement inférieur à celui résultant d'un autre risque, le capital nécessaire à couvrir le premier ne saurait être supérieur à celui nécessaire pour couvrir le second ;
- Invariance par translation :  $\rho(X + c) = \rho(X) + c$  pour toute constante  $c$  ;
- Homogénéité :  $\rho(cX) = c\rho(X)$  pour toute constante  $c$ .

Une mesure de risque invariante par translation, sous additive, homogène et monotone est dite cohérente.

#### ▪ La Value at Risk : VaR

La VaR est une mesure de risque développée dans les milieux financiers puis largement reprise dans les problématiques assurantielles. Elle est la mesure de risque sur laquelle repose le référentiel Solvabilité II.

La Value-at-Risk de niveau  $\alpha$  associée au risque  $X$  est donnée par :

$$VaR(X, \alpha) = \text{Inf}\{x \mid Pr[X \leq x] \geq \alpha\}$$

On notera que  $VaR(X, \alpha) = F_x^{-1}(\alpha)$  où  $F^{-1}$  représente la fonction quantile de la loi de  $X$ .

La Value-at-Risk est très utilisée dans les institutions financières et représente la perte potentielle maximale que peut subir un portefeuille à un niveau de risque sur un horizon fixé.

Soit  $X$  une variable aléatoire représentant le rendement d'un instrument financier et  $\alpha \in [0,1]$  le niveau de confiance par rapport auquel on souhaite déterminer la perte potentielle. Pour un horizon de gestion donné, la  $VaR_\alpha$  correspond au montant de perte au-delà duquel une perte survient avec une probabilité de  $(1 - \alpha)$ . Elle est donnée par le quantile d'ordre  $(1 - \alpha)$  de la distribution des rendements du portefeuille :

$$VaR_\alpha = F_X^{-1}(1 - \alpha)$$

- **La Tail Value at Risk : TVaR**

L'un des inconvénients de la VaR est qu'elle n'est pas une mesure sous additive du risque. Si on considère deux risques  $X$  et  $Y$  alors pour tout  $\alpha \in ]0,1[$  on peut avoir :

$$VaR_\alpha(X + Y) \geq VaR_\alpha(X) + VaR_\alpha(Y)$$

La TVaR a l'avantage de prendre en compte les valeurs d'une variable aléatoire au-delà de la VaR. La TVaR est de niveau  $\alpha$  associée au risque  $X$  est donnée par la formule :

$$TVaR_\alpha(X) = \frac{1}{1 - \alpha} \int_\alpha^1 F^{-1}(p) dp$$

La TVaR est une mesure de risque invariante par translation, sous additive, homogène et monotone, par conséquent elle est cohérente.

- **Application de la VaR aux TRVS et taux de couverture du portefeuille d'étude**

Nous avons appliqué la méthode de la VaR pour évaluer le taux de revalorisation de la valeur de service à servir à l'assuré et au taux de couverture du régime pour les trois scénarios d'allocation d'actifs décrits précédemment. Pour l'assuré, l'objectif est de quantifier le risque

associé à une allocation importante en actions à l'aide de l'indicateur TRVS. Quant à l'assureur, l'utilisation de l'indicateur de taux de couverture du régime lui permet de piloter le régime tel que détaillé dans la partie 1.3 du mémoire.

La méthodologie implique le calcul d'une VaR à 97,5 % en utilisant des simulations stochastiques de 1000 trajectoires pour les trois scénarios d'allocation d'actifs. Pour le calcul de la VaR, nous avons employé la méthode de Monte Carlo. Cela implique la génération de 1000 simulations d'une loi normale basée sur les moyennes et les écarts-types des trajectoires stochastiques des indicateurs TRVS et du taux de couverture, puis la détermination de la VaR à 97,5 %.

Ci-dessous, les résultats de calcul de la Value at Risk par scénario d'allocation d'actifs, obtenus pour l'estimation du taux de couverture du régime d'étude :

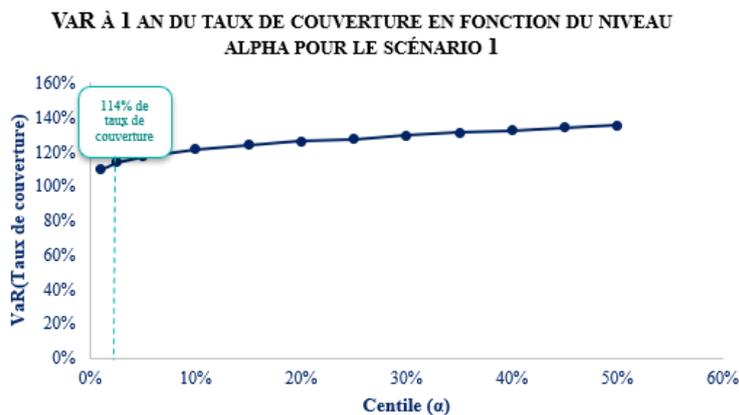


Figure 58 – VaR 1 à an du taux de couverture du régime scénario 1

Pour le scénario 1, la VaR à 1 an de niveau 2,5% signifie que le taux de couverture du régime est supérieur ou égale à 114% avec une probabilité de 97,5%.

Pour les scénarios 3 et 5, nous obtenons les résultats suivants :

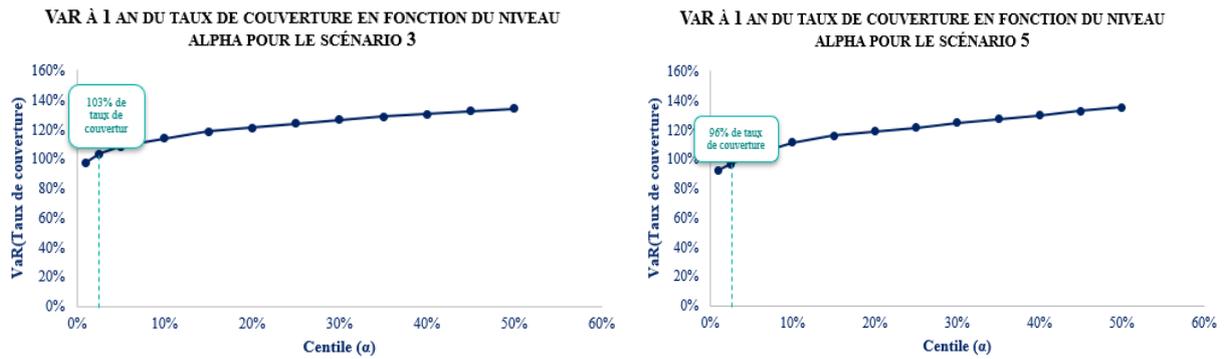


Figure 59 – VaR à 1 an du taux de couverture du régime scénarios 3 et 5

Il est à noter que les scénarios 3 et 5, avec des allocations en actions de 30 % et 50 % respectivement, présentent un taux de couverture du régime faible, et même inférieur à 100 % pour le scénario 5. Cela indique un niveau de risque élevé pour l'équilibre du régime, ce qui signifie que l'assureur pourrait ne plus être en mesure de respecter ses engagements.

Pour l'indicateur de TRVS, la VaR à 1 an de niveau 2,5% signifie que l'assureur peut servir un niveau de TRVS dans 1 an supérieur ou égale à 0,47% avec une probabilité de 97,5%.

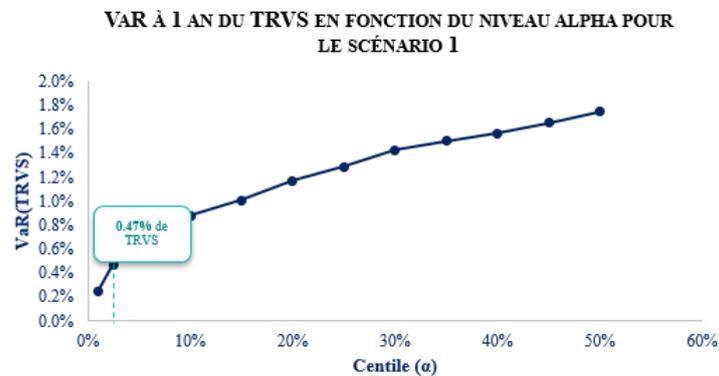


Figure 60 – VaR à 1 an du TRVS scénario 1

Pour les scénarios 3 et 5 d'allocation d'actifs, les résultats sont les suivants :

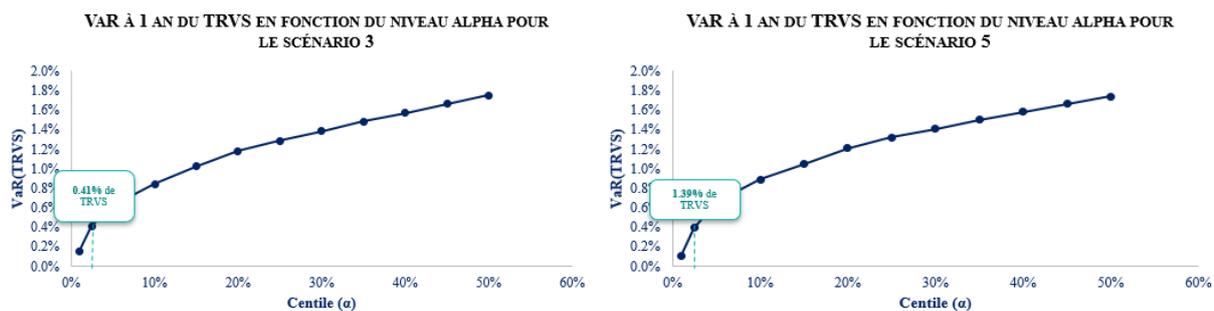


Figure 61 – VaR à 1 an du TRVS scénarios 3 et 5

Nous constatons que plus la composition d’actions est élevée, plus la VaR à 97,5% du TRVS est réduite.

Au vu de l’ensemble des résultats, nous pouvons conclure que l'utilisation de la gestion des risques par la méthode de la VaR a permis de mettre en évidence le risque associé à une allocation importante en actions. En effet, le scénario 5 a révélé une Value at Risk à 97,5 % du taux de couverture en dessous de 100 %, ce qui met en péril l'équilibre du régime.

## 5. Conclusion générale

Dans ce mémoire, nous nous sommes intéressés à l'impact économique et réglementaire d'une mise en place d'un FRPS sur un portefeuille de retraite en L.441.

Nous avons débuté notre étude en exposant le mécanisme de fonctionnement des produits de retraite en L.441, ainsi que les indicateurs de gestion du régime, dont le taux de couverture réglementaire. Ce dernier est une mesure de l'équilibre du régime, et dans le cas de notre portefeuille d'étude, il s'élève à 138 %. Ce chiffre atteste de la solidité et de la santé financière du régime.

Pour évaluer le taux de couverture sous la norme Solvabilité II, nous avons entrepris une projection du compte de résultat du régime L.441 à partir du 31 décembre 2022, sur un horizon de 50 ans. Par la suite, nous avons mené une analyse de l'impact des variations des conditions du marché sur le coût en capital selon les exigences de Solvabilité II. Ces résultats ont été ensuite confrontés à l'Exigence de Marge de Solvabilité (EMS) afin d'en extraire les avantages réglementaires associés à la mise en place d'un FRPS.

L'étude a mis en avant un niveau de SCR de 13,7M€ et un taux de couverture Solvabilité II de 164 %. Il apparaît que plus les taux sont bas, plus le coût en capital Solvabilité II est élevé. En revanche, une augmentation des taux entraîne une baisse du niveau des SCR. Le transfert de notre portefeuille d'étude vers un FRPS accroît le taux de couverture de 14 %, soit 178 %. Le ratio de solvabilité en vision FRPS est plus favorable que dans le cadre de Solvabilité II, quel que soit le scénario de sensibilité des conditions de marché analysé.

En ce qui concerne la solidité du FRPS, les tests de résistance démontrent sa capacité à répondre aux engagements dans les trois scénarios de conditions défavorables sur une période de dix ans. La marge de solvabilité pour chaque année de projection demeure constamment supérieure à l'Exigence de Marge de Solvabilité et au fonds de garantie, quel que soit le scénario de choc.

Après avoir évoqué les avantages de l'environnement réglementaire du FRPS, plus adapté à la durée des contrats de retraite, nous nous sommes intéressés aux opportunités économiques

d'une mise en place d'un FRPS. Nous avons étudié cinq stratégies d'allocation d'actifs en faisant varier la part d'actions de 20 % à 50 % et en mesurant l'impact sur les indicateurs tels que le taux de rendement de l'actif, le taux de couverture du régime, le taux de revalorisation de la valeur de service, la production financière et le solde financier.

Une étude de sensibilité à la hausse des taux de +100 bps et à la baisse des taux de -100 bps a ensuite été effectuée. Les résultats ont été comparés au scénario central.

Les résultats ont mis en évidence qu'une augmentation de la part d'actions dans le portefeuille génère une amélioration du rendement des actifs et contribue à un équilibre financier plus favorable. De plus, le taux de couverture du régime reste solide, demeurant systématiquement au-dessus de 100 %, indépendamment du scénario d'allocation d'actifs.

L'augmentation du taux de revalorisation de la valeur de service est corrélée à la croissance de la part d'actions du portefeuille. Cette évolution se traduit par une amélioration du pouvoir d'achat pour l'assuré.

Toutefois, les scénarios ayant une composition d'action supérieure à 30% ont des taux de couverture S2 inférieurs à 100 %. Bien que ces scénarios offrent un rendement potentiellement plus élevé, ils présentent en contrepartie un niveau de risque accru.

Finalement, nous pouvons tirer la conclusion que l'introduction d'un FRPS représente une opportunité avantageuse pour notre portefeuille d'étude à la fois du point de vue réglementaire et économique. La transition vers cette norme a contribué à réduire les besoins en capital immobilisé. En outre, le passage à un FRPS au sein du portefeuille offre la possibilité d'investir dans des actifs de diversification qui sont potentiellement plus rémunérateurs à long terme pour les actuels et futurs retraités. Néanmoins, le risque associé à l'augmentation de l'allocation en actions doit être encadré. Ce risque pourrait éventuellement être défini dans le cadre d'une stratégie d'appétence aux risques mise en place par l'assureur. Dans le contexte de la gestion des risques, nous avons suggéré une méthodologie de contrôle des risques (Value-At-Risk) pour améliorer la gestion du taux de couverture du régime L.441 et du taux de revalorisation de la valeur de service, dans le but d'assurer une protection optimale aux assurés.

## Bibliographie

<https://www.argusdelassurance.com/assurance-depersonnes/>

[prevoyance/naissance-des-frps-impact-sur-la-gestion-desengagements-de-retraite-professionnelle-supplementaire.187353](https://www.argusdelassurance.com/assurance-depersonnes/assurance-depersonnes/prevoyance/naissance-des-frps-impact-sur-la-gestion-desengagements-de-retraite-professionnelle-supplementaire.187353)

<https://www.economiematin.fr/news-retraites-gestion-fonds-pension-frps-tena>

<https://www.prefon.fr/assets/files/prefon-retraite/notices/notice-d-information-prefon-retraite-2022.pdf>

<https://www.nexialog.com/wp-content/uploads/2021/05/Note-FRPS-Mai-2021.pdf>

<http://www.fraeris.fr/wp-content/uploads/FRAERIS-BI-n%C2%B08-201712.pdf>

<https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/20170720-notice-admissibilite-pvl-frps.pdf>

Aoudi T. *Optimisation du ratio de solvabilité, pour les contrats d'épargne, en contexte de taux bas*. 2021.

Moinet F. *Opportunités et contraintes de la nouvelle réglementation des FRPS pour un portefeuille de retraite entreprise*. 2017

Vaujany P. *Impact du modèle de taux nominaux et son calibrage sur les indicateurs de Solvabilité II*. 2019

Bouis M. *La faculté de dévaluer le point sur un régime L.441 : Les effets sur la revalorisation des rentes et le résultat technique*. 2019

Lorin N. *Le cantonnement des engagements de retraite au sein des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire*. 2018

Lernout M. *Allocation stratégique d'actif pour un contrat d'assurance retraite soumis à Solvabilité II. Perspectives offertes par les FRPS.* 2017

Toledano K. *Réflexions sur la pertinence de création d'un FRPS.* 2022

Hosni Y. *Méthode d'atténuation du risque de marché : Risque action et risque de spread.* 2017

# ANNEXES

## Tests de résistance

### › Article R441-16

Version en vigueur depuis le 01 mai 1995

Modifié par Décret n°95-391 du 12 avril 1995 - art. 6 () JORF 14 avril 1995 en vigueur le 1er mai 1995

En cas de cessation du paiement des cotisations, la convention peut prévoir la déchéance des droits acquis si le participant ne justifie pas du versement d'au moins deux annuités.

Elle peut également prévoir une réduction du nombre d'unités de rente inscrites au compte d'un participant en application de [l'article R. 441-18](#) :

-lorsque l'intéressé a payé les primes ou cotisations afférentes à plus de trois années, mais n'a pas effectué des versements réguliers jusqu'à l'âge de l'entrée en jouissance, cette réduction ne peut avoir pour effet de réduire la prestation à un montant inférieur au produit du nombre d'unités de rente inscrites avant réduction par la moyenne des valeurs de service de l'unité de rente fixées pour les années au cours desquelles il a effectué ses versements ;

-lorsqu'à l'âge de l'entrée en jouissance le participant ne peut faire état d'un nombre minimal d'années fixé par la convention depuis son adhésion ;

-lorsque le participant demande une anticipation de la date de l'entrée en jouissance ;

-lorsque le participant use de la possibilité d'obtenir une réversion prévue à titre facultatif par la convention.

La convention peut également prévoir une majoration du nombre d'unités de rente inscrites au compte du participant en application de l'article R. 441-18 précité lorsque l'intéressé ajourne la date de l'entrée en jouissance.

### › Article R441-21

Version en vigueur depuis le 01 septembre 2017

Modifié par Décret n°2017-1172 du 18 juillet 2017 - art. 1

Chaque année, l'assureur calcule le montant de la provision mathématique théorique qui serait nécessaire pour assurer le service des rentes viagères immédiates et différées sur la base de la valeur de service à la date de l'inventaire. Ce calcul est effectué à partir des règles techniques édictées par arrêté du ministre de l'économie.

Lorsque la somme du montant de la provision technique spéciale constituée au titre de la convention, des plus-values et moins-values latentes nettes sur les actifs affectés à la provision technique spéciale et de la provision technique spéciale de retournement est inférieure au montant de la provision mathématique théorique relative à cette même convention, l'entreprise d'assurance procède, dans les conditions mentionnées au I de l'article R. 441-7-1, à l'affectation aux engagements relatifs à cette convention d'actifs représentatifs de ses réserves ou de ses provisions autres que ceux représentatifs de ses engagements réglementés, à hauteur de la différence entre le montant de la provision mathématique théorique et la somme précitée.

NOTA :

*Conformément aux dispositions du I de l'article 2 du décret n° 2017-1172 du 18 juillet 2017, ces dispositions entrent en vigueur le 1er septembre 2017.*

## Le modèle de taux

Les modèles de taux permettent de projeter l'évolution des taux d'intérêt. Il existe plusieurs types de modèles, dont des modèles à un facteur (par exemple, le taux court) et des modèles multifactoriels. Dans cette partie, nous décrivons le modèle à plusieurs facteurs que nous utiliserons par la suite pour la projection des indicateurs. Il s'agit du modèle LMM+ (Libor Market Model Plus) qui est un modèle de diffusion des taux forward reposant sur un processus de volatilité stochastique. Ce modèle est particulièrement adapté pour la réplique des smiles de volatilité observée sur les marchés. Le modèle LMM+ est utilisé dans la suite de ce mémoire, la dynamique est la suivante :

$$dF_k(t) = (F_k(t) + \delta) (V(t) \sum_{i=m(t)}^k \left[ \frac{\Delta_i (F_i(t) + \delta)}{1 + \Delta_i (F_i(t))} \gamma_i(t) \cdot \gamma_k(t) \right] dt + \sqrt{V(t)} \cdot \gamma_k(t) \cdot dZ^d(t))$$

Avec :

$F_k(t)$  : la valeur en date t du taux forward sur la période  $[T_k, T_{k+1}]$

$\delta$  : appelé shift ou coefficient de déplacement

$Z(t)$  : le mouvement brownien géométrique

$\gamma_i(t)$  : la composante de volatilité du taux forward dépendant de la durée

$V(t)$  : un processus stochastique suivant une dynamique Cox-Ingersoll-Ross :

$$dV(t) = a(b - V(t))dt + \epsilon\sqrt{V(t)}dW(t)$$

a : la vitesse de retour à la moyenne

b : la moyenne du processus à long terme de la variance

$\epsilon$  : la volatilité du taux de la variance.

Le modèle LMM+ dérive du modèle LMM. Ce dernier ne prenant pas en compte les taux négatifs, l'alternative a été d'introduire un shift appelé coefficient de déplacement, noté  $\delta$ . Le modèle LMM suppose une loi de distribution en Log-Normal, ainsi ne peut produire que des taux positifs. Le contexte économique des taux bas a rendu ce modèle obsolète. L'utilisation du coefficient de déplacement dans le modèle LMM+ permet de diffuser des taux forward sur la période  $[-\delta; +\infty[$ .

Le modèle LMM+ intègre une volatilité stochastique qui permet à la fois de prendre en compte les phénomènes de smile mais aussi une meilleure modélisation des mouvements des surfaces de volatilité implicite.

### **Le modèle action**

Le modèle de Black & Scholes est un modèle de référence pour la modélisation des actifs risqués. La dynamique du modèle est définie par l'équation suivante :

$$dS_t = (r - \rho)S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

Avec :

- $S_t$  : le prix de l'action sous-jacente
- $r$  : le taux de rendement instantané espéré de l'action
- $\rho$  : le taux de dividende espéré de l'action
- $\sigma$  : la volatilité du rendement
- $W_t$  : un mouvement brownien standard

Les principales hypothèses du modèle sont les suivantes :

- le marché est liquide : on peut acheter ou vendre à tout moment
- on peut emprunter et vendre à découvert

– les échanges ont lieu sans coût de transaction.

La simulation de l'actif risqué s'effectue grâce à la discrétisation de la dynamique sous la probabilité risque neutre :

$$S_{t+\kappa} = S_t e^{\left(r - \rho - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\kappa + \sigma\sqrt{\kappa}N(0,1)}$$

Le modèle de Black & Scholes est aussi utilisé pour générer les flux de l'indice immobilier. En effet, les variations des prix de l'immobilier peuvent être assimilées à ceux des prix de l'action. Cependant, le marché des dérivés sur des actifs immobiliers n'est pas aussi liquide et profond que celui des actions. La volatilité du modèle immobilier est calibrée sur la base des prix historiques.

### **Calibrage des modèles**

Le calibrage du modèle est une étape fondamentale dans la validation de l'ESG. Elle permet au modèle de répliquer les conditions de marché. La condition de Market Consistency des trajectoires générées par un ESG risque-neutre impose que les prix des instruments financiers fournis par les modèles soient égaux à leurs valeurs de marché. Ainsi, le calibrage de l'ESG consiste à trouver les paramètres des modèles de diffusion de manière à avoir des trajectoires Market consistent.

### **La volatilité implicite**

La volatilité implicite mesure l'écart à la moyenne des mouvements de cours du risque d'un actif sur une période donnée. Chaque actif a un niveau de risque à mettre en corrélation avec sa rentabilité. La volatilité implicite évalue le risque au cours du temps ainsi que la rentabilité du titre. Ainsi, plus la volatilité implicite est forte plus le risque est élevé. Elle mesure le prix du risque. Contrairement à la volatilité historique, fondée sur l'historique d'évolution des prix, la volatilité implicite mesure les variations futures du cours d'un sous-jacent. La volatilité implicite représente l'offre et la demande du marché pour chacune de ces options.

Elle est calculée à partir de la formule de Black & Scholes par l'algorithme de Newton-Raphson. Étant donné que pour une option, le strike  $K$  ainsi que la maturité  $T$  sont connus à l'avance, le sous-jacent  $S_0$  est une donnée de marché, la valeur de la volatilité implicite peut être interprétée comme étant la valeur  $\sigma^*$  vérifiant l'équation de Black & Scholes. Elle est dite implicite car sa valeur s'obtient par déduction via un calcul inverse d'un modèle.

Lorsque la volatilité implicite est faible, nous pouvons en déduire que l'option est à la monnaie (ATM). Plus la volatilité est importante, plus l'option devient à la monnaie (ITM) ou en dehors de la monnaie (OTM). Les trois facteurs qui influent sur la volatilité implicite sont : • Le prix de l'option : plus le prix de l'option est élevé, plus la volatilité implicite est forte.

- Le taux sans risque : c'est le taux de rendement d'un placement sans risque.

- La maturité de l'option : plus sa durée de vie est importante, plus la volatilité implicite est forte.

### **Calibrage du LMM+ et Black & Scholes**

Le calibrage du modèle LMM+ repose sur la minimisation des écarts entre les prix de swaptions dits de référence et les prix théoriques du modèle. Pour calculer les prix de référence, il convient de définir une courbe des taux de référence (courbe des taux swap ou courbe des taux réglementaire) ainsi que des volatilités de référence (volatilités log-normales ou normales). L'application d'une formule de valorisation (formule de Black ou de Bachelier selon le référentiel de volatilités considéré) permet de calculer les prix de référence qui constituent la cible à répliquer dans le processus de calibrage.

La première étape consiste à calculer les prix de référence des swaptions à partir de la formule de Bachelier :

$$Prix_{\alpha,\beta}^{référence}(0) = \sigma_{\alpha,\beta}^N \sqrt{T_\alpha} \left( \tilde{d}_1 \Phi(\tilde{d}_1) + \Psi(\tilde{d}_1) \right) \sum_{i=\alpha+1}^{\beta} P(0, T_i);$$

Avec :

$$\tilde{d}_1 = \frac{S_{\alpha,\beta}(0) - K}{\sigma_{\alpha,\beta}^N \sqrt{T_\alpha}}$$

–  $\psi$  la densité d'une loi Normale  $N(0,1)$

–  $S_{\sigma,\beta}(0)$  le taux swap forward en  $t=0$

La deuxième étape consiste à déterminer des paramètres  $\omega = (a, b, c, d, \kappa, \theta, \epsilon, \rho)$  du modèle pour minimiser les écarts quadratiques entre les prix de référence et les prix théoriques :

$$\hat{\omega} = \underset{\omega}{\text{Argmin}} \left( \sum_k (Prix_k^{référence} - Prix_k^{théorique})^2 \right)$$

Les prix théoriques sont estimés par formule semi-fermée à l'aide de la fonction caractéristique du log-ratio du taux swap sous-jacent à la swaption.

Le modèle LMM+ est un modèle à volatilité stochastique particulièrement adapté pour la réplication des smiles de volatilité observée sur les marchés. En pratique, il est donc nécessaire de considérer des volatilités de swaptions ATM et OTM dans le processus de calibrage de façon à contraindre le modèle à répliquer fidèlement les profils de smile et de skew. Il est notamment fréquent de constater que l'intégration de volatilités de swaptions OTM améliore la réplication des volatilités de swaptions ATM par rapport à un calibrage uniquement établi sur ces volatilités. De même, on vérifie en général que le re-pricing d'instruments non considérés pour

le calibrage (par exemple, des caps et des floors) est plus précis lorsque le modèle est calibré sur volatilités de swaptions ATM / OTM plutôt que sur volatilités de swaptions ATM uniquement.

Le modèle LMM+ est susceptible de générer des taux négatifs via l'intégration d'un déplacement factor  $\delta$ . Ce paramètre est le plus souvent fixé à 45 % par les différents acteurs de marché (valeur par défaut de l'ESG Barrie-Hibbert). Au même titre que les autres paramètres (associés à la paramétrisation de la structure de volatilité), ce coefficient de déplacement intervient dans les formules de calibrage du modèle LMM+. Il est ainsi possible d'effectuer des sensibilités sur ce paramètre et d'étudier la market consistency des tables associées afin de sélectionner le niveau le plus cohérent possible. Pour ce faire, on considère plusieurs niveaux de shift et on étudie les tables générées à partir de différents critères (martingalité, répliquations des volatilités de swaptions ATM et OTM, qualité de re-pricing des caps et des floors. . .).

### Tests martingales Déflateur

Pour le déflateur  $D^i(t)$ , le test de martingalité consiste à vérifier que la moyenne empirique  $M_N(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D^i(t)$  est suffisamment proche du prix zéro coupon nominal en  $t = 0$   $P_n(0, t)$ , avec un intervalle de confiance de niveau  $\alpha$  ( $\alpha = 95\%$  dans les résultats). L'intervalle de confiance est défini comme suit :

$$I_N(t) = \left[ M_N(t) - \frac{\sigma_N(t)}{\sqrt{N}} * q_{\frac{1+\alpha}{2}} ; M_N(t) + \frac{\sigma_N(t)}{\sqrt{N}} * q_{\frac{1+\alpha}{2}} \right]$$

Avec :  $\sigma_N(t) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (D^i(t) - M_N(t))^2}$  et  $q_{\frac{1+\alpha}{2}}$  le quantile d'ordre  $\frac{1+\alpha}{2}$  de la loi Normale  $N(0,1)$ .

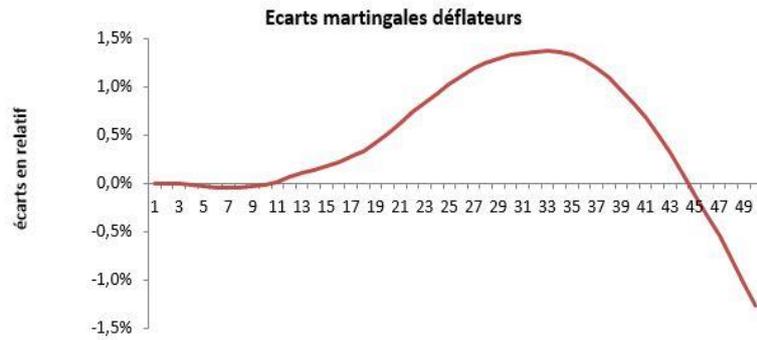


Figure 62 – Test de martingalité du déflateur

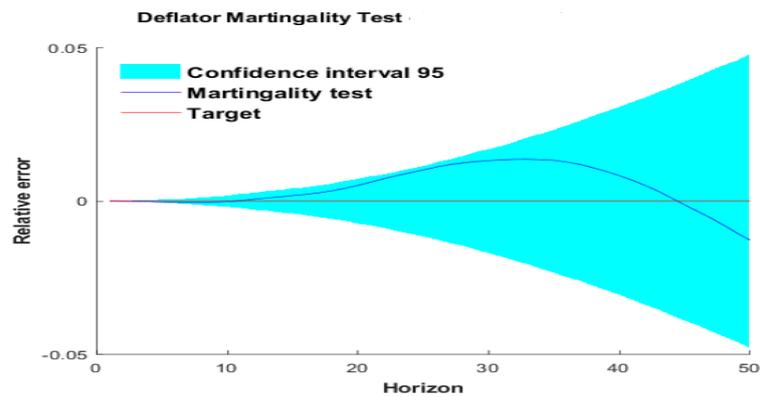


Figure 63 – Test de martingalité du déflateur avec intervalle de confiance

Les écarts martingales déflateurs sont d'amplitudes inférieurs à 1,5%.

### Tests martingales indice action

Il s'agit de vérifier que la moyenne empirique  $M_N(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D^i(t) S^i(t)$  est suffisamment proche de  $S(0)$  la valeur de l'indice action en  $t=0$ . L'indice action utilisé pour le test est l'Euro Stoxx 50. Les tests de martingalité sur l'indice immobilier sont complètement analogues.

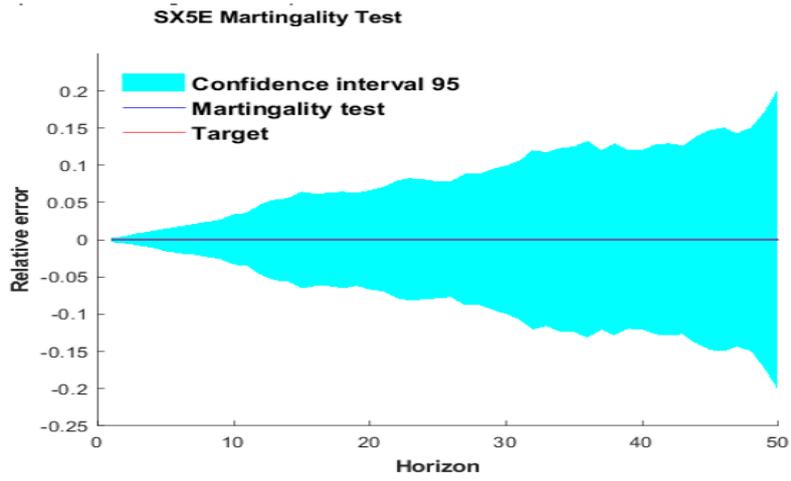


Figure 64 – Test de martingalité indice Action

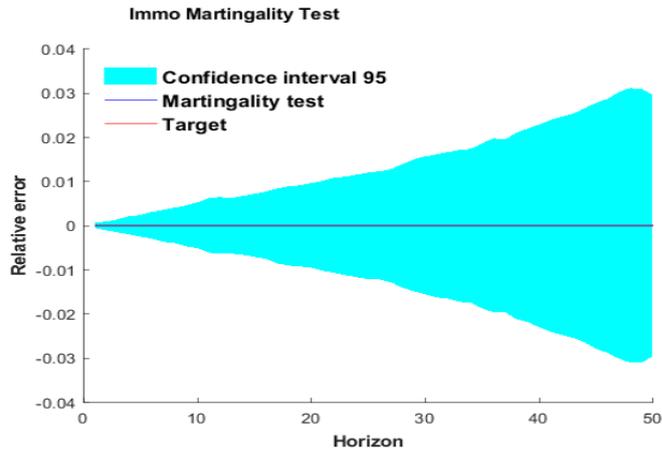


Figure 65 – Test de martingalité indice Immobilier

## Modélisation actif/passif

La gestion actif-passif est une pratique qui regroupe l'ensemble des actes de gestion de l'actif et du passif visant à couvrir les risques financiers et optimiser le pilotage stratégique d'investissement d'une institution financière.

### Modélisation des obligations

Cette catégorie regroupe les instruments financiers de dette occasionnant un remboursement à un terme prédéfini et donnant droit à des revenus fixes ou variables, réguliers ou à terme. Les obligations sont valorisées grâce aux courbes de taux définies dans l'ESG.

Pour chaque obligation, le modèle projette l'échéancier de ses flux futurs vus de la date de valorisation  $t$ . L'échéancier aura la forme suivante :



$t$  est la date à laquelle le modèle effectue le calcul. Les  $T_i$  représentent les fractions d'année entre  $t$  et les dates de flux futur  $F_i$  de l'instrument de taux. Les fractions d'année sont calculées en base 30/360. Les dates de flux sont déterminées en fonction de la périodicité du titre et de la date d'échéance.

Notons les données de calcul :

$Coupon_t$  : le flux de coupon à la date  $t$ .

$VRemb_t$  : Valeur de remboursement du titre en date d'échéance. Elle est fixe en général et variable pour les obligations indexées inflation.

$C$  : Marge faciale qui correspond à la valeur du taux de coupon pour les titres à taux fixes ou à la marge additive (spread) pour les titres à taux variables.

$P$  : Périodicité des coupons du titre.

*Date d'échéance* : Date d'échéance du titre et également la date de remboursement du principal.

*date de tombée du coupon* : Cette date correspond au 30/06.

$T_{-1}/T_1$  : Date de tombée du coupon précédent/ du prochain coupon.

$R^{ZC}(t, T)$  : Taux zéro-coupon observé à la date  $t$  pour la maturité  $T$ .

### **Flux sur la période**

Le flux tombant à la date  $t$  d'obligations (à taux fixes, indexées sur l'inflation, à taux variables) est la somme du flux de remboursement du nominal et du coupon ( $Coupon_t$ ) générés par le titre à la date  $t$ . Ce flux est réduit du montant de défaut probabilisé dans le cas d'obligations corporate. Le flux est ensuite utilisé dans le calcul de la production financière. Le calcul du coupon et du flux de remboursement est spécifique à chaque instrument de taux.

- Calcul du flux pour les obligations à taux fixes

Dans le cas d'obligations à taux fixes non risquées :

$$FluxPériode_t = Coupon_t + VRemb_t \times \mathbf{1}_{t=date\ d'échéance}$$

Avec :

$$TauxCoupon_t = \left[ (1 + C)^{\frac{1}{P}} - 1 \right]$$

$$Coupon_t = TauxCoupon_t \times VRemb_t \times \mathbf{1}_{t=date\ de\ tombée\ du\ coupon}$$

### **Calculs des Valeurs boursières**

La valeur boursière d'obligations non risquées (à taux fixes, indexées sur l'inflation, à taux variables) correspond à la somme des flux futurs actualisés au taux zéro-coupon non risqué. Dans le cas d'obligations corporate, le calcul de la valeur boursière repose sur le facteur d'actualisation de la notation correspondante.

- Pour les obligations à taux fixes

La valeur boursière du titre à taux fixe non risqué (y compris zéro-coupon) s'obtient alors à partir de la formule ci-dessous :

$$VBour_t = \left( \sum_{i=1}^N \frac{F_i}{(1 + R^{ZC}(t, T_i))^{T_i-t}} \right) \times VRemb_t - ICNE_t$$

Où  $F_i$  représente le flux projeté en  $T_i$ , exprimé en pourcentage de la valeur de remboursement  $VRemb_t$ .

Les flux d'un titre à taux fixe ou zéro-coupon sont donnés par :

$$\begin{cases} F_i = (1 + C)^{\frac{1}{P}} - 1, \forall i = 1, \dots, N - 1 \\ F_N = (1 + C)^{\frac{1}{P}} \end{cases}$$

Pour un taux zéro-coupon,  $C$  est égal à 0 donc seul le dernier flux compte.

### **Modélisation des actions**

Cette catégorie regroupe les instruments financiers de type action et assimilés.

Les instruments de diversification sont valorisés à l'aide d'indices de rendement issus de l'ESG.

Pour cette catégorie d'actifs, le modèle de projection évalue à chaque demi-année les éléments suivants :

- Les flux de dividende ou de loyer de la période ;
- La valeur boursière.

Notons les données de calcul :

$IndiceDiv_t$  : Indice de dividende en date t

$VBour_{t-1}$  : Valeur boursière de la période précédente,

$Indice_t$  : Valeur de l'indice de marché sous-jacent en date t

$\beta$  : Coefficient de corrélation entre l'indice et le titre.

La formule du dividende est :

$$Dividendes_t = IndiceDiv_t \times VBour_{t-1}$$

La valeur de marché est calculée comme suit :

$$VBour_t = \left( 1 + \left( \frac{Indice_t}{Indice_{t-1}} - 1 \right) \times \beta \right) \times VBour_{t-1}$$

## **Modélisation des passifs**

### **Hypothèses structurantes de passifs**

L'actualisation des flux de passif de la PMT s'effectue à l'aide de la courbe de Swap de l'année n tenant compte des ajustements réalisés pour obtenir la courbe des taux EIOPA projetée.

En effet, à chaque date et pour chaque scénario, des ajustements sont déterminés pour traiter la courbe de taux swap issue de la diffusion des taux de l'ESG. Ces ajustements sont explicités dans le document fonctionnel détaillé « Principes de projection » et sont définis de la manière suivante :

- CRA - Ajustement au titre du risque de crédit : pour construire la courbe des taux sans risque, l'EIOPA déduit de la courbe des taux swaps interbancaires (EURIBOR, LIBOR...), un taux d'ajustement représentatif du risque de crédit intégré dans ces taux ;

- Correction du VA : la courbe des taux sans risque est augmentée du VA qui correspond à 65 % de l'écart entre le taux d'intérêt qu'il serait possible de retirer des actifs inclus dans un portefeuille de référence et les taux de la courbe des taux d'intérêt sans risque pertinent ;
- Convergence vers l'UFR : L'extrapolation de la courbe des taux de swaps corrigée du VA est effectuée à partir d'un point de bascule appelé « LLP (Last Liquidity Point) de manière à converger, en taux forward, vers un point ultime appelé l'UFR « Ultimate Forward Rate » paramétrable et constant.

Les valeurs d'acquisition et de service du point sont initialisées à partir des données d'inventaire. Ces valeurs sont revalorisées par régime au cours de la projection selon le taux de revalorisation appliqué.

À noter que lorsque la convention du régime le prévoit, une baisse de la valeur de service pourrait être autorisée.

### **Projection du passif**

Le schéma ci-dessous présente les différents changements d'états de l'assuré et de l'éventuel bénéficiaire dans le modèle au cours de la projection :

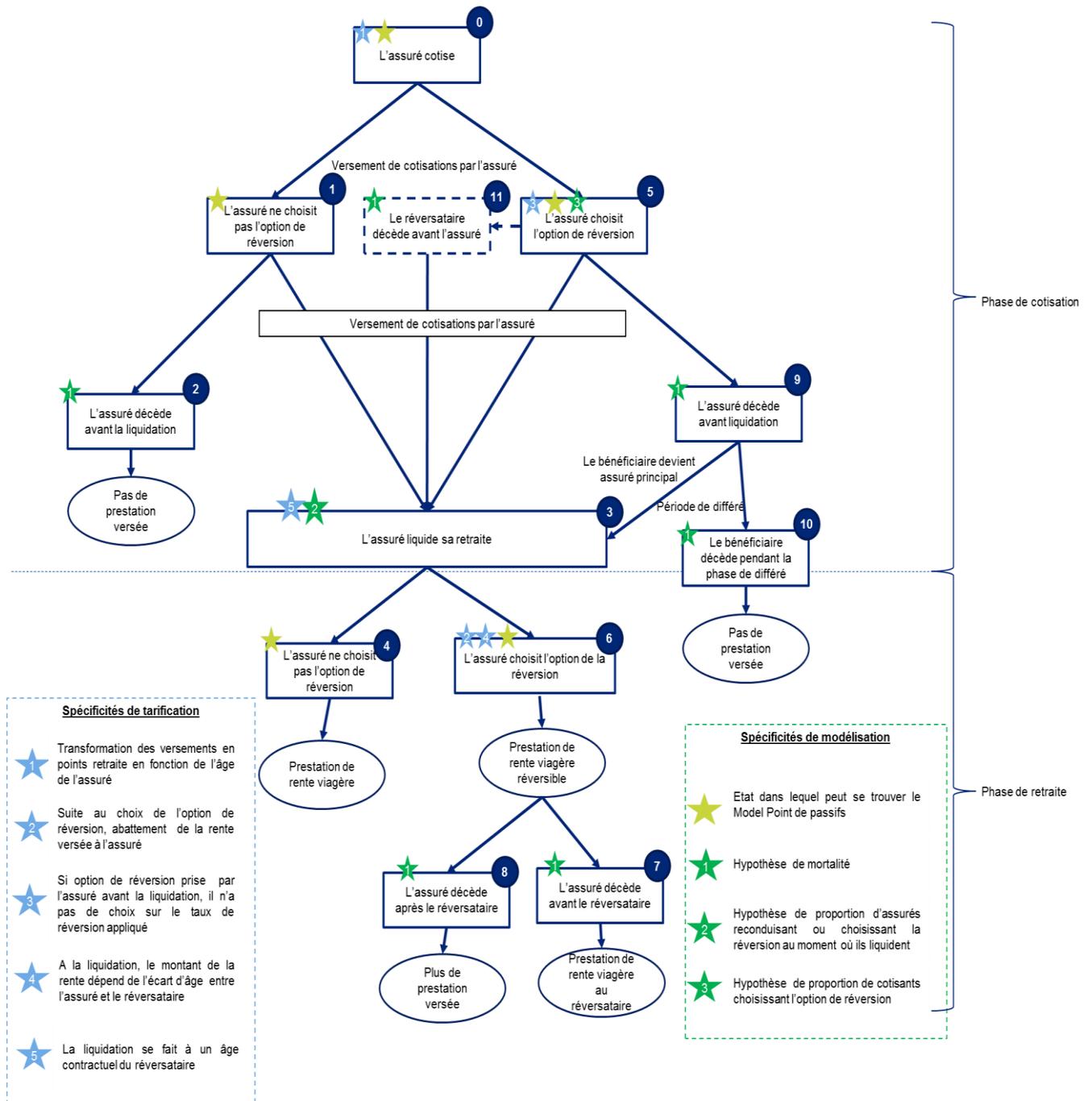


Figure 66 – Interaction actif/passif