

Mémoire présenté devant l'Université de Paris-Dauphine
pour l'obtention du Certificat d'Actuaire de Paris-Dauphine
et l'admission à l'Institut des Actuares

le 31/01/2023

Par : Alia ZOUINE

Titre : Pilotage stratégique d'une compagnie d'assurance-vie dans le contexte de la révision de la Directive Solvabilité 2

Confidentialité : Non Oui (Durée : 1 an 2 ans)

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

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

Membres présents du Jury du Certificat

d'Actuaire de Paris-Dauphine :

Entreprise :

Nom : Mazars Actuarial
Mazars Actuarial
Société par Actions Simplifiée
61, rue Henri Renault - 92075 Paris - La Défense Cedex
Siret : 342 405 321 00049 - APE 6920Z
RCS Nanterre 342 405 321
Siège social : 61, rue Henri Renault - 92400 COURBEVOIE

Directeur de Mémoire en entreprise :

Nom : Abdelwahab MAHJOUR

Valentin CERISIER

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)*

Secrétariat :

Bibliothèque :

Mazars Actuarial
Société par Actions Simplifiée
61, rue Henri Renault - 92075 Paris - La Défense Cedex
Siret : 342 405 321 00049 - APE 6920Z
RCS Nanterre 342 405 321
Siège social : 61, rue Henri Renault - 92400 COURBEVOIE

Signature du candidat

Résumé

La Commission européenne a publié en septembre 2021 son avis sur la revue de la Directive Solvabilité 2. L'objectif de cette revue est de renforcer la gestion des risques des assureurs dans le contexte des taux bas et de réorienter leurs investissements, pour contribuer davantage à la relance économique au sein de l'Union Européenne.

La révision porte sur des thématiques diverses telles que la construction de la courbe de taux sans risque, la charge de capital au titre du risque de taux et les investissements en actions de long terme.

Cette étude vise à mesurer l'impact de la révision sur le profil de risque d'un assureur-vie et à mettre en place des stratégies d'optimisation prospective des indicateurs de suivi de la compagnie. Pour cela, nous présenterons dans un premier temps, le contexte réglementaire de Solvabilité 2 ainsi que les modifications envisagées dans le cadre de la revue. Nous aborderons l'ensemble des mécanismes et interactions Actif-Passif, intervenant dans le cadre de la valorisation du bilan prudentiel de l'assureur. La compréhension de ces mécanismes est essentielle pour capter l'effet des modifications réglementaires.

Dans un second temps, nous analyserons l'impact d'une application immédiate, à fin 2021, des amendements sur la solvabilité d'un assureur-vie représentatif du marché. Une attention particulière sera portée à la déviation du ratio de solvabilité de l'assureur. Nous mettrons en place des stratégies d'optimisation de la solvabilité de l'assureur, permettant ainsi d'atténuer l'impact de la révision. A savoir, nous introduirons au portefeuille de l'assureur des actions de long terme, bénéficiant d'un choc amoindri dans le cadre du calcul de charge de capital selon la formule standard. Nous étudierons également, l'effet d'une modification du comportement d'investissement des assurés, incités à se tourner vers les supports UC au détriment des supports Euros.

Finalement, à l'aide des résultats et des conclusions obtenus à fin 2021, nous réaliserons une analyse prospective. Cette analyse permettra d'étudier l'impact de la révision et de proposer des leviers pour maîtriser la volatilité des métriques de suivi des risques et de la performance à fin 2025, au moment de l'entrée en vigueur de la revue.

Mots-clés : Solvabilité 2, Revue, ALM, Actions de long terme, Assurance-vie, Optimisation de la performance.

Abstract

In September 2021, the European Commission published its opinion on the review of the Solvency 2 Directive. The objective of this review is to strengthen the risk management of insurers in the context of low interest rates and to redirect the investments of insurers, in order to contribute more to the economic recovery within the European Union.

The review covers various topics such as the construction of the risk-free yield curve, the capital charge for interest rate risk and long-term equity investments.

This study aims to measure the impact of the revision on the risk profile of a life insurer and to set up strategies of prospective optimization of the company's monitoring indicators. To do so, we will first present the regulatory context of Solvency 2 as well as the changes envisaged in the framework of the review. We will address all the mechanisms and Asset-Liability interactions involved in the valuation of the insurer's prudential balance sheet. The understanding of these mechanisms is essential to capture the effect of the regulatory changes.

In a second step, we will analyze the impact of an immediate application, at the end of 2021, of the amendments on the solvency of an average life insurer. Particular attention will be paid to the deviation of the insurer's solvency ratio. We will implement strategies to optimize the solvency of the insurer, thus mitigating the impact of the revision. Namely, we will introduce in the insurer's portfolio long-term equities, benefiting from a reduced shock in the framework of the capital charge calculation according to the standard formula. We will also study the effect of a change in the investment behavior of the policyholders, who are encouraged to turn to unit-linked products at the expense of Euro products.

Finally, using the results and conclusions obtained at the end of 2021, we will carry out a prospective analysis to study the impact of the review and propose levers to control the volatility of the risk and performance monitoring metrics at the end of 2025, when the review comes into effect.

Keywords : Solvency 2; Review; ALM; Long Term Equity; Life Insurance; Performance.

Note de Synthèse

Contexte

Le régime prudentiel Solvabilité 2 est entré en application au 1 janvier 2016, dans le prolongement de Bâle 2 pour le secteur bancaire. Il s'applique à la majorité des compagnies d'assurance et de réassurance européenne. Aujourd'hui une 2^{ème} révision de Solvabilité 2 est envisagée et elle concerne la Directive. Durant le mois de septembre 2021, la Commission Européenne a publié son avis sur cette revue qui vise à :

- Réduire la complexité du cadre prudentiel et à renforcer le principe de proportionnalité ;
- Accroître la convergence des pratiques de supervision ;
- Lever les freins au financement de long terme de l'économie ;
- Réduire la volatilité à court terme des indicateurs prudentiels ;
- Adapter la Directive aux conditions économiques actuelles.

La revue de la Directive constitue un enjeu majeur pour les assureurs-vie ayant des garanties longues. L'objectif de cette étude est de quantifier son impact sur la situation de solvabilité d'un assureur-vie et de mettre en place des stratégies d'optimisation de sa performance. Cette revue balaye un large spectre de sujets aussi bien des aspects techniques que des aspects purement qualitatifs. Nous aborderons dans le cadre de ce mémoire la revue de :

- La courbe des taux utilisée pour l'actualisation des engagements ;
- La formule de calcul de l'exigence en capital pour le module du risque de taux ;
- L'approche de calcul de la marge pour risque ;
- L'approche de calcul de la correction pour volatilité ;
- L'approche de calcul de l'exigence en capital pour les investissements de long terme.

Le premier volet de modification concerne le SCR taux. L'approche actuelle de calibrage consiste à appliquer un choc multiplicatif pour chaque maturité de la courbe des taux sans risque. Elle ne permet pas entre autres de choquer à la baisse les taux négatifs, ce qui semble incohérent au vu du contexte de taux bas observé ces dernières années. De plus, les mouvements de taux observés sur le marché sont plus amples que les chocs appliqués dans la formule standard. Le risque de taux est par conséquent sous-estimé. Une nouvelle approche de calibrage dite *relative shift approach* est prévue par la révision. Le choc serait appliqué de manière affine en multipliant et en translatant les taux. Ce qui permettra d'obtenir une amplitude de choc finale plus élevée. Les taux négatifs seraient également stressés pour adapter la formule standard au contexte de taux bas et à la réalité du marché. L'Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles (EIOPA) estime que ce recalibrage aura un

impact significatif. C'est pour cette raison qu'une mesure transitoire est proposée. Le deuxième volet de modification concerne le risque actions, plus précisément les Investissements de Long Terme (LTEI). Dans le cadre de la formule standard, le SCR Actions est obtenu en catégorisant les actions détenues par les assureurs. Le choc appliqué dépend de cette catégorisation. Les actions de type 1 sont choquées à hauteur de 39% celles de type 2 à 49% et celles appartenant à la catégorie LTEI bénéficient d'un choc amoindri de 22%. Cependant, pour appartenir à cette sous classe d'actifs, il faut répondre à de nombreux critères fixés par l'EIOPA et listés dans le Règlement Délégué (RD). Ces critères d'éligibilité sont jugés contraignants par les assureurs en particulier, la condition d'appartenance à un portefeuille clairement défini qui est souvent interprétée comme une condition de cantonnement. La revue vise à alléger et à clarifier ces critères pour étendre le champ d'application du choc réduit et répondre à l'objectif du renforcement du financement de l'économie par les assureurs.

Dans le référentiel S2, les Provisions Techniques (PT) correspondent à la somme du *Best Estimate* (BE) et de la marge pour risque (RM). Une modification de la méthode de calcul de la RM est planifiée. L'approche actuelle est très sensible aux variations de taux particulièrement pour les branches longues. De plus, le taux retenu pour le coût du capital est jugé élevé et incohérent avec le contexte de taux bas. La révision prévoit d'introduire un paramètre λ dépendant du temps qui sert à réduire la valeur et la volatilité de la RM pour les engagements longs. Une baisse du taux du coût du capital qui passerait de 6% à 5% est également prévue. Dans le cadre de la revue, une modification de la méthode d'extrapolation de la courbe des taux est envisagée. La courbe des taux sans risque pertinente fournie par l'EIOPA est construite à partir des prix d'instruments financiers échangés sur les marchés suffisamment profond, liquide et transparent jusqu'au dernier point de liquidité (LLP). Au-delà du LLP, fixé à 20 ans pour l'euro, une technique d'extrapolation (Smith-Wilson) est appliquée. Cependant, les taux obtenus par extrapolation sont supérieurs aux taux observés sur les marchés, ce qui engendre une sous-estimation des PT. L'objectif de la revue est d'introduire une nouvelle approche d'extrapolation permettant une meilleure adaptation aux données de marché, particulièrement au-delà du dernier point de liquidité. L'extrapolation de la courbe est alors réalisée à partir d'une moyenne pondérée entre le taux forward relatif au dernier point liquide (LLFR) et le taux forward à l'ultime (UFR), sans compter le fait que le LLFR repose sur les taux au delà du LLP.

Finalement, l'EIOPA souhaite modifier la méthode de calcul de la correction pour volatilité (VA). La VA est une prime d'illiquidité appliquée à la courbe des taux sans risque. Cet ajustement est calculé par l'EIOPA à partir de portefeuilles d'investissements représentatifs du marché européen. La VA capture le spread moyen entre taux de rendement du marché et taux sans risque observé au sein d'une même zone monétaire ou au sein d'un même pays. Le spread moyen est ensuite diminué du risque de défaut et pondéré par le poids w_{gov} et w_{corp} des obligations détenues dans le portefeuille de référence. Finalement, un facteur général d'application (*General Application Ratio* ou GAR) est appliqué. Le même niveau de VA est actuellement appliqué à tous les assureurs indépendamment de la structure de leur passif. L'EIOPA veut introduire une VA propre à chaque assureur. Un facteur propre à chaque assureur dépendant de la structure de son actif et de son passif serait alors introduit. Une augmentation du GAR est également prévue.

L'objectif du mémoire est d'étudier l'impact de la mise en place des nouveaux amendements sur une compagnie d'assurance-vie fictive ne proposant que des contrats d'épargne.

Approche et données

Dans un premier temps, nous construisons le bilan, le portefeuille d'actifs et de passifs de la compagnie. Nous évaluons son bilan économique au 31/12/2021 qui servira de point de départ pour l'étude d'impact. Dans un second temps, les amendements sont progressivement appliqués pour quantifier leurs impacts. Finalement, des stratégies d'optimisation de la solvabilité de l'assureur sont mises en place. L'assureur est construit à partir d'un portefeuille moyen d'acteurs du marché. Nous supposons que son portefeuille de contrats est constitué en proportion limitée de contrats 100% Euro et en majorité

de contrats multisupports. De plus, son portefeuille d'actifs est supposé composé d'actions de Type 1 seulement, et son portefeuille obligataire constitué d'OAT 10 ans. L'application de ces amendements affectera l'exigence en capital de l'assureur ainsi que sa stratégie. Pour évaluer cet impact, la valorisation de certains risques liés aux actifs et aux options et garanties financières présentes dans les contrats d'assurance-vie est requise. L'assureur doit alors prendre en compte le mécanisme de PB, les différents scénarios économiques possibles pouvant affecter les produits financiers et le comportement des assurés, les garanties de taux minimum et les interactions Actif/Passif. Pour valoriser ces options et garanties contractuelles et pour analyser les impacts sur le bilan et la situation financière de la compagnie, un outils de Gestion Actif-Passif (ALM) est utilisé. La valorisation du bilan économique de l'assureur est réalisée en situation de *run-off* et repose sur 1000 scénarios économiques pris en entrée du modèle ALM et générés par un générateur de scénarios économiques (GSE).

Principaux résultats

Nous commençons par valoriser le bilan économique de l'assureur au 31/12/2021, présenté dans la table 1. L'environnement de taux particulièrement bas à la date de valorisation entraîne une hausse significative du montant des provisions à détenir par la compagnie. Par ailleurs, la tendance baissière des rendements des obligations observées ces dernières années a un impact direct sur sa performance. En effet, les obligations détenues par celui-ci servent des taux de coupon relativement faibles.

Actif		Passif	
Obligations	436 482 133	Net Asset Value	54 976 771
Action	395 349 500	Risk Margin	6 601 769
Immobilier	19 489 750	Best Estimate	803 664 093
Monétaire	13 921 250		
Total	865 242 633	Total	865 242 633

FIGURE 1 : Bilan économique de l'assureur au 31/12/2021

Au 31/12/2021, le ratio de solvabilité de la compagnie, avec PPE éligible, s'élève à **142.6%**. Nous étudions l'effet d'une éventuelle entrée en vigueur de la Directive amendée sur la situation de solvabilité de l'assureur. Pour capter l'impact de chaque amendement, les modifications sont appliquées de façon progressive et cumulative, à savoir :

1. Entrée en vigueur de la nouvelle méthode d'extrapolation de la courbe ;
2. Entrée en vigueur de la nouvelle méthode d'extrapolation de la courbe et changement de méthode de calcul de la correction pour volatilité ;
3. Entrée en vigueur de la nouvelle méthode d'extrapolation de la courbe, changement de méthode de calcul de la correction pour volatilité et recalibrage du SCR Taux ;
4. Entrée en vigueur de la nouvelle méthode d'extrapolation de la courbe, changement de méthode de calcul de la correction pour volatilité, recalibrage du SCR Taux calcul et de la marge pour risque.

Le graphique 2 illustre l'effet de la mise en place des amendements. L'assureur est très impacté par le changement de méthode d'extrapolation de la courbe des taux. Cela s'explique par un niveau de taux d'intérêt plus bas engendrant une hausse du BE à travers l'augmentation du coût des options et garanties. Le niveau de *VA* est relativement faible au 31/12/2021 (3 bps), l'introduction d'une *VA* propre à l'assureur n'a donc pas d'impact. Le recalibrage du SCR Taux dégrade significativement la

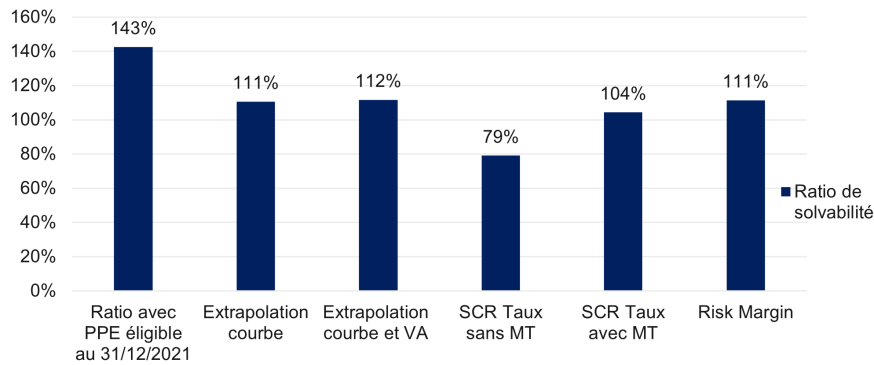


FIGURE 2 : Impact de la mise en place des amendements au 31/12/2021

solvabilité de l'assureur notamment sans mesure transitoire. La nouvelle approche permet de choquer à la baisse les taux négatifs. Les assureur-vie sont particulièrement exposés au scénario à la baisse des taux. L'impact est davantage marqué par le contexte au 31/12/2021. Finalement, le changement de méthode de calcul de la RM diminue sa valeur et permet un regain de fonds propres. Nous mettons en place des stratégies d'optimisation de la solvabilité de l'assureur permettant d'atténuer l'impact des amendements. L'assureur est essentiellement exposé au risque actions. Son portefeuille est constitué d'actions de Type 1 choquées à hauteur de 39% pour le calcul du SCR actions. Pour alléger l'exigence en capital de l'assureur une poche d'actions LTEI bénéficiant d'un choc amoindri de 22% est introduite. La révision permet un allègement et une clarification des conditions d'éligibilité à cette classe d'actifs :

- La durée de détention moyenne des actions LTEI doit dépasser 5 ans ;
- L'assureur doit éviter la vente forcée des LTEI en situation stressée pendant au moins 10 ans ;
- Le passif en face de ces actions : doit appartenir à la catégorie 1 ou 2 d'illiquidité.

Pour répondre à ces conditions, les réalisations de Plus-Values sur LTEI sont bloquées sur 10 ans dans le modèle. Nous considérons que les situations stressées correspondent aux scénarios de crises simulés par le GSE. L'environnement de taux bas rend l'assureur sensible à la baisse des rachats, la totalité de son passif appartient à la catégorie 2 d'illiquidité. Nous introduisons une poche d'actions LTEI représentant 20% de sa poche actions initiale. La deuxième stratégie consiste à promouvoir l'investissement en UC auprès des assurés. Une analyse globale est réalisée, plus précisément nous ne considérons pas de diminution de la PM euros au profit de la PM UC. Nous tenons compte uniquement d'une modification de la loi de rachats structurels. L'analyse de l'impact de cette stratégie sur le fonds Euro, nous permettra d'établir les hypothèses de vieillissement du portefeuille de passif, pour réaliser l'étude prospective. Les contrats souscrits récemment, dont l'ancienneté est inférieure à 4 ans, sont composés essentiellement d'UC, ils ne sont pas impactés. La loi de rachats structurels pour ces contrats reste inchangée. Les contrats impactés sont ceux pour lesquels les placements sont majoritairement effectués sur le fonds Euro et bénéficiant d'avantages fiscaux en cas de rachats. Une augmentation de la loi de rachats structurels est supposée pour les contrats d'ancienneté supérieure à 4 ans.

Grâce à l'introduction d'actions LTEI, l'assureur est moins exposé au risque actions. Son SCR diminue entraînant une hausse de son ratio de solvabilité, comme observé dans le graphique ci-dessus 3. La baisse de l'encours euros au cours de la projection engendrée par la hausse des rachats structurels entraîne une diminution du BE et donc un regain de fonds propres. En combinant ces deux stratégies l'assureur gagne en richesse et améliore sa situation de solvabilité. Une valorisation de la compagnie

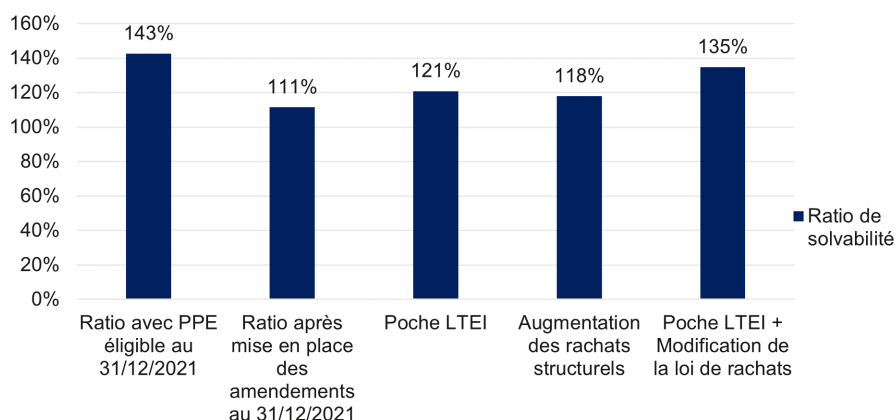


FIGURE 3 : Impact de la révision sur la solvabilité de l'assureur au 31/12/2021 après activation des leviers

est également réalisée au 30/09/2022, le nouveau bilan économique est présenté en figure 4, permettant ainsi d'étudier l'impact des amendements dans un environnement de remontée des taux. Pour refléter le contexte inflationniste à cette date-là, une augmentation de 5% des frais est appliquée. Nous considérons également une augmentation de la volatilité des actions et une baisse du stock initial de plus-values pour refléter la baisse observée sur le marché.

Actif		Passif	
Obligations	373 147 698	Net Asset Value	53 479 818
Action	384 212 500	Risk Margin	3 824 672
Immobilier	19 489 750	Best Estimate	733 466 707
Monétaire	13 921 250		
Total	790 771 198	Total	790 771 198

FIGURE 4 : Bilan économique de l'assureur au 31/12/2022

La hausse des taux engendre une baisse de la valeur de marché des obligations détenus par l'assureur ce qui entraîne une perte de fonds propres. Une diminution du BE due à l'effet d'actualisation est constatée. Au 30/09/2022, nous observons également une baisse du SCR action, principale exposition au risque au 31/12/2021, cela est expliqué par l'application d'un ajustement symétrique négatif réduisant le pourcentage de choc appliqué aux actions. La baisse de BE et de SCR observée au 30/09/2022 entraîne une amélioration de la situation de solvabilité de l'assureur. Nous synthétisons dans le tableau 1 ci-dessous, les ratios de solvabilités de l'assureur après mise en place des amendements et des stratégies d'optimisation.

	Avant revue	Méthode d'extrapolation	VA	SCR Taux sans MT	SCR Taux avec MT	RM	Avec Leviers
Ratio de solvabilité	240%	211%	227%	111%	192%	199%	226%

TABLE 1 : Evolution du ratio de solvabilité au 30/09/2022

L'impact sur la solvabilité de l'assureur est comparable à celui observé fin 2021. Malgré la remontée

des taux, l'assureur faisant face à une inertie obligataire reste sensible à la baisse des rachats. Son passif appartient toujours à la catégorie 2 d'illiquidité. L'activation des deux stratégies d'optimisation permet une amélioration de sa situation de solvabilité. Finalement, nous réalisons une étude prospective permettant d'analyser l'impact d'une éventuelle entrée en vigueur de la Directive amendée au 31/12/2025. Pour cela, des simulations dans les simulations sont réalisées. Des simulations primaires en monde réelle sont tout d'abord effectuées pour obtenir le bilan, le portefeuille de contrats et d'obligation de l'assureur à fin 2025. Pour ces simulations, trois scénarios sont considérés :

- **Scenario central** : Ce scénario est construit à partir de la courbe des taux d'intérêt sans risque pertinents fournie par l'EIOPA au 31/12/2022 ;
- **Scenario de hausse taux d'intérêt** : Il est supposé dans ce cas-là que la remontée des taux d'intérêts continue. Ce scénario est construit à partir de la courbe des taux centrale augmentée de 1% sur les maturités liquides ;
- **Scenario de baisse des taux d'intérêt** : L'hypothèse faite dans ce cas-là est une modification d'environnement économique, la remontée des taux d'intérêts prend fin au 31/12/2022. Le scénario est construit sur la base de la courbe des taux centrale à diminuée de 1% sur les maturités liquides.

Des Models Points d'affaires nouvelles sont intégrés au portefeuille de l'assureur, de manière à réduire l'encours euro et à augmenter celui de l'UC dans le scénario central. Grâce à ces simulations, nous obtenons le passif statutaire et l'actif en valeur de marché de l'assureur au 31/12/2025 pour les trois scénarios. Nous observons une diminution de la valeur de marché des obligations dans le scénario *UP* causée par la hausse du niveau des taux et inversement une augmentation de celle-ci dans le scénario *Down*. La réserve de capitalisation permet de capter les plus ou moins-values obligataires, les FP statutaires sont donc stables. Une diminution marquée de la PPE est constatée en scénario *UP* ainsi qu'une baisse de la valeur de marché des actions. Dans ce scénario l'assureur, souffrant de l'inertie obligataire, se voit contraint de réaliser des reprises de PPE pour atteindre le taux cible relativement élevé. La variation de la PM euro dans les trois scénarios est expliquée par les rachats conjoncturels. Dans le scénario *Up*, le nombre de rachats observé entre fin 2022 et fin 2025 est plus important que celui observé dans les deux autres scénarios. Nous valorisons ensuite le bilan économique de l'assureur au 31/12/2025, puis nous appliquons les amendements et mettons en place les stratégies d'optimisation. L'inertie obligataire maintient sa sensibilité à la baisse des rachats sur les contrats euros. L'encours euro initial étant plus réduit dans le scénario *Up*, le BE de l'assureur est moins élevé que dans les autres scénarios. En termes d'exposition au risque, dans le cas du scénario à la baisse des taux, la valeur de marché des actions et des obligations de l'assureur est plus élevée. Son exposition au risques de taux et actions est donc plus importante. Au vu de la remontée des taux, nous observons une sensibilité significative au risque de rachat de masse, particulièrement pour les contrats UC. En effet, pour les trois scénarios le SCR de rachats est égal au SCR de rachats de masse. Nous synthétisons dans le tableau 2 ci-dessous, les ratios de solvabilités de l'assureur dans les trois scénarios après mise en place des amendements et des stratégies d'optimisation.

L'impact sur la solvabilité de l'assureur est comparable à celui observé fin 2021. Sauf dans le cas à l'application d'une VA propre à l'assureur en scénario central où une baisse du ratio de solvabilité est observée. Ce scénario correspond à une remontée brutale des taux, le fait d'appliquer un niveau de VA plus élevé à la courbe augmente sa sensibilité au risque actions et au risque de rachats de masse. La baisse de BE ne compense pas la hausse de SCR observée. Malgré la remontée des taux et la présence de nouvelles obligations plus rentables en portefeuille, l'assureur fait toujours face à une inertie obligataire et reste sensible à la baisse des rachats sur les contrats euros. Son passif appartient toujours à la catégorie 2 d'illiquidité. L'activation de cette stratégie d'optimisation permet une amélioration de sa situation de solvabilité dans les trois scénarios.

	Avant revue	Méthode d'extrapolation	VA	SCR Taux sans MT	SCR Taux avec MT	RM	Avec LTEI
Scénario Central	273%	261%	257%	142%	227%	235%	243%
Scénario Up	274%	270%	287%	124%	240%	249%	252%
Scénario Down	291%	286%	291%	191%	267%	275%	285%

TABLE 2 : Evolution du ratio de solvabilité au 31/12/2025

Conclusion

Les résultats obtenus dépendent fortement de la structure de risque et des spécificités de l'assureur sur lequel l'étude a été menée. Cependant, notre étude et nos analyses permettent de mettre en avant les principales tendances induites par l'entrée en vigueur de la révision, comme la dégradation de la situation de solvabilité de l'assureur suite au changement de méthode d'extrapolation de la courbe des taux ainsi que la refonte de la formule de calcul du capital en face du risque de taux. D'autres mesures phares comme le changement de la RM et l'allègement des critères d'éligibilité aux investissements de long terme, auront vocation à compenser les pertes liées aux autres mesures.

Synthesis note

Context

Solvency II is the prudential regime for insurance and reinsurance undertakings in the EU. It has entered into force in January 2016, as an extension of Basel 2. It applies to all European insurance and reinsurance companies. A second review of Solvency 2 is being considered and it concerns the Directive. In September 2021, the European Commission published its opinion on this review which aims to:

- Reduce the complexity of the prudential framework and introduce more simplified and proportionate rules for certain smaller insurance companies
- Increase the convergence of supervisory practices
- Strengthen European insurers' contribution to the financing of the recovery
- Reduce the short-term volatility of prudential indicators
- Adapt the Directive to current economic conditions.

The review of the Directive is a major issue for life insurers with long guarantees. The objective of our study is to quantify its impact on the solvency situation of a life insurer and to implement strategies to optimize its performance. This review covers a broad spectrum of topics, from technical to purely qualitative aspects:

- The yield curve used to discount insurer's liabilities
- The formula for calculating the capital requirement for the interest rate risk modules
- The approach for calculating the risk margin
- The approach for calculating the volatility adjustment.

A modification of certain aspects of the market risk module is considered. The first aspect of modification concerns the calibration of interest rate risk sub module. The current calibration approach consists in applying a multiplicative shock for each maturity of the risk-free rate curve. It does not allow to shock negative rates. This seems inconsistent given the low rate environment observed in recent years. Moreover, the rate movements observed on the market are greater than the shocks applied in the standard formula. The interest rate risk is therefore underestimated. The review provides for a new calibration approach called the relative shift approach. The shock would then be applied in an affine manner by multiplying but also by translating the interest rate. This allows for a higher final shock amplitude. Negative rates would also be stressed to adapt the standard formula to the current context. EIOPA believes that this SCR's recalibration will have a significant impact. For this reason, a transitional measure is considered. The second modification for the market risk module concerns equity risk, more precisely Long-Term Investments (LTEI). In the standard formula, the

capital requirement for equity risk is obtained by categorizing the equities held by insurers. The shock applied depends on this categorization. Type 1 equities are shocked by 39% those of type 2 at 49% and those belonging to the LTEI category benefit from a reduced shock of 22%. However, to belong to this sub-class of assets, it is necessary to meet certain criteria set by EIOPA and listed in article 171 bis of the RD. These eligibility criteria are considered too restrictive by insurers, in particular the condition of belonging to a clearly defined portfolio, which is often interpreted as a ring-fencing condition. The review aims to lighten and clarify the eligibility criteria to extend the scope of application. In the S2 framework, Technical Provisions are valued as the sum of the Best Estimate (BE) and the risk margin (RM). A change in the method of calculating the RM is considered. The current approach is very sensitive to rate fluctuations, particularly for long-tail business. In addition, the rate used for the cost of capital (CoC) is considered too high and inconsistent with the low interest rate environment. Hence, the introduction of a time-dependent parameter λ that serves to reduce the value and volatility of the MR for long-term liabilities is considered. A decrease in the cost of capital rate from 6% to 5% is also envisaged.

As part of the review, a change in the method of extrapolating the yield curve is also planned. The construction of the relevant risk-free yield curve provided by EIOPA is based on the prices of financial instruments traded on a sufficiently deep, liquid and transparent market (DLT) up to the last point of liquidity (LLP). Beyond the LLP, set at 20 years for the euro, an extrapolation technique (Smith-Wilson) is applied. However, the rates obtained by extrapolation are higher than the rates observed on the markets, which leads to an underestimation of the PT. The objective of the review is to introduce a new extrapolation approach allowing a better adaptation to the market data, especially beyond the last liquidity point. The extrapolation of the curve is then based on a weighted average between the forward rate relative to the last liquid point (Last Liquid Forward Rate or LLFR) and the forward rate at the ultimate (UFR). Finally, EIOPA wants to change the method of calculating the Volatility Adjustment (VA). The VA is an illiquidity spread applied to the risk-free yield curve. This adjustment is calculated by EIOPA based on investment portfolios representative of the European market. The VA captures the average spread between market yields and risk-free rates observed within the same currency area or country. The average spread is then reduced by the default risk and weighted by the weight w_{gov} and w_{corp} of corporates and sovereign bonds held in the benchmark portfolio. Finally, a general application factor the GAR is applied. The same level of VA is currently applied to all insurers regardless of their liability structure. EIOPA plans to introduce an insurer-specific VA. A factor specific to each insurer depending on the structure of its assets and liabilities would then be introduced. An increase in the GAR is also planned.

The objective of the memoire is to study the impact of the implementation of the new amendments on a fictitious life insurance company offering only savings contracts.

Approach

First, we build the balance sheet, the assets, and liabilities portfolio of the company. We evaluate its economic balance sheet, which will serve as a starting point for the impact study. In a second step, the amendments are progressively applied to quantify their impacts. Finally, strategies to optimize the solvency of the insurer are implemented. An ALM tool is used to evaluate the company's economic balance sheet. The insurer is constructed thanks to an average portfolio of market players. We assume that its portfolio of contracts is made up of a limited proportion of 100% Euro contracts and a majority of multi-support contracts. Moreover, its asset portfolio is assumed to be composed of Type 1 equities only, and its bond portfolio is composed of 10-year OATs.

Key results

The valuation of the balance sheet at 31/12/2021 is carried out in a run-off situation 5. The particularly low interest rate environment at the valuation date leads to a significant increase in the amount of provisions to be held by the company. In addition, the downward trend in bond yields observed in recent years has a direct impact on its performance. Indeed, the bonds held by the company have relatively low coupon rates. As a result, as of December 31, 2021, the company's $\frac{BE_{euro}}{PM_{euro}}$ ratio was 127%.

Assets		Liabilities	
Bonds	436 482 133	Net Asset Value	54 976 771
Assets	395 349 500	Risk Margin	6 601 769
Real Estate	19 489 750	Best Estimate	803 664 093
Treasury	13 921 250		
Total	865 242 633	Total	865 242 633

Figure 5: Balance sheet at 31/12/2021

At the end of 2021, the company's solvency ratio is 142.6%. We study the effect of a possible entry into force of the amended Directive on the solvency situation of the insurer. To capture the impact of each amendment, the changes are applied in a progressive way:

1. Implementation of the new curve extrapolation method
2. Implementation of the new curve extrapolation method and change in the method for calculating the volatility adjustment
3. Entry into force of the new method of extrapolation of the curve, change in the method of calculation of the correction for volatility modification of the methodology of calculation of the capital requirement for interest rate risk
4. Entry into force of the new method of extrapolation of the curve, change in the method of calculation of the volatility correction recalibration of the capital requirement for interest rate risk and of the risk margin.

The insurer is heavily impacted by the change in the method of extrapolating the yield curve. This is explained by a lower interest rate level resulting in a higher BE. The level of VA is relatively low at 31/12/2021 (3 bps), so the introduction of a VA entity specific has no impact on its solvency ratio. Recalibration of the interest rate risk sub-module significantly deteriorates the solvency of the insurer, notably without transitional measure. The new approach allows downward shock to negative rates. Life insurers are particularly exposed to the scenario of falling rates. The impact is more marked by the context at 31/12/2021. Finally, the change in the method of calculating the risk margin reduces its value and allows an increase of the insurer's net asset value. We implement strategies to optimize the insurer's solvency to mitigate the impact of these amendments. The insurer is mainly exposed to equity risk. Its portfolio is made up of Type 1 equities. To reduce the insurer's capital requirement, a pocket of long-term equities benefiting from a reduced shock of 22% is introduced. The review of the Directive clarifies the eligibility's conditions of this asset class:

- The average holding period for LTEI must exceed 5 years
- Insurer must avoid forced sale of LTEI under stressed conditions for at least 10 years
- Liabilities must belong to liquidity category 1 or 2.

To meet these conditions, the realizations of Plus-Values on LTEI are locked for 10 years in the model throughout the projection. We consider that the stressed situations correspond to the crisis scenarios simulated by the economic scenario generator. The low interest rate environment makes the insurer sensitive to lapse down, all its liabilities belong to category 2 of illiquidity. We introduce a LTEI equity pocket representing 20% of the insurer's initial equity pocket.

The second strategy consists in promoting unit-linked investments to policyholders. A global analysis is carried out, more precisely we do not consider a decrease of the Euro MP in favor of the UC MP. We only consider a modification of the law of structural repurchases. The analysis of the impact of this strategy on the Euro fund will allow us to establish the assumptions for the prospective study. The recently subscribed contracts, which are less than 4 years old, are essentially composed of unit-linked, they are not impacted. The repurchases law for these contracts remains unchanged. Impacted contracts are those for which the majority of investments are made in the Euro fund. An increase of the structural repurchases law is assumed for contracts with a duration higher than 4 years.

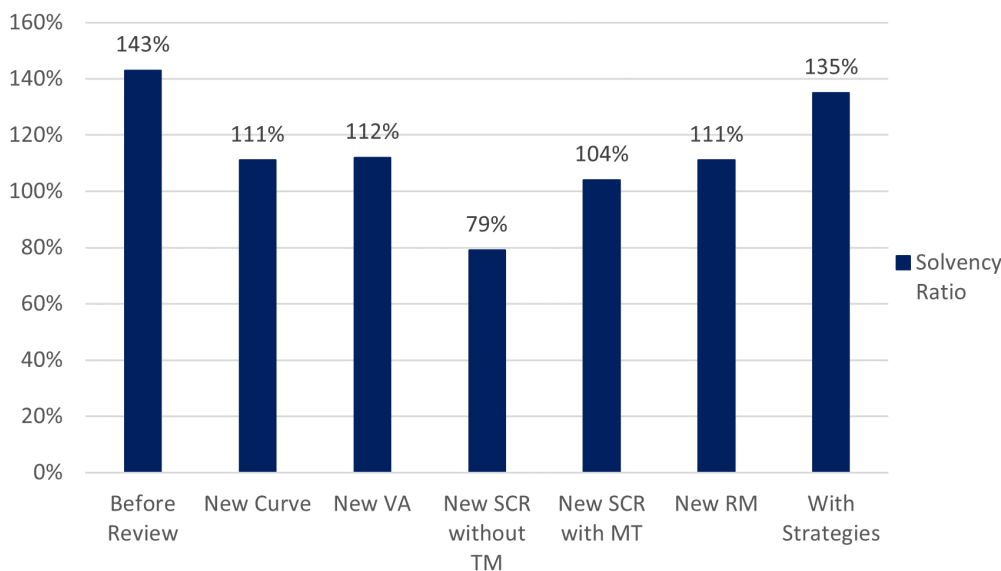


Figure 6: Evolution of the insurer's solvency ratio

Thanks to the introduction of LTEI shares, the insurer is less exposed to equity risk and its SCR decreases, which leads to an increase of the solvency ratio. The decrease of the Euro outstanding during the projection, generated by the increase of structural repurchases, leads to a decrease of the BE and thus to a regain of NAV. By combining these two strategies, the insurer gains in wealth and improves its solvency situation.

A valuation of the company is also carried out as at 30/09/2022 7, to study the impact of the amendments in an environment of rising rates. To reflect the inflationary context at that date, a 5% increase in fees is applied. We also consider an increase in equity's volatility and a decrease in the initial stock of added value to reflect the decline observed in the market. The increase in interest rates leads to a decrease in the market value of bonds held by the insurer, which results in a loss of NAV. A decrease in the BE due to the discounting effect is observed. At 30/09/2022, we also observe a decrease in the SCR equity, the main risk exposure at 31/12/2021, this is explained by the application of a negative symmetrical adjustment reducing the shock applied to equities. The decrease in BE and SCR observed at 30/09/2022 leads to an improvement in the solvency situation of the insurer. We summarize in the table below 3, the solvency ratios of the insurer after implementation of the

Assets		Liabilities	
Bonds	373 147 698	Net Asset Value	53 479 818
Assets	384 212 500	Risk Margin	3 824 672
Real Estate	19 489 750	Best Estimate	733 466 707
Treasury	13 921 250		
Total	790 771 198	Total	790 771 198

Figure 7: Balance sheet at 30/09/2022

amendments and optimization strategies. The approach adopted remains unchanged compared to 31/12/2021.

	Before Review	New Curve	New VA	New SCR without TM	New SCR with MT	New RM	With LTEI
Solvency Ratio	240%	211%	227%	111%	192%	199%	226%

Table 3: solvency ratios of the insurer after implementation of the amendments and optimization strategies Q3 of 2022

The impact on the insurer's solvency is comparable to 2021. Despite the rise in interest rates, the insurer handle bond inertia and remains sensitive to Lapse down. Its liabilities still belong to category 2 of illiquidity. The activation of the two optimization strategies allows an improvement of its solvency situation.

Finally, we conduct a prospective study to analyze the impact of a possible entry into force of the amended Directive on 31/12/2025. For this purpose, SdS are carried out. Primary deterministic simulations are carried out to obtain the balance sheet, the portfolio of contracts and obligations of the insurer at the end of 2025. For these simulations, three scenarios are considered :

- Base Case scenario: This scenario is constructed from the relevant risk-free interest rate curve provided by EIOPA as of 12/31/2022
- Up: In this case, it is assumed that interest rates continue to rise. This scenario is built from the central rate curve increased by 1% on liquid maturities
- Down: The assumption made in this case is a change in the economic environment, the rise in interest rates ends on 31/12/2022. The scenario is built from the central rate curve at 1% decrease on liquid maturities.

New business Models Points are integrated into the insurer's portfolio. Using these simulations, we obtain the insurer's liabilities and market value assets at the end of 2025 for the three scenarios. We observe a decrease of the bond's market value in the UP scenario caused by the increase of interest rates. We also observe an increase in the Down scenario of the bond's market value. The RKPI captures the gains or losses on bonds. The own funds are stable in all three scenarios. A marked decrease in the PPE is observed in the UP scenario as well as a decrease in the asset's market value. In this scenario, the insurer, suffering from bond inertia, is forced to sell shares and to take back PPE to reach the relatively high target rate. The variation of the Euro MP in the three scenarios is explained by repurchases. In the Up scenario, the number of repurchases observed between the end of 2022 and the end of 2025 is larger than the number observed in the other two scenarios.

We value the insurer’s economic balance sheet as of 12/31/2025, then apply the amendments and implement the optimization strategies. The bond inertia maintains its sensitivity to Lapse down on euro contracts. In the Up scenario, the insurer’s BE is lower than in the other scenarios. The insurer’s exposure to interest rate risk and equity risk is greater in this scenario. We summarize in the table below 4 the solvency ratios of the insurer in all three scenarios after implementation of the amendments and optimization strategies.

	Before Review	New Curve	New VA	New SCR without TM	New SCR with MT	New RM	With LTEI
Base Case	273%	261%	257%	142%	227%	235%	243%
Up	274%	270%	287%	124%	240%	249%	252%
Down	291%	286%	291%	191%	267%	275%	285%

Table 4: Solvency ratios of the insurer in all three scenarios after implementation of the amendments and optimization strategies end of 2025

The impact on the insurer’s solvency is comparable to that observed at the end of 2021. Except in the case of the application of an entity specific VA in the base case where we observe a decrease of the solvency ratio. This scenario corresponds to a sudden rise in interest rates and applying a higher VA level increases its sensitivity to equity risk and lapse mass. The decrease in BE does not compensate the observed increase in SCR. Despite the rise in interest rates and the presence of more profitable bonds in the portfolio, the insurer still handles bond inertia and remains sensitive to lapse down on euro contracts. Its liabilities still belong to category 2 of illiquidity. The activation of this optimization strategy allows an improvement of its solvency situation in the three scenarios.

Conclusion

The results obtained strongly depend on the risk structure and specificities of the insurer on which the study was conducted. However, our study and analysis allow us to highlight the main trends induced by the entry into force of the revision, such as the deterioration of the insurer’s solvency situation following the change in the extrapolation method of the interest rate curve, as well as the overhaul of the formula for calculating capital in the face of interest rate risk. Other flagship measures such as the change in the matching adjustment and the relaxation of eligibility criteria for long-term investments, are intended to offset the losses associated with other measures.

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier les associés de Mazars Actuariat Alice THOU, Alexandre GUCHET et Grégory BOUTIER pour m'avoir permis de réaliser mon stage de fin d'études au sein du cabinet ainsi que toute l'équipe de Mazars Actuariat pour leur accueil et leur soutien.

Ensuite, je voudrais remercier Abdelwahab EL MAHJOUB et Valentin CERISIER pour leur encadrement, leur implication ainsi que leur précieux conseils qui m'ont permis de mener à bien cette étude.

Je remercie également, mon tuteur académique, David Crespine qui s'est toujours rendu disponible pour répondre à mes questions et qui m'a guidé dans la réalisation de ce projet.

Merci à Christophe DUTANG et Quentin Guibert responsables du Master Actuariat de l'Université Paris Dauphine, pour la qualité de leur enseignement.

Finalement, je tiens à remercier ma famille et mes amis pour leur soutien au quotidien.

Table des matières

Résumé	3
Abstract	4
Note de Synthèse	5
Synthesis note	13
Remerciements	19
Table des matières	21
Introduction	23
1 Cadre et contexte de l'étude	25
1.1 L'assurance-vie	25
1.2 Cadre réglementaire Solvabilité 2	33
1.3 Révision de Solvabilité 2	40
2 Outils ALM et GSE	59
2.1 Générateur de scénarios économiques	60
2.2 Calcul du Best Estimate et de la Risk Margin	66
2.3 Mécanismes ALM	68
2.4 Modélisation du passif	71
2.5 Modélisation de l'actif	79
2.6 Les actions du management	80
3 Etude et analyses stratégiques de l'assureur au 31/12/2021	87

3.1	L'assureur fictif	87
3.2	Situation de l'assureur au 31/12/2021	95
3.3	Application immédiate des nouveaux amendements	100
3.4	Stratégies d'optimisation	107
4	Analyses et études prospectives	115
4.1	Analyse de la solvabilité de l'assureur au 30/09/2022	115
4.2	Viellissement du portefeuille de l'assureur	120
4.3	Analyse prospective de la solvabilité de l'assureur	125
	Conclusion	133
	Bibliographie	135
A	Annexes	137
A.1	Construction de l'assureur fictif	137
A.2	Model Points de passif de l'assureur au 31/12/2025	138

Introduction

La Directive Solvabilité 2 ou Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice est entrée en vigueur le 1er janvier 2016. Elle définit les exigences et fixe le régime de solvabilité applicables aux entreprises d'assurance ou de réassurance au sein de l'Union Européenne. Ce référentiel prudentiel est constitué d'une directive et d'un règlement délégué, complétés de normes techniques de réglementation et d'exécution ainsi que d'orientations publiées par l'Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles.

Pour la seconde fois depuis son entrée en application, la Directive Solvabilité 2 fait l'objet de modifications par les législateurs européens. Après une première révision du règlement délégué menée en 2018, ce second volet de revue en cours de discussion, porte cette fois-ci sur la Directive. Il balaye un périmètre ambitieux et couvre aussi bien les aspects techniques liés à la formule standard, aux mesures transitoires, que les problématiques de proportionnalité ou encore la communication au public et aux autorités de contrôle.

En septembre 2021, la Commission Européenne a publié son avis sur la revue de la Directive Solvabilité 2. Largement en ligne avec les recommandations de l'Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelle (EIOPA), ses amendements ont pour but de faire évoluer le régime prudentiel en assurant une meilleure prise en compte du contexte économique. La revue vise à :

- Renforcer la gestion des risques des assureurs dans le contexte des taux bas ;
- Réorienter les investissements du secteur assurantiel afin de contribuer davantage à la relance économique au sein de l'Union Européenne ;
- Apporter des améliorations aux lacunes identifiées durant les premières années d'application ;
- Renforcer le principe de proportionnalité.

La directive amendée est susceptible d'entrer en application en 2025 ou en 2026. La révision porte sur des thématiques diverses, telles que la construction de la courbe de taux sans risque, la charge de capital au titre du risque du taux, les investissements en actions de long terme ou encore l'évaluation des provisions techniques. Cette revue, constitue un enjeu majeur pour les assureurs, particulièrement pour les assureurs-vie ayant des garanties longues, qui devront anticiper l'impact des différents changements sur le ratio de solvabilité. Ils devront mettre en place des mesures pour optimiser leur gestion du capital dans le cadre du nouveau référentiel prudentiel.

Ce mémoire a pour objectif de mesurer l'impact de la révision sur le profil de risque d'un assureur-vie. En se basant sur les propositions de la Commission européenne, nous allons quantifier l'impact de ses amendements pour ensuite mettre en place des stratégies d'optimisation prospectives des indicateurs de suivi de risque et de performance permettant une gestion optimale du capital.

Nous introduirons dans un premier temps, le cadre réglementaire et les amendements prévus par la révision 1. Nous présenterons dans un second temps, l'outil ALM utilisé pour valoriser le bilan économique de l'assureur 2. Nous analyserons ensuite l'impact de l'application des amendements sur la situation de solvabilité d'un assureur fictif au 31/12/2021 3. Finalement, une étude prospective à fin 2025 est réalisée 4.

Chapitre 1

Cadre et contexte de l'étude

1.1 L'assurance-vie

1.1.1 Histoire et chiffres

S'assurer est de nos jours indispensable pour de nombreux particuliers ou entreprises. En souscrivant à un contrat d'assurance, l'assuré se voit promettre, contre paiement d'une prime pour lui ou un tiers le versement d'une prestation en cas d'un événement assuré. Les compagnies d'assurance jouent également un rôle essentiel au sein de l'économie. L'assurance-vie permet aux assurés de se constituer une épargne sur long terme, se préparer à la retraite en s'assurant des revenus complémentaires, ou encore de transmettre leur patrimoine à un ou plusieurs bénéficiaires préalablement choisis.

L'assurance vie représente, et ce depuis plusieurs années, le placement préféré des Français. Elle constitue le premier moyen d'épargne en France : selon France Assureurs, les encours des contrats d'assurance-vie s'élevaient à 1 876 milliards d'euros à la fin de l'année 2021 d'après le communiqué de presse publié par FRANCE ASSUREURS (2022) . L'attractivité de l'assurance vie s'explique par sa souplesse, par la diversité des supports proposés ainsi que par sa fiscalité avantageuse. L'assuré a la possibilité d'effectuer des versements libres ou réguliers pour constituer son épargne qui est investie sur différents supports financiers. Il peut de plus à tout moment récupérer les sommes épargnées en partie ou en totalité, grâce à un rachat partiel ou total. L'assurance vie permet d'autre part sous certaines conditions de bénéficier d'exonération, d'abattement ou d'avantages fiscaux notamment en ce qui concerne la fiscalité de rachat et la fiscalité de la transmission.

Les compagnies d'assurance-vie jouent également un rôle essentiel au sein de l'économie. En effet, les sommes assurées sont investies sur les marchés financiers et dans l'économies réelles et fournissent aux sociétés européennes et mondiales des financements de long terme. Comme présenté par VENARD (2013) dans son article, le marché français de l'assurance-vie, caractérisé par une forte supervision de l'État, a une longue histoire et a été marqué par divers événements qui ont permis son développement. L'assurance-vie apparaît dans un premier temps au travers du système de Tontine créé en Italie en 1653 par le banquier italien Lorenzo Tonti. En 156, la protection contre les risques voit le jour en France avec l'assurance maritime. Entre l'année 1662 et 1766, les premières tables de mortalité sont créées. Cependant, les contrats d'assurance vie ont longtemps suscités de vives réserves, entravant ainsi leur développement sur le marché. Le fait que la mort d'un individu puisse donner lieu à une compensation financière a souvent été problématique, ce qui a conduit à leur interdiction durant plusieurs années, comme ce fut le cas après la Révolution française en 1804.

Durant le 20^{ème} siècle, le marché de l'assurance a connu une forte croissance en France. L'assurance devient alors l'un des secteurs les plus importants de l'économie française. De nombreux agents économiques, comme des compagnies, des mutuelles et des intermédiaires, émergent sur le marché. L'instauration d'un marché de l'assurance structuré et régulé est vite devenue indispensable pour mieux faire face à cette progression rapide.

Le 20^{ème} siècle fut aussi témoin du développement exceptionnel du secteur de l'assurance vie. En 1905, une première définition est donnée à ce type d'assurance comme étant un contrat dont l'exécution dépend de la vie humaine. Ce marché a néanmoins connu des périodes de déclin notamment durant les deux guerres mondiales et la crise de 1929. Le début des années 1980 est marqué par l'élaboration des premiers contrats d'épargne à capital garanti dit "en francs". Aujourd'hui, le marché de l'assurance vie doit faire face à un contexte de taux des marchés financiers bas. Les rendements servis par les fonds en euros n'ont cessé de diminuer, au point de ne plus parvenir à couvrir l'inflation. Les marchés financiers ont de plus été durement impactés, durant la crise sanitaire de 2020. Ce contexte fortement défavorable a mis à rude épreuve l'attractivité de ce type de placement. L'assurance-vie a par conséquent connu une diminution significative des collectes nettes durant l'année 2020.

Grâce à la sortie progressive de la crise sanitaire, l'année 2021 a été marquée par une forte reprise du marché de l'assurance vie : selon FRANCE ASSUREURS (2022) les cotisations s'élevaient à 151,1 milliards d'euros et les collectes brutes ont connu un rebond considérable pour atteindre des niveaux inédits depuis 2010. Le niveau d'épargne des ménages était à fin 2021 supérieur à celui observé avant la crise.

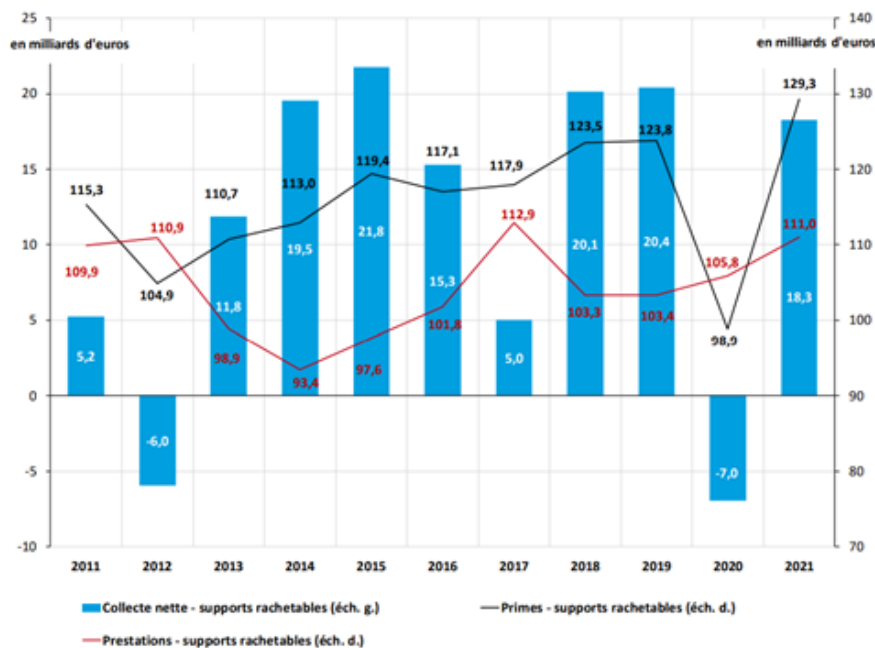


FIGURE 1.1 : Primes, prestations et collectes nette sur l'ensemble des supports rachetables, AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (2022b)

D'après une étude menée par l'AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (2022b), et comme présenté sur la figure 1.1, la hausse significative de la collecte brute partiellement amoindrie par une hausse des prestations servies (+5 % par rapport à 2020, soit un total d'environ 111 milliards d'euros), ont engendré une progression du solde net des flux en assurance-vie par rapport à 2020 (18,3 milliards d'euros), se rapprochant ainsi des performances observées durant

les années 2018 et 2019 (plus de 20 milliards) .

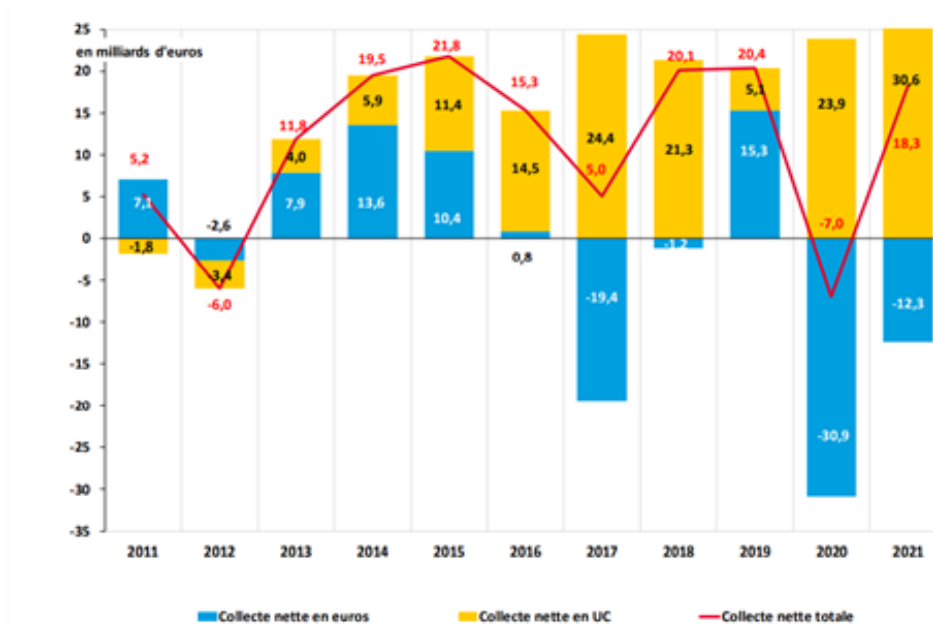


FIGURE 1.2 : Collectes nettes annuelles, AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (2022b)

Il est possible d'observer sur la figure 1.2 ci-dessus qu'en 2021 la collecte nette sur les supports en euros a été négative (-12,3 milliards d'euros), tandis que sur les supports en unités de compte (UC) une accélération considérable des collectes nette a été constatée, atteignant un niveau record de 30,6 milliards d'euros. Le dynamisme observé pour les collectes sur les supports en UC s'explique partiellement par la stratégie adoptée par les assureurs qui vise à encourager les investissements sur ce type de support au détriment des supports en euros permettant ainsi de diminuer leur exposition et de limiter les risques.

La reprise du marché de l'assurance-vie s'explique essentiellement par le dynamisme des collectes nettes sur les supports en unités de compte, et ce dès le 1er trimestre de l'année 2021. Le développement de ces produits, permettant un transfert de risque de l'assureur vers le souscripteur, est largement dû à la baisse durable des rendements offerts par les supports en euros principalement investis dans des actifs obligataires reversant des taux assez bas au vu du contexte actuel ainsi qu'à la disparition progressive des fonds 100 % euros. Finalement, le niveau des rachats en 2021 reste inférieur à la moyenne de long terme.

1.1.2 Les différents contrats en assurance vie

L'assurance vie est une branche de l'assurance qui fait naître des engagements dont l'exécution dépend de la durée de vie humaine. Pour ce type d'assurance, l'aléa porte sur la durée de vie résiduelle et non sur l'événement de décès qui est certain.

Les contrats d'assurance vie peuvent être individuels ou collectifs dans le cas où ils sont souscrits par une entreprise ou une association. Ils permettent la constitution de droits différés exprimés sous forme de capital ou de rente, reversés en cas de vie au terme du contrat ou en cas de décès avant le terme du contrat.

Nous distinguons deux grandes familles de garanties en assurance vie. Dans un premier temps, les garanties en cas de vie, pour lesquelles une prestation est versée dans le cas où la personne assurée est toujours en vie à une échéance fixée dans le contrat. Ces contrats peuvent être à garantie viagère, c'est-à-dire jusqu'au décès de l'assuré ou à garantie temporaire. L'assurance en cas de vie est utilisée comme un placement, étant donné que l'assuré peut lui-même bénéficier du contrat. Ce type de contrat repose sur une capitalisation viagère et financière des primes versées. Les produits en cas de vie sont souvent assortis d'une contre assurance en cas de décès de l'assuré qui permet le remboursement d'une partie des primes investies à un bénéficiaire. Les principaux produits pour les garanties en cas de vie sont des produits d'épargne ou de retraite.

Dans un second temps, les garanties en cas de décès sont celles pour lesquelles une prestation est payée aux bénéficiaires si la personne assurée décède. L'assurance en cas de décès est une garantie pour les proches de l'assuré. Les contrats d'assurance en cas de décès peuvent être des contrats vie entière, c'est-à-dire qu'ils garantissent le versement d'une somme à un bénéficiaire le jour du décès de l'assuré. Dans ce cas-là, l'aléa porte sur la date de décès. Les garanties en cas de décès peuvent également être temporaires, dans ce cas-là les contrats garantissent le versement d'une somme à un bénéficiaire le jour du décès de l'assuré si celui-ci survient pendant une période prédéterminée dans le contrat. L'assurance emprunteurs prévoit de rembourser à la banque le capital restant dû sur un crédit si l'emprunteur décède : c'est une garantie temporaire en cas de décès. Il existe également des contrats mixtes de vie et décès.

Le contrat d'assurance vie est un contrat complexe faisant intervenir plusieurs acteurs :

- Le souscripteur : négocie les termes du contrat avec l'assureur, désigne les bénéficiaires de ce dernier, effectue les versements de primes, réalise les arbitrages pendant la durée de vie du contrat, lui seul peut exercer la faculté de rachat si elle existe ;
- L'assuré : dont le décès avant le terme du contrat ou la vie au terme du contrat conditionne le versement de la prestation par l'assureur ;
- Le bénéficiaire : désigné par le souscripteur, reçoit la somme garantie en cas de survie ou décès de la personne assurée ;
- L'assureur : cocontractant du souscripteur, doit mener à bien l'ensemble des opérations requises dans le cadre des termes du contrat jusqu'à son échéance.

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéresserons uniquement aux produits d'épargne qui représentent aujourd'hui une part significative de l'assurance vie. Dans ce type de contrats l'aléa repose sur l'échéancier de remboursement des sommes épargnées. Les contrats sont dénoués soit par un rachat soit par une arrivée au terme soit par le décès de la personne assurée.

Les contrats de produits épargne prennent essentiellement deux formes. D'une part, les contrats pour lesquels les encours sont exprimés en euros (dans ce cas-là le capital est souvent garanti). D'autre part, les contrats pour lesquels les encours sont exprimés en unités de compte, par exemple des parts d'OPCVM. La valeur n'est pas garantie a priori pour ce type de contrats.

Contrats en euros

Dans le cas des contrats d'épargne en euros, le souscripteur verse des fonds à travers le paiement de la prime. Le versement de la prime peut être effectué de façon unique, périodique ou libre. L'assureur place

ensuite ces fonds, la majorité de ces placements sont effectués dans des actifs obligataires souverains ou d'entreprises.

Chaque année, l'assureur verse une part des revenus financiers générés par ces placements et prélève les frais de gestion. L'assuré a la possibilité de retirer son capital ainsi que les intérêts à tout moment, moyennant des pénalités de rachats en fonction des termes du contrat. Les garanties financières sont portées par l'assureur pour ce type de contrats. En effet, l'assureur s'engage d'une part à revaloriser annuellement le capital investi à un taux supérieur ou égal au Taux Minimum Garanti (TMG). Les TMG peuvent être attribués de façon viagère ou pour une durée déterminée, ils garantissent à l'assuré un rendement minimum à son épargne indépendamment des conditions de marché.

Par ailleurs, le Code des Assurances prévoit le partage d'une partie des bénéfices générés par les rendements financiers de l'assureur avec ses assurés. On parle alors de Participation aux Bénéfices (PB). La réglementation définit un minimum de participation aux bénéfices. Des clauses contractuelles peuvent bonifier ce mécanisme de PB en prévoyant des versements complémentaires.

La participation aux bénéfices peut être réglementaire, contractuelle ou encore discrétionnaire. Dans le cadre de la PB réglementaire, l'assureur doit reverser à ses assurés au moins 85% de son résultat financier (hors produits financiers sur fonds propres) et 90% de son résultat technique. La PB est obtenue comme la différence entre la participation aux résultats et les intérêts techniques.

$$\text{Minimum de PB} = \left\{ \begin{array}{l} 90\% \text{ du bénéfice technique} \\ \text{ou} \\ 100\% \text{ de la perte technique} \end{array} \right. + \left\{ \begin{array}{l} 85\% \text{ du bénéfice financier} \\ \text{ou} \\ 0\% \text{ de la perte financière} \end{array} \right. \quad (1.1)$$

Le niveau de PB dépend du fonds dans lequel l'épargne de l'assuré est investie, la répartition des bénéfices se fait ainsi fonds par fonds.

Comme stipulé à l'article A132-7 du Code des Assurances, le versement du montant de participation aux bénéfices alloué aux assurés au titre d'un exercice peut être immédiat ou différé. En effet, l'assureur peut directement distribuer ces bénéfices aux souscripteurs à la fin de l'exercice, en augmentant les prestations futures ou en diminuant les primes, ou choisir de mettre en réserve la PB, partiellement ou totalement, en provisionnant la Provision Pour Excédents (PPE). Cependant, toute dotation doit être reversée aux assurés au cours des huit exercices suivants. La redistribution doit être réalisée en suivant la règle FIFO "first in first out".

L'assureur fixe en fonction de sa stratégie le niveau de la PB contractuelle, il est obligatoirement plus avantageux pour l'assuré que la PB réglementaire.

La dotation de la PPE dépend de la stratégie souhaitée par l'assureur. Les compagnies d'assurance vont en général fortement doter la PPE au cours des période de bonnes performances financières et vont à l'inverse effectuer des reprises de PPE durant les moins bonnes périodes. Cette provision permet par conséquent de lisser dans le temps les performances des fonds en euros.

Contrats UC

Dans le cas d'un contrat d'épargne en UC, le risque financier est intégralement porté par le souscripteur. Une unité de compte est un support d'investissement financier tel que des parts d'OPCVM ou des actions de valeurs mobilières ou immobilières. Il existe une grande diversité d'UC. Pour assurer la

gestion de ces contrats, l'assureur effectue des prélèvements pour frais de gestion annuel de l'encours, le gestionnaire de l'actif prélève quant à lui des frais dont une part peut être rétrocédée à l'assureur.

Une garantie plancher en cas de décès peut être proposée par l'assureur, elle permet par exemple de garantir le montant initialement versé en cas de décès. Les contrats en UC sont principalement investis en actions tant dis que les contrats en euros sont surtout investis en obligations et sont donc plus sensibles aux mouvements des marchés financiers. Ce type de contrat s'adresse à des investisseurs prêts à accepter les risques inhérents aux fluctuations des marchés.

Contrats Multisupports

Les contrats multisupports permettent une juxtaposition des deux investissements euros et UC. Ils comportent un volet en fonds euros et un volet en UC. Ils peuvent comporter des options d'arbitrage automatique entre les fonds en euros et les UC. La collecte nette sur les supports en UC dépend fortement des conditions de marché. L'assuré peut choisir une gestion libre de son épargne, il répartit dans ce cas-là lui-même son épargne entre le support euros et/ou le(s) unité(s) de compte disponible(s) dans le contrat. Il peut également faire le choix d'une gestion profilée qui consiste à confier son épargne à un organisme gestionnaire qui le gèrera en fonction du profil choisi par l'investisseur.

Il est possible de distinguer trois types de profils :

- Prudent (l'épargne est essentiellement investie en obligations et en monétaires) ;
- Dynamique (investie principalement en actions) ;
- Équilibré (combine les deux types d'investissements).

1.1.3 Les provisions en assurance vie

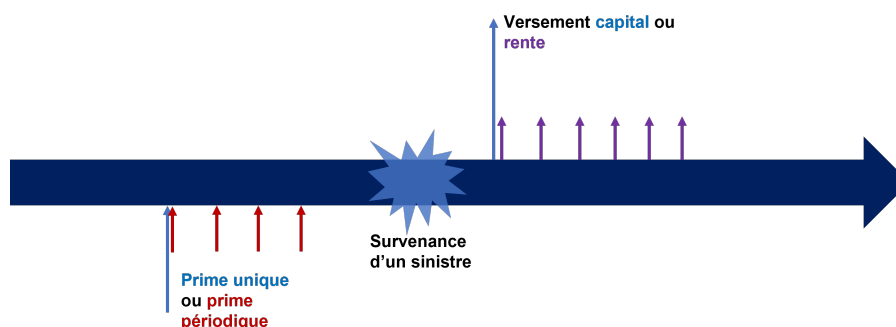


FIGURE 1.3 : Engagement de l'assureur

Comme illustré dans la figure 1.3, l'activité d'assurance se caractérise par l'inversion du cycle de production. Par conséquent, l'assureur doit constituer des provisions pour couvrir ses engagements et être en capacité de régler les sommes dues aux assurés.

Provisions mathématiques

Les Provisions Mathématiques (PM) représentent la somme que l'assureur doit détenir pour garantir son engagement vis-à-vis des assurés. Après la souscription d'un contrat, l'assureur doit alors inscrire dans son bilan un montant représentatif de son engagement brut de réassurance. La provision mathématique est définie par l'article R.331-3 du Code des Assurances comme étant "la différence entre les valeurs actuelles des engagements respectivement pris par l'assureur et les assurés". Le calcul de la PM considère les valeurs actuelles probables. Les PM sont obtenues en effectuant la différence entre la valeur actuelle probable (VAP) des engagements de l'assureur, c'est-à-dire paiements futurs de prestations et des frais qui en découlent, et de la VAP des engagements de l'assuré, c'est-à-dire des versements des primes futures.

$$PM_k = VAP_k^{assureur} - VAP_k^{assuré}.$$

Le calcul des provisions mathématiques doit se faire selon certaines règles. En effet, la PM doit être calculée tête par tête, ne peut être négative, ne peut être inférieure à la valeur de rachat du contrat et doit tenir compte des chargements pour frais d'acquisition pour les contrats à primes périodiques. Le taux utilisé dans le calcul de la PM pour l'actualisation des engagements doit selon le Code des Assurances être au plus égale à celui retenu pour l'élaboration des tarifs.

Réserve de capitalisation

La réserve de capitalisation est une provision spécifique destinée à neutraliser les effets de plus ou moins-values obligataires, elle vise à parer à la dépréciation des valeurs qui constituent l'actif de l'assureur ainsi qu'à la diminution de leurs revenus. Elle est alimentée par les plus-values réalisées sur les cessions d'obligations et est reprise de façon symétrique uniquement en cas de réalisation de moins-values pour cette même catégorie d'actifs. Le montant versé ou prélevé est calculé de tel sorte que le taux actuariel de l'obligation après versement ou prélèvement soit égal au taux actuariel à l'achat plus précisément :

- Le montant versé dans la réserve de capitalisation est égal à la différence entre le prix de vente et la valeur nette comptable du titre ;
- Le montant prélevé de la réserve de capitalisation est égal à la différence entre la valeur nette comptable du titre et son prix de vente.

Elle permet de lisser le résultat dans le temps et de dissuader les organismes d'assurance de vendre leurs obligations en cas de baisse des taux et de générer des bénéfices ponctuels, pour ensuite acquérir de nouvelles obligations moins performantes.

Provision pour taux

La provision pour taux (PRT) permet de faire face aux garanties de Taux Minimum Garanti (TMG) accordées aux assurés au-delà de ce que la réglementation prévoit.

Provision pour garantie plancher

La Provision pour Garantie Plancher (PGP) est destinée à provisionner les pertes futures au titre des garanties plancher présentes sur certains contrats en UC.

Provision globale de gestion

La Provision Globale de Gestion (PGG) a pour but de couvrir les charges de gestion futures des contrats non couvertes par ailleurs. Son calcul est effectué par groupes homogènes de contrats, aucune compensation ne peut être faite entre les contrats. Une PGG doit être constituée pour l'ensemble des contrats pour lesquels les chargements de gestion sont insuffisants. La PGG est égale à la différence entre les valeurs actuelles probables des ressources et des charges de gestion, elle est nulle dès lors que cette différence est positive.

$$PGG_k = \min(0; VAP_k^{\text{ressources de gestion}} - VAP_k^{\text{charges de gestion}}).$$

Provision pour aléas financiers

La Provision pour Aléas Financiers (PAF) vise à compenser la baisse de rendement de l'actif, elle doit être calculée lorsque 80% du rendement financier d'un organisme est inférieur au taux technique moyen garanti sur les contrats. La PAF est définie comme étant la différence entre les provisions mathématiques recalculées sur la base d'un taux technique égal à un taux prudent et les PM comptables. Le taux appliqué pour le recalcul des PM peut correspondre à :

- 60% du Taux Moyen d'Emprunt d'État (TME) ;
- Un taux compris entre 75% et 100% du TME en fonction de la composition du portefeuille d'actifs de l'organisme ;
- Sous autorisation de l'ACPR, à un taux prudent estimé du taux de rendement futur des actifs peut être appliqué.

Provision pour risque d'exigibilité

La Provision pour Risque d'Exigibilité (PRE) est destinée à faire face aux engagements dans une situation de moins-value des actifs mentionnés à l'article R.343-10 du Code des Assurance (i.e. les titres non amortissables, hors obligations indexées sur l'inflation). Cette provision est constituée dans le cas où les titres considérés sont en situation de moins-value latente nette globale, c'est-à-dire lorsque la valeur nette comptable de ces actifs est supérieure à leur valeur de réalisation.

Provision pour participation aux excédents

La Provision pour Participation aux Excédents correspond au montant des participations aux bénéfices attribuées aux bénéficiaires des contrats lorsque ces bénéfices ne sont pas directement reversés après liquidation de l'exercice qui les a produits. Cette provision permet d'optimiser les taux de rendements servis aux assurés au cours de mauvaises périodes de marchés. Le calcul de la PPE est réalisé au niveau

de l'organisme et non contrat par contrat ou fonds par fonds. Par principe, la rémunération globale de l'organisme doit être au plus égale à 10% du résultat technique, résultat lié à la mortalité et à la gestion des contrats, et 15% du résultat financier hors produits financiers sur fonds propres. Selon l'article A.132-11 du Code des Assurances le montant minimal de PB à attribuer au titre d'un exercice est déterminé à partir d'un compte de participation aux résultats. La participation aux résultats est définie comme la somme des intérêts techniques et de la participation aux bénéfices.

$$\text{Participation aux résultats} = \text{Intérêts techniques} + \text{Participation aux bénéfices.}$$

A-SOLDE DE SOUSCRIPTION	
+	Primes
-	Charges des prestations
+ Sinistres et capitaux payés + Versement de rentes + Rachats + Frais de gestion de sinistres + Provision de sinistres à la clôture - Provision de sinistres à l'ouverture - Intérêts techniques inclus dans les prestations - Participations aux bénéfices inclus dans les prestations	
-	Charge des provisions
+ Provisions d'assurance-vie à la clôture - Provisions d'assurance-vie à l'ouverture - Intérêts techniques incorporés aux provisions d'assurance-vie - Participation aux bénéfices incorporée aux provisions d'assurance-vie + Autres provisions techniques à la clôture - Autres provisions techniques à l'ouverture	
B-CHARGE D'ACQUISITION ET DE GESTION NETTES	

SOLDE TECHNIQUE = A – B (si > 0 : bénéfice technique, sinon : déficit technique)

Participation des assurés au solde technique = 90% du bénéfice technique ou 100% du déficit technique
--

FIGURE 1.4 : Compte technique d'un assureur-vie

Le solde technique de l'assureur-vie est alors obtenu à partir du compte technique présenté dans la figure 1.4 ci-dessus.

1.2 Cadre réglementaire Solvabilité 2

1.2.1 De Solvabilité 1 à Solvabilité 2

La solvabilité d'une compagnie d'assurance ou de réassurance mesure sa capacité à honorer ses engagements vis à vis de ses assurés et des bénéficiaires des contrats (d'assurance ou de réassurance). Le niveau de solvabilité dépend des provisions et des fonds propres disponibles dans le bilan de la

compagnie. Un organisme d'assurance se doit de protéger ses assurés, il doit ainsi être en mesure de répondre à ses engagements envers eux à tout instant et donc être toujours solvable. Des régimes prudentiels ont alors été mis en place : d'abord Solvabilité 1, en 1973 pour l'assurance non-vie et en 1979 pour l'assurance vie, ensuite solvabilité 2 en 2016. Ces régimes prudentiels définissent les modalités de calculs des provisions et du niveau minimal de fonds propres à détenir pour respecter les exigences de solvabilité.

La Directive Solvabilité 2 ou Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice, modifiée en dernier lieu par la Directive 2014/51/UE du Parlement européen et du Conseil du 16 mars 2014 (Omnibus II) est entrée en application le 1er janvier 2016, dans le prolongement de Bâle 2 pour le secteur bancaire. Cette Directive a été transposée en droit local dans tous les pays européens. C'est un ensemble de règles définissant les exigences et fixant le régime de solvabilité applicables aux entreprises d'assurance ou de réassurance au sein de l'Union Européenne.

L'ensemble des entreprises d'assurance régies par le Code des Assurances, des mutuelles régies par le Code de la mutualité, ou encore des institutions de prévoyance régies par le code de la sécurité sociale sont soumises à l'application de Solvabilité 2. Une exception est faite pour les organismes de petites tailles, c'est-à-dire dont les primes sont inférieures à 5 millions d'euros et les provisions à 25 millions d'euros, qui ne sont pas concernés par ce régime mais qui restent néanmoins soumis à Solvabilité 1. Les organes de supervision nationaux s'assurent de la mise en conformité auprès des compagnies. En France c'est le rôle de l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR).

La première réglementation prudentielle Solvabilité 1, résultant des directives européennes des années 70, se basait sur des principes simplistes et peu prospectifs. Elle apparaît vite comme étant inadaptée aux risques réellement portés par les compagnies, en ne tenant pas compte de leur diversité et de leur complexité. Ce premier régime prudentiel purement quantitatif aboutissait à des niveaux de fonds propres trop prudents, et permettait d'estimer une marge de solvabilité de manière assez simpliste puisqu'elle correspondait à un pourcentage des provisions mathématiques. Les actifs étaient eux comptabilisés selon le principe du coût historique, c'est-à-dire à leur valeur d'achat, ne respectant donc pas le principe de Market Consistency.

Le nouveau référentiel prudentiel, Solvabilité 2, est alors destiné à remplacer celui issu de Solvabilité 1, il permet de mieux répondre aux exigences prudentielles, de corriger les nombreuses lacunes identifiées sous le premier référentiel, ainsi que d'intégrer une dimension qualitative à travers de deux types d'enjeux :

- Des enjeux internes : permettre aux compagnies d'atteindre leurs objectifs stratégiques et d'assurer leur pérennité ;
- Des enjeux sociétaux : mieux assumer la responsabilité des compagnies vis-à-vis de la société et de leur environnement d'activité.

L'objectif de la Directive Solvabilité 2 est double, elle vise dans un premier temps à se doter d'un système plus adapté aux risques effectifs auquel s'expose l'assureur et dans un second temps à harmoniser les règles et le contrôle au sein de l'Union européenne.

En premier lieu, la Directive Solvabilité 2 a pour but d'évaluer la solvabilité globale d'une compagnie en fonction de tous les risques qu'elle encoure et des spécificités de chaque acteur (compagnie d'assurance ou de réassurance, vie, non-vie, engagements de court, moyen ou long terme...). Contrairement à l'ancien régime qui se basait sur une vision moins exhaustive du risque, Solvabilité 2 exige des

assureurs de constituer des fonds propres qui reflètent l'intégralité et la spécificité des risques auxquels ils s'exposent.

Elle incite de plus les assureurs, tout en tenant compte de la nature de la complexité et du profil de chaque organisme (principe de proportionnalité), à mettre en place un système de gouvernance efficace permettant de mieux mesurer et contrôler les risques : Risk Management, Contrôle Interne, Gouvernance. . .

Dans un second lieu, le régime vise à répondre à des objectifs politiques en renforçant l'intégration du marché européen, en améliorant la protection des assurés et ayants droit, ainsi qu'en renforçant la compétitivité des assureurs et réassureurs européens sur le plan international.

Les règles prudentielles introduites par Solvabilité 2 se répartissent en 3 piliers :

- **Pilier 1 Exigences quantitatives** Ce premier pilier définit les provisions techniques ainsi que le bilan prudentiel ou économique. De plus, il détaille les approches de calcul de l'exigence en capital économique (Solvency Capital Requirement SCR, Minimum Capital Requirement MCR) que ce soit à l'aide de la formule standard ou d'un modèle interne complet ou partiel.
- **Pilier 2 Exigences qualitatives** Le deuxième pilier vise à renforcer le système de gouvernance avec la mise en place de fonctions clés, de dirigeants effectifs, du principe d'honorabilité et compétence " *fit and proper* ", mais aussi à consolider le contrôle interne, la gestion et l'évaluation de risque au travers notamment du processus interne d'évaluation des risques et de la solvabilité (*Own Risk and Solvency Assessment* ou ORSA) effectué par l'organisme. L'ORSA doit illustrer la capacité de l'organisme à identifier, mesurer et gérer l'ensemble des éléments affectant sa solvabilité ou sa situation financière.
- **Pilier 3 Informations à destination du public et du superviseur** Ce troisième pilier a pour objectif d'harmoniser les méthodes de contrôle et supervision au sein de l'Union Européenne (UE), il définit les états prudentiels communs à l'ensemble des contrôleurs européens, et instaure un système transparent via l'exigence de *reporting* où nous retrouvons le *Solvency and Financial Condition Report* ou SFCR et le *Regular Supervisory Report* ou RSR.

Comme précisé par l'ACPR (2022), l'ensemble des règles et principes du régime sont énoncés dans la Directive et explicités dans d'autres textes réglementaire segmentés en trois niveaux. Plus précisément, le cadre réglementaire est constitué de la Directive, et d'un règlement délégué, et complété par ailleurs par des normes techniques de réglementation et d'exécution (RTS et ITS) ainsi que des orientations publiées par l'Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelles (AEAPP ou EIOPA en anglais) :

- **Niveau 1 : la Directive Solvabilité 2** qui présente sous la forme d'articles les grands principes du régime prudentiel applicables aux compagnies. La Directive reste descriptive, en effet aucune approche ou méthodologie de mise en pratique des différents processus n'y est décrite.
- **Niveau 2 : le règlement délégué** de la Commission Européenne vise à expliciter certains points de la réglementation. Ce texte détaille notamment les méthodologies d'évaluation quantitatives pour le calcul du ratio de solvabilité. En tant que règlement européen, il ne nécessite pas de transposition dans les textes nationaux il est directement applicable.
- **Niveau 3 :**

- **Les normes techniques d'exécution** (Implementation technical Standards ITS) proposés par L'EIOPA et ensuite adoptés par la Commission Européenne. Elles sont d'application directe.
- **Les orientations** ont adoptées par L'EIOPA et le sont ensuite au sein de chaque autorité de contrôle nationale. Elles sont soumises à une procédure de Comply, chaque autorité se doit d'adapter et de mettre en œuvre ces orientations pour leur marché ou expliquer à L'EIOPA pourquoi elles ne le font pas.

1.2.2 Bilan prudentiel

Le Pilier 1 de Solvabilité 2 vise à mesurer le niveau de solvabilité d'une compagnie grâce à un ratio de solvabilité défini comme étant le rapport entre la richesse et le niveau de risque de l'organisme. Le niveau de richesse correspond au niveau de fonds propres économiques ou Net Asset Value, déterminé au sein du bilan prudentiel de l'organisme. Les fonds propres économiques sont égaux à la différence entre l'actif et les provisions techniques que nous présenterons en seconde partie de ce chapitre.

Dans le cadre du pilier 1 un nouveau bilan a été mis en place. Désormais ce n'est plus un bilan comptable qui est considéré mais un bilan prudentiel ou bilan économique.

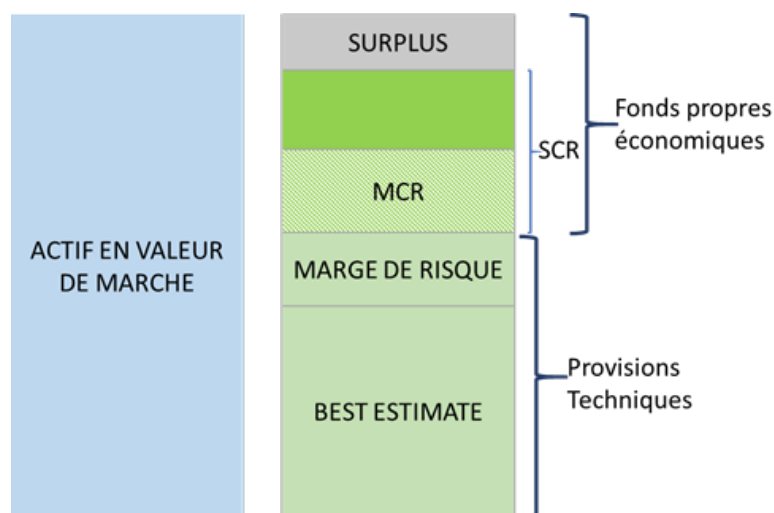


FIGURE 1.5 : Bilan économique simplifié d'une compagnie d'assurance

Le bilan économique présenté en figure 1.5, est déterminé selon des principes et non en suivant des règles précises. Largement inspiré des normes comptables IFRS, sa valorisation repose sur une valeur économique des différents éléments le composant. Les éléments du bilan sont essentiellement évalués de manière *Market-Consistent*, c'est-à-dire que leur valorisation doit être cohérente avec les valeurs observées sur les marchés. Contrairement à Solvabilité 1 qui préconisait une valorisation des actifs selon le principe du coût historique, c'est-à-dire valorisés à leur valeur d'acquisition, dans le bilan prudentiel les actifs et passifs sont évalués en valeur de marché. Les actifs sont comptabilisés en valeur de marché et les passifs sont valorisés suivant une vision Best Estimate.

Comme précisé à l'article 75, paragraphe 1, de la Directive "les actifs sont valorisés au montant pour lequel ils pourraient être échangés dans le cadre d'une transaction conclue, dans des conditions de concurrence normales, entre des parties informées et consentantes". Ils sont évalués grâce à une approche *Mark-to-Market*, c'est-à-dire que l'on utilise des données sur le prix de l'actif ou celui d'un

actif comparable issues de marchés suffisamment profonds liquides et transparents, ou encore selon une approche mark-to-model, qui consiste à valoriser l'actif à l'aide de modèles mathématiques.

Les passifs sont quant à eux, selon la Directive, valorisés de telle sorte que la valeur déterminée soit équivalente à celle pour laquelle les passifs pourraient être transférés ou réglés dans le cadre d'une transaction conclue, et cela dans des conditions de concurrence normales, entre des parties informées et consentantes. Les fonds propres sont calculés comme une *Net Asset Value* (surplus d'actifs par rapport aux passifs) et sont soumis à des critères d'éligibilité pour la couverture du capital requis. Le bilan prudentiel permet de définir le niveau de fonds propres à détenir pour couvrir les exigences de capital.

1.2.3 Exigence en capital

Afin d'assurer la solvabilité des acteurs de marché la réglementation impose un niveau de richesse à détenir. Ce niveau de richesse à détenir est propre à chaque organisme, il dépend des risques réels encourus par ce dernier et de ses spécificités, il reflète ainsi le profil de risque de l'assureur. Deux exigences de capital ont été introduites et correspondent à deux niveaux de fonds propres de référence :

- *Solvency Capital Requirement* (SCR) : Capital de Solvabilité Requis ;
- *Minimum Capital Requirement*(MCR) : Minimum de Capital Requis.

Le SCR correspond à la perte qui résulterait de la survenance dans l'année d'un risque très rare mais très important. La probabilité d'occurrence de ce risque est de 1/200 à horizon un an : on parle alors de risque bicentenaire, c'est-à-dire d'un choc rare ayant lieu une fois tous les 200 ans. Le SCR est alors le montant de fonds propres à détenir pour limiter la probabilité de ruine économique de l'assureur à horizon un an et au seuil de confiance 0,5%. Théoriquement le SCR correspond à la Value-at-Risk (*VaR*) des fonds propres de la compagnie au niveau de confiance de 99,5% à horizon 1 an, c'est le quantile de la distribution de pertes à un an.

$$P(\text{FondsPropresVaR}(\alpha, t)) = 1 - \alpha.$$

Dans ce cas : la probabilité α est égale à 99,5% et l'horizon de temps t est égale à 1an.

Le montant des fonds propres doit être supérieur au SCR. Dans le cas où un organisme n'est plus en mesure de couvrir son SCR, le superviseur, ici l'ACPR, devra établir un plan de redressement en concertation avec ce dernier lui permettant de répondre à nouveau à l'exigence en capital. Le SCR est déterminé en fonction du profil de risque de chaque organisme, il peut être calculé selon différentes approches : soit en appliquant la formule standard calibrée de manière uniforme sur l'ensemble du marché européen, soit en utilisant un modèle interne, développé par l'organisme et après approbation du superviseur, complet ou partiel (combinaison des deux approches). Le SCR formule standard est calculé selon une approche modulaire comme indiqué dans la figure ci-dessous. L'assureur doit dans ce cas-là quantifier la perte engendrée par l'occurrence d'un événement défavorable et ce pour une trentaine de facteurs de risque distincts.

Chaque sous-module présenté dans le schéma 1.6 ci-dessous, correspond à un risque pour lequel un besoin en capital est calculé en appliquant un scénario stressé, par exemple une baisse de 25% de la valeur de marché des actifs type immobilier. L'ensemble des chocs appliqués dans le cadre de la formule standard sont explicités dans le règlement délégué.

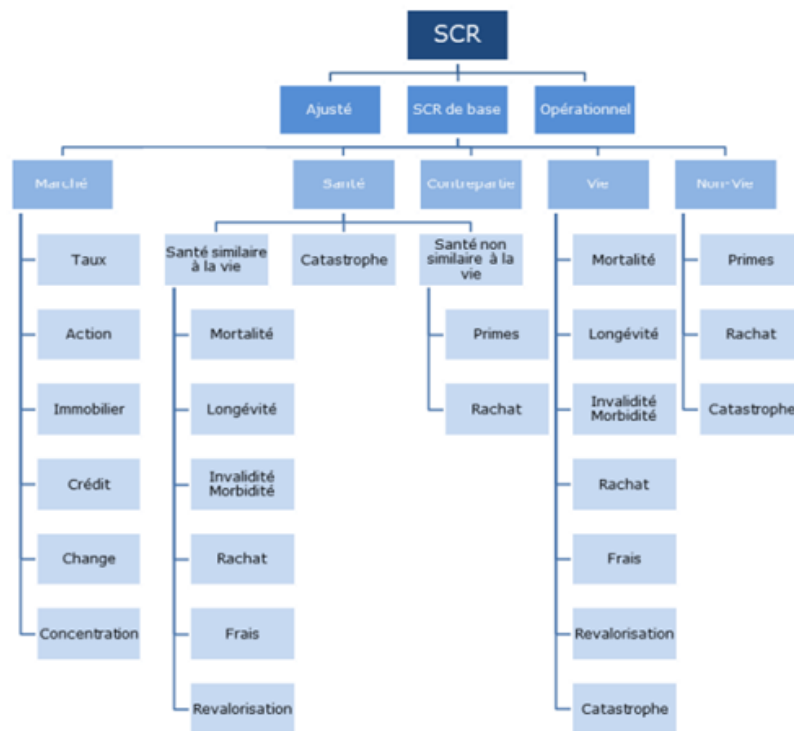


FIGURE 1.6 : Schéma approche modulaire pour le calcul du SCR selon la formule standard

Pour tenir compte des liens de dépendances pouvant exister entre les différents facteurs de risques ainsi que de la faible probabilité d'occurrence de l'ensemble des événements considérés de manière simultanée (effet de diversification), les sous modules sont agrégés en modules (Marché, Vie...) à l'aide de matrices de corrélations définies par la norme. Les modules sont par la suite tous agrégés selon une matrice de corrélation donnée permettant de déterminer le SCR de base ou BSCR.

L'approche modulaire reflète de manière adéquate les dépendances entre les différents risques auquel fait face l'assureur. Un lecteur intéressé pourra se référer aux travaux de DECUPÈRE (2011) traitant de l'Agrégation des risques et allocation de capital sous S2.

Certains ajustements sont effectués au SCR de base pour mieux représenter la réalité économique. Le BSCR correspond à la perte brute qui peut être atténuée par la capacité d'absorption des impôts différés et des provisions techniques. En effet, dans un premier temps, il est possible d'imputer la perte au résultat final car l'assureur payera moins d'impôts dans le futur que ce qui avait été comptabilisé initialement. Dans un second temps, l'assureur peut atténuer une partie de sa perte au travers d'une participation aux bénéfices plus faible que celle souhaitée avant le choc. C'est pour cela, qu'au BSCR est ajouté un ajustement permettant de refléter ce mécanisme d'absorption des pertes ainsi que le SCR opérationnel, représentant l'exigence de capital pour le risque opérationnel, on obtient alors le SCR final.

En assurance-vie, les organismes sont fortement exposés au risque de taux, le risque de marché représente de ce fait une des plus importantes expositions au risque. En effet, pour la majorité des contrats, les garanties accordées sont de natures financières et ne sont donc pas liées à un risque biométrique comme en assurance non-vie. Le risque de marché est essentiellement lié à la détention

d'obligation, au risque de spread sur obligations privées ainsi qu'au risque de taux d'intérêt.

Le SCR représente le risque de l'organisme et permet de déterminer le niveau de solvabilité de ce dernier au travers du calcul du ratio de solvabilité. Ce ratio de couverture est calculé à chaque date d'évaluation t

$$\text{Ratio de solvabilité}_t = \frac{\text{Richesse}_t}{\text{Risque}_t} = \frac{FP_t}{SCR_t}.$$

Le MCR correspond à l'exigence minimale de fonds propres, en dessous de ce seuil l'intervention de l'autorité de contrôle et supervision est automatique, et l'organisme peut se voir retirer son agrément.

1.2.4 ORSA

Le pilier 2 de la Directive définit l'ensemble des exigences qualitatives en matière de gestion des risques et de gouvernance, permettant aux entreprises d'identifier, de mesurer, de contrôler et de gérer au mieux les risques auxquels elle est exposée.

Le renforcement du système de gouvernance introduit dans ce pilier vise à garantir une gestion saine, prudente et efficace de l'activité. Nous distinguons dans ce système de gouvernance une structure organisationnelle qui fixe de manière transparente les responsabilités et tâches de chacun, en définissant le rôle des fonctions clés, des dirigeants effectifs, ou encore du conseil d'administration, mais aussi les règles de prise de décisions de Reporting interne, de communication et de supervision, notamment via les politiques écrites. Ce système de gestion des risques permet de piloter la stratégie mis en place par la compagnie.

Le pilier 2 de la Directive a également introduit un processus d'analyse interne des risques. En effet, le processus interne d'évaluation des risques et de la solvabilité (ORSA) a pour but d'évaluer de façon régulière les besoins de solvabilité de l'organisme en fonction de sa stratégie et de son profil de risque. L'ORSA est une évaluation prospective de la situation de l'assureur, au travers d'indicateurs de rentabilité et de solvabilité.

Dans le cadre de ce processus, l'assureur doit réaliser annuellement une évaluation des trois éléments suivants :

- Son besoin global de solvabilité, lui permettant d'identifier les spécificités de son profil de risque notamment pour les risques qui ne sont pas quantifiés ;
- Le respect permanent des exigences en capital, lui permettant de s'assurer de la capacité de l'organisme à couvrir ses exigences de capital dans la durée. Cette évaluation est souvent réalisée à l'aide de stress tests ;
- La déviation de son profil de risque en identifiant les éventuels écarts avec les hypothèses standards ou avec le modèle interne utilisé par la compagnie pour le calcul du SCR.

Ce processus doit être pris en considération dans l'ensemble des décisions stratégiques de l'assureur. L'ORSA donne lieu à la rédaction d'un rapport et permet de définir le profil de risque de la compagnie, de mettre en place les stratégies de gestion des risques ainsi que les éventuelles évolutions stratégiques.

Ce processus de gestion des risques repose sur le suivi d'indicateurs prudentiels clés permettant de mesurer et de contrôler les risques. Divers indicateurs peuvent être alors considérés, comme le ratio de solvabilité, le ratio entre le SCR de marché et le montant total des placements, ou encore le résultat de l'entreprise.

1.3 Révision de Solvabilité 2

Solvabilité 2 repose sur une approche basée sur l'exposition réelle au risque, qui permet aux organismes de mieux évaluer les risques qu'ils encourent et de mieux prendre en compte leur diversité ainsi que leur complexité. Grâce à cette approche, les acteurs de marché ont réussi à mieux aligner leur exigence en capital à leur profil de risque. C'est pour cela que d'un point de vue prudentiel, Solvabilité 2 répond bien aux attentes de L'EIOPA.

Néanmoins, une révision de Solvabilité 2 est aujourd'hui proposée par L'EIOPA. Elle a pour objectif de faire évoluer le régime prudentiel en assurant une meilleure prise en compte du contexte économique et en apportant des améliorations à l'ensemble des lacunes qui ont pu être identifiées durant ces premières années d'application. La révision actuelle n'a en aucun cas pour but de modifier ou de remettre en question les principes fondamentaux du régime prudentiel.

La Directive Solvabilité 2 fait l'objet de modifications par les législateurs européens pour la seconde fois depuis son entrée en application. En effet, une première révision du règlement délégué a été menée en 2018, et ses amendements ont été mis en application à partir de 2019. Ce premier volet d'adaptations a principalement porté sur les paramètres de la formule standard du calcul d'exigence de capital. Le deuxième volet porte cette fois-ci sur la Directive et couvre un large spectre de sujets. Ce projet de réforme porte sur 19 points et balaye donc un périmètre très ambitieux, il couvre aussi bien des aspects techniques liés à la formule standard, aux mesures transitoires, que les problématiques de proportionnalité ou encore la communication au public et aux autorités de contrôle. Plus précisément, le projet de réforme de la Directive vise à :

- Réduire la complexité du cadre prudentiel et renforcer le principe de proportionnalité :
 - Revue des seuils d'éligibilité : fixer des seuils plus haut permettant ainsi à plus d'entreprises d'appliquer le principe de proportionnalité et de rester soumis à Solvabilité 1. Plus précisément, le seuil sur les primes annuelles est triplé en passant de 5 à 15 millions d'euros, et le seuil sur les provisions techniques est doublé en passant de 25 à 50 millions d'euros ;
 - Extension du champ d'application des simplifications : La demande d'éligibilité pourra se faire qu'une seule fois et permettra ensuite d'avoir la possibilité d'appliquer l'ensemble des simplifications proposées par EIOPA.
- Accroître l'intégration du marché européen ainsi que la convergence des pratiques de supervision.

Ces deux points ne seront pas plus développés dans le cadre de ce mémoire.

- Lever les freins au financement de long terme de l'économie et de réorienter les investissements du secteur assurantiel ;
- Réduire la volatilité à court terme des indicateurs prudentiels : il a par exemple été constaté que l'inflation avait un impact important sur la correction pour volatilité et donc sur les indicateurs ;
- Adapter la Directive aux conditions économiques actuelles.

La révision 2020 de Solvabilité 2 prévue par Omnibus 2 a débuté en février 2019 au travers d'une lettre de la Commission Européenne sollicitant L'EIOPA pour l'élaboration d'un avis technique sur l'ensemble des thématiques abordées.

Les travaux s'effectuent essentiellement au sein du Conseil de l'Union Européenne, L'EIOPA a effectué de nombreuses consultations de marché lui permettant ainsi de tester ses différentes propositions et de collecter un maximum de données sur leurs potentiels impacts. Les échanges avec les acteurs de marché ont avant tout eu lieu à l'occasion :

- De deux consultations formelles organisées par EIOPA en octobre 2019 et en janvier 2020 ;
- D'une étude d'impact holistique réalisée sur les données de fin 2019 et restituée par les assureurs en juin 2020 ;
- D'une demande complémentaire d'informations réalisée sur les données du 30 juin 2020 et restituée par les assureurs mi-septembre 2020 ;
- De consultations informelles menées auprès d'organisations professionnelles représentatives du marché.

L'EIOPA a publié son avis technique définitif le 17 décembre 2020. Cette publication fait suite aux diverses consultations effectuées, et a été complétée par une étude d'impact adressée à la Commission européenne. La Commission européenne s'est servie de cet avis comme point de départ pour l'ensemble de ses travaux, qui se sont concrétisés par la publication courant 2021 de ses propositions pour cette revue. La suite du processus de révision de la Directive devrait prendre du temps, avec deux à trois années d'échanges et de négociations, suivi de l'adoption du projet de réforme, de sa transposition, pour enfin entrer en application en janvier 2025 ou 2026.



FIGURE 1.7 : Dates clés de la révision de la Directive Solvabilité 2

La frise chronologique 1.7 indique les dates clés de la révision énoncées par l'AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (2022a).

L'ensemble des recommandations émises pour le projet de réforme du régime prudentiel ont pour principal objectif de mieux prendre en compte le contexte économique actuel, notamment les niveaux de taux d'intérêt particulièrement bas voire négatifs dans l'évaluation du passif et du ratio de solvabilité. Le contexte de taux bas a été fortement accentué par la crise sanitaire de la Covid-19. En effet, les marchés financiers et économiques ont été fortement impactés en 2020. Néanmoins, L'EIOPA souhaite baser sa révision sur les observations de marchés à fin 2019, pour éviter de prendre en compte un contexte économique exceptionnel. Les propositions faites par la Commission Européenne s'alignent largement avec les recommandations publiées par L'EIOPA.

Les principales mesures considérées par la Commission Européenne visent à inciter les organismes d'assurance et de réassurance à développer leurs investissements à long terme leur permettant ainsi de jouer un rôle central dans la reprise économique de l'Europe. Pour encourager ce type d'investissement,

une modification de la correction pour volatilité (*Volatility Adjustment* ou VA) est proposée, cette adaptation vise à renforcer l'aspect contracyclique et à favoriser les organismes détenant des passifs illiquides.

Dans ce cadre, une révision des critères d'éligibilité à la sous-classe d'actions de long terme est également envisagée. Les actions appartenant à cette catégorie sont soumises à un choc amoindri de 22% pour le calcul du capital réglementaire, au lieu des 39% ou 49% pour les actifs appartenant à des classes dites "classiques". L'exigence en capital est donc réduite pour les actions de long terme, alléger les conditions d'éligibilité encouragerait par conséquent les investissements dans ce type d'actions. Les propositions effectuées pour la revue sont d'autre part destinées à adapter la Directive au contexte économique et financier actuel au travers de :

- La revue de la courbe des taux utilisée pour l'actualisation des engagements ;
- La revue de la formule de calcul de l'exigence en capital pour le module risque de taux : permet de s'assurer que les acteurs de marché détiennent suffisamment de capital pour faire face à ce risque ;
- La revue de la formule de calcul de l'exigence en capital pour le module risque actions.

D'autres points sont également en discussion tel que la revue de la structure du rapport public sur la solvabilité et la situation financière (*Solvency and Financial Condition Report* – SFCR). Le SFCR serait composé de deux parties :

- Une partie destinée aux assurés ;
- Une partie orientée pour les investisseurs.

En ce qui concerne les problématiques macro-prudentielle, le principal sujet en discussion porte sur une meilleure prise en compte des risques systémiques dans l'ORSA. Un encadrement plus strict du risque de liquidité devrait être mis en place et intégrerait un plan de gestion du risque de liquidité. Le superviseur aurait de nouveaux pouvoirs et pourrait intervenir dans le cadre de la restriction de versement de dividendes d'un assureur en cas de conjonctures exceptionnelles.

Pour le principe de proportionnalité, de nouvelles simplifications seraient introduites pour les assureurs dont le profil de risque est considéré comme "limité". Ces assureurs pourront bénéficier de manière automatique de mesures de simplifications pour les trois piliers. Par ailleurs, les seuils d'exemption à Solvabilité 2 seraient revus, permettant ainsi à plus d'organismes d'en bénéficier.

Les assureurs utilisant un modèle interne seraient dans l'obligation de réaliser de manière régulière le calcul de l'exigence en capital en utilisant l'approche standard et de transmettre les résultats obtenus au superviseur.

Une revue et clarification des textes concernant la supervision des groupes seraient également envisagées permettant ainsi une application plus pragmatique, et plus harmonisée au niveau européen.

Finalement, un des volets de cette revue concerne la finance durable, et vise à encourager les assureurs à s'orienter vers des investissements plus responsables. En effet, L'EIOPA pourrait étudier d'ici juin 2023 la mise en place d'un traitement prudentiel spécifique dédié aux actifs appartenant à la catégorie "verts" et ceux appartenant à la catégorie "bruns". D'autre part, un cadre permettant la prise en compte des risques climatiques et de biodiversité devrait être introduit. Les assureurs auraient

alors l'obligation d'identifier leurs expositions significatives aux risques de changement climatique et d'évaluer le cas échéant l'impact de scénarios de changement climatique.

Cette révision constitue un enjeu majeur pour les assureurs et particulièrement pour les assureurs vie ayant des garanties longues, qui devront anticiper l'impact des différentes adaptations sur le ratio de solvabilité et sur le profil de ce type d'assureur. Les acteurs de marché sont aujourd'hui fortement préoccupés par les conséquences potentielles de l'entrée en vigueur de ses amendements, notamment en ce qui concerne les aspects quantitatifs de la réforme. En effet, les recommandations effectuées par L'EIOPA ont été jugées pénalisantes en termes de fonds propres pour les organismes d'assurance. Les propositions de la Commission Européenne tiennent compte de certains ajustements visant à limiter l'effet sur le niveau de fonds propres des organismes.

L'objectif de ce mémoire est de mesurer cet impact pour un assureur vie. En se basant sur les propositions de la Commission européenne, nous allons quantifier l'impact de ses amendements pour ensuite mettre en place des stratégies d'optimisation prospectives des indicateurs de suivi de risque et de performance permettant une gestion optimale du capital dans le cadre du nouveau référentiel prudentiel.

Nous avons présenté dans les parties précédentes le cadre réglementaire dans lequel évoluent les compagnies d'assurance-vie ainsi que les principaux objectifs de la révision de la Directive Solvabilité 2 menée par L'EIOPA. Nous allons à présent, à l'aide des publications de la COMMISSION EUROPÉENNE (2021) et de L'EIOPA (2021a), aborder plus en détail les modifications envisagées et affectant les points suivants :

- Le module risque de marché de la formule standard ;
- L'évaluation des provisions techniques ;
- La courbe des taux ;
- La correction pour volatilité (VA).

1.3.1 Risque de marché

SCR Action

Dans le cadre de la révision, L'EIOPA souhaite modifier certains aspects du module risque de marché. Certaines modifications seront alors apportées au sous-module risque sur actions de la formule standard.

Le SCR Action représente l'exigence en capital pour les actions détenues par l'assureur ou le réassureur, il est défini par le règlement délégué comme étant égal à la perte de fonds propres de base engendrée par une dégradation brutale de la valeur de marché des actions. Il couvre le risque lié à la volatilité du cours des actions.

Le choc appliqué à la valeur de marché pour le calcul de l'exigence en capital dépend de leur catégorisation. Nous distinguons dans ce module deux types d'actions, comme indiqué par le tableau 1.1 ci-dessous, une pénalité différente est appliquée selon que l'action est cotée ou non sur l'Espace Economique Européen (EEE) ou l'OCDE.

Etant donné le caractère cyclique des valorisations boursières, le calcul de l'exigence en capital pour ce sous-module intègre un mécanisme d'ajustement symétrique (SA) qui permet de couvrir le

Intitulé	Choc fixe
Action cotée : Type 1	39%
Action non cotée : Type 2	49%

TABLE 1.1 : Chocs Actions Type 1 et Type 2

risque découlant des variations de niveau du cours des actions. Il sert à atténuer l'effet pro cyclique pris en compte dans le calcul de l'exigence de capital et tient compte de l'effet de tendance observé sur le marché actions. Du fait de la forte volatilité du risque action, le choc appliqué à la valeur de marché des participations non stratégiques dépend du niveau des marchés : il ne correspond donc pas à un pourcentage fixe, la pénalité est modulée par l'ajustement symétrique qui peut varier entre -10% et +10%. La valeur de cet ajustement dépend de la position du marché des actions dans un cycle de 3 ans. Le SCR Action de type 1 ou 2 est donc obtenu en appliquant un choc de 39% ou 49% augmenté ou réduit de l'ajustement symétrique. Plus précisément, le choc actions est atténué lorsque les marchés sont en bas de cycle, et il est augmenté lorsque les marchés sont en haut de cycle et que la probabilité de baisse est importante.

Le SA est évalué par EIOPA, il est fonction de l'écart entre le niveau d'un indice systémique économique observé à la date considérée de la moyenne historique pondérée de cet indice sur les 36 derniers mois. L'indice a été élaboré de manière à refléter au mieux les investissements des organismes d'assurance européens, comme défini à l'article 172 du Règlement Délégué "l'indice du cours des actions mesure le prix de marché d'un portefeuille diversifié d'actions qui est représentatif de la nature des actions généralement détenues par les entreprises d'assurance et de réassurance". L'ajustement symétrique se calcule selon la formule suivante

$$SA = \min(10\%, \max(\frac{1}{2}(\frac{CI - AI}{AI} - 8\%))) ,$$

où :

- CI Correspond au niveau courant de l'indice du cours des actions ;
- AI Correspond à la moyenne pondérée des niveaux quotidiens de l'indice du cours des actions au cours des 36 derniers mois.

La moyenne pondérée des niveaux quotidiens de l'indice du cours des actions intervenant dans le calcul de l'ajustement symétrique est déterminée en appliquant le même poids à tous les niveaux journaliers. Les jours des 36 derniers mois pour lesquels l'indice n'a pas été déterminé ne sont pas considérés dans le calcul de la moyenne.

Dans l'approche actuelle, il n'est pas possible d'appliquer une exigence en capital pour actions qui soit supérieure, ou inférieure, de plus de 10% à l'exigence standard en capital pour actions. Du fait de la forte volatilité des marchés résultant d'un contexte économique et financier très incertain, L'EIOPA propose d'élargir l'intervalle de l'ajustement symétrique de [-10% ; +10%] vers [-17% ; +17%], permettant ainsi de renforcer l'efficacité de cet ajustement.

SCR taux

L'ensemble des actifs et passifs dont la valeur est sensible aux variations de la courbe des taux d'intérêts ou à la volatilité des taux d'intérêts sont exposés au risque de taux. Le SCR taux correspond à la

perte maximale qui résulterait d'un choc à la hausse (choc Up) ou d'un choc à la baisse (choc Down) sur la courbe des taux d'intérêts sans risque fournie par L'EIOPA. Dans l'approche actuelle, les chocs sont appliqués de manière multiplicative pour chaque maturité de la courbe des taux sans risque. Pour chaque scénario et pour chaque maturité m , la courbe des taux stressée est obtenue en appliquant

$$r_t^{Up}(m) = \max(r_t(m) + 1\%, r_t(m)(1 + s_t^{Up}(m))) , \quad (1.2)$$

$$r_t^{Down}(m) = r_t(m)(1 - s_t^{Down}(m)) , \quad (1.3)$$

où :

- $r_t(m)$ est le taux de maturité m observé sur la courbe des taux sans risque fournie par L'EIOPA sans correction pour volatilité ;
- $s_t^{Up}(m)$ et $s_t^{Down}(m)$ correspondent respectivement au coefficient de choc multiplicatif à la hausse et à la baisse des taux pour la maturité m .

Pour le choc à la hausse, la différence entre le taux d'intérêt en scénario stressé et le taux d'intérêt en scénario central doit être au minimum égale à 1%. En ce qui concerne le choc à la baisse un seuil minimal est fixé, en l'occurrence le choc est nul si le taux d'intérêt de base est négatif pour ce scénario. L'EIOPA envisage de revoir cette approche. En effet, l'exigence en capital pour ce sous-module est jugée insuffisante étant donné que son calcul ne prend pas en compte l'ensemble des risques auxquels une compagnie d'assurance est exposée. De plus la méthodologie appliquée omet le scénario de baisse des taux lorsque ces derniers sont négatifs. L'approche actuelle présente plusieurs limites :

- Le mouvement de la courbe des taux observé au cours des dernières années est supérieur aux chocs appliqués dans le cadre de la formule standard pour le module risque de taux ;
- L'approche actuelle ne choque pas les taux d'intérêts négatifs, elle n'est donc pas prudente et a été invalidée par les variations qui ont pu être observées sur le marché au cours de ces dernières années ;
- Les SCR taux obtenus en utilisant un modèle interne sont supérieurs à ceux obtenus en appliquant la formule standard ;
- Dans le contexte actuel de taux bas le risque de taux est sous-estimé : il existe une importante exposition au risque de taux, qui n'est pas reflétée dans les exigences en capital actuelles considérées comme insuffisantes.

Pour combler ces lacunes, L'EIOPA propose une nouvelle approche de calcul pour le module SCR taux : "*relative shift approach*". Cette approche serait alors appliquée de manière affine en multipliant mais aussi en translatant le taux d'intérêt central. De plus, pour adapter la formule standard au contexte actuel, les taux d'intérêts négatifs seraient également stressés. Les paramètres de chocs pour la réalisation des scénarios à la hausse et à la baisse seraient eux aussi modifiés. Cette nouvelle approche, simple à implémenter, permettrait d'obtenir une amplitude de choc finale plus élevée et de stresser les taux négatifs. Néanmoins le taux stressé à la baisse ne devra pas être inférieur à -1.25%. Les taux d'intérêts sont choqués selon l'approche dite relative et sont obtenus de la façon suivante

$$r_t^{UP}(m) = r_t^{central}(m)(1 + s_m^{UP}) + b_m^{UP} , \quad (1.4)$$

$$r_t^{DOWN}(m) = \max(-1.25\%; r_t^{central}(m)(1 - s_m^{DOWN}) - b_m^{DOWN}) , \quad (1.5)$$

avec :

- $r_t^{central}(m)$: le taux sans risque de la courbe centrale pour la maturité m ;
- $r_t^{UP}(m)$: le taux sans risque dans le scénario de hausse des taux ;
- $r_t^{DOWN}(m)$: le taux sans risque dans le scénario de baisse des taux ;
- s_m^{UP}/s_m^{DOWN} : paramètre multiplicatif pour la maturité m dans le scénario de hausse/baisse des taux ;
- b_m^{UP}/b_m^{DOWN} : paramètre de translation pour la maturité m dans le scénario de hausse/baisse des taux.

L'entrée en vigueur de cette nouvelle méthodologie de calcul impacterait de manière significative l'exigence en capital des compagnies d'assurance vie. En effet, L'EIOPA estime que le changement d'approche pour les assureurs-vie engendrerai une augmentation significative du SCR ce qui induirait donc une baisse du ratio de solvabilité des assureurs européens. Au vu de l'impact financier de cette revue, L'EIOPA propose d'introduire cette nouvelle approche de calcul de manière progressive sur une période de 5 ans. La période transitoire ne concerne que le scénario de baisse des taux. Dans le cas du scénario de baisse des taux, deux calculs seraient alors réalisés :

- Calcul du SCR taux avec la méthode actuelle définie dans le règlement délégué ;
- Calcul du taux avec l'approche dite relative.

Durant la période transitoire, le SCR de taux pour le scénario de baisse des taux d'intérêts serait obtenu selon la formule suivante

$$SCR_{final}^{baisse}(t) = SCR_{methodeactuelle}^{baisse}(t) + \frac{t}{5}(SCR_{approcherelative}^{baisse}(t) - SCR_{methodeactuelle}^{baisse}(t)) . \quad (1.6)$$

Ici t correspond à l'année de transition et varie de 1 à 5.

Matrice de corrélation

Une autre manière d'encourager les organismes à effectuer des investissements à long terme est d'avantager la diversification entre les différentes catégories de risques de marché. L'EIOPA a recommandé une modification du coefficient de corrélation entre le risque de taux d'intérêts et le risque de spread qui passerait de 50% à 25%. Le coefficient devra être abaissé seulement lorsque le scénario considéré est celui d'une baisse des taux, comme indiqué dans le tableau 1.2 ci-dessous. Cette adaptation aura globalement un effet positif pour les assureurs vie détenant des engagements à long terme qui les amènent le plus souvent à prendre en compte le scénario de baisse des taux.

Marché	Actions	Taux	Immobilier	Concentration	Illiquidité	Devise	Spread
Actions	100%	50%(down)/ 0%(up)	75%	0%	0%	25%	75%
Taux	50%(down)/ 0%(up)	100%	50%(down)/ 0%(up)	0%	0%	25%	25%(down)/ 0%(up)
Immobilier	75%	50%(down)/ 0%(up)	100%	0%	0%	25%	50%
Concentration	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Illiquidité	0%	0%	0%	0%	100%	0%	-50%
Devise	25%	25%	25%	0%	0%	100%	25%
Spread	75%	25%(down)/ 0%(up)	50%	0%	-50%	25%	100%

TABLE 1.2 : Matrice de corrélation SCR marché

Investissement de Long terme

Durant la première révision de Solvabilité 2 en 2018, une nouvelle classe d'actif a fait son apparition : la classe d'actions LTEI (*Long Term Equity Investment*). Comme précisé précédemment les actifs appartenant à cette catégorie bénéficient d'un choc réduit (fixé à 22%) dans le calcul de l'exigence en capital dans le cadre de la formule standard. L'idée de cette mesure est d'encourager les organismes à s'orienter vers des investissements de long terme et de participer à la relance économique.

Néanmoins les critères d'éligibilité fixés par L'EIOPA sont fortement contraignants. Plusieurs conditions d'éligibilité doivent alors être satisfaites pour justifier l'appartenance d'un investissement à cette sous-classe d'actions, ces conditions sont listées par l'article 171 bis du règlement délégué à savoir :

- Les actions éligibles doivent faire partie d'un portefeuille clairement défini d'actifs adossés à un passif spécifique, géré séparément des autres actifs et sans possibilité de transfert ;
- Les actions éligibles sont cotées ou non cotées mais doivent être émises par des entreprises qui ont leur siège social principal au sein de la zone EEA ;
- La compagnie d'assurance ou de réassurance calculant le SCR doit montrer qu'elle continue à couvrir l'exigence de capital réglementaire, ses objectifs interne de gestion des risques, ses contraintes de liquidités et de gestion actifs passif même dans des scénarios stressés sans avoir à vendre les actions de long terme avant leur maturité stratégique. L'horizon de tenue de ces actions ne doit pas être impacté par des scénarios extrêmes ;
- L'horizon d'investissement long des actions éligibles doit être conforme à la stratégie de gestion des risques de la compagnie ainsi qu'à sa politique de gestion actif passif.

Ces restrictions réglementaires sont jugées par les assureurs trop sévères et inadéquates au regard des risques réels sur ce type d'actions par rapport au risque obligataire. En particulier, la condition citée à l'Article 171 bis du RD au paragraphe 1.c "le portefeuille assigné d'actifs ne peut être utilisé pour couvrir des pertes résultant d'autres activités de l'entreprise" qui a largement été interprétée par les acteurs de la place comme étant une condition de cantonnement. De plus, des imprécisions subsistent autour de la condition imposant à l'assureur de prouver qu'il est en capacité de ne pas céder les actions identifiées en tant que LTEI dans des scénarios de stress et ce pour couvrir les contraintes

règlementaires et internes en termes de gestion de fonds propres, citée à l'Article 171 bis du RD au paragraphe 1.g.

L'EIOPA a pu évaluer, à l'occasion des différentes consultations effectuées, l'impact sur la solvabilité de différentes modifications de ces critères. Il a alors été proposé d'assouplir les critères d'éligibilité pour étendre le champ d'application du choc réduit. Une clarification est apportée au paragraphe 1.c pour éviter qu'il ne soit interprété comme une condition de cantonnement. Plus de précisions sont apportées pour la démonstration de la condition énoncée au paragraphe 1.g, avec la mise en place de conditions plus claires sur le passif figurant en face des actions LTEI : absence d'options de rachat ou de résiliations, seuil de sensibilité aux chocs techniques etc. Le passif doit alors appartenir aux catégories 1 ou 2 d'illiquidité et sa durée doit être supérieure à 10 ans. La catégorie 1 correspond aux contrats n'ayant aucune possibilité de rachat ou avec une option de rachat inférieure à la valeur de marché du contrat. La catégorie 2 regroupe les contrats pour lesquels le risque de rachat est limité.

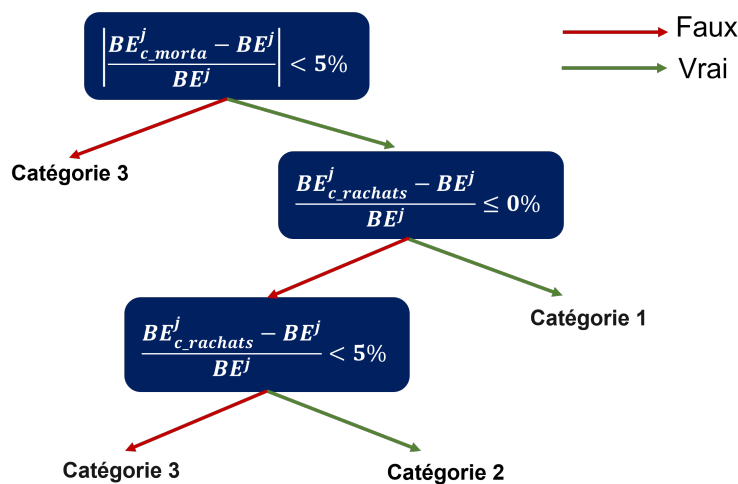


FIGURE 1.8 : Algorithme de classification des passifs

1.3.2 Provisions techniques

Dans le référentiel Solvabilité 2, les provisions techniques sont évaluées à la valeur de transfert du portefeuille d'assurance, c'est-à-dire au montant auquel un assureur serait prêt à reprendre le portefeuille d'assurance. Dans le cas où le risque peut être évalué sur le marché, les provisions techniques correspondent à sa valorisation de marché. Sinon les provisions techniques correspondent à une valorisation du Best Estimate réalisée grâce à un modèle de projection des flux futurs moyen augmentée d'une marge pour risque qui correspond au coût de l'immobilisation du capital nécessaire à la couverture du risque.

Comme défini à l'alinéa 2 de l'article 77 de la Directive Solvabilité 2, "La meilleure estimation correspond à la moyenne pondérée par leur probabilité des flux de trésorerie futurs, compte tenu de la valeur temporelle de l'argent (valeur actuelle attendue des flux de trésorerie futurs), estimée sur la base de la courbe des taux sans risque pertinents". Le BE correspond à la valeur économique des passifs sans marge de prudence. Son calcul repose sur des informations actualisées et adéquates ainsi que sur des hypothèses réalistes. Le BE est déterminé, de manière transparente, en utilisant des méthodes actuarielles et statistiques adéquates, applicables et pertinentes. Les méthodes utilisées dans le cadre du calcul du BE sont choisies de telle sorte à refléter au mieux les risques impactant les flux de

trésorerie considérés ainsi que la nature des engagements d'assurance et de réassurance. En assurance-vie, le calcul du BE est stochastique et repose sur des modèles ALM permettant de prendre en compte l'ensemble des interactions actifs-passifs et d'évaluer le coût des options et garanties. La technique de simulation retenue dans l'outil ALM de Mazars est la méthode de Monte-Carlo qui se base sur la loi des grands nombres. Un grand nombre de scénarios sont effectués de manière indépendante, dans le but d'obtenir une approximation proche de la vraie valeur du Best Estimate

$$Best\ Estimate = E^{(QxP)}\left[\sum_{j=1}^n \delta_j C_j\right] \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n \delta_j^i C_j^i, \quad (1.7)$$

avec :

- n correspond au nombre d'années de projections ;
- N au nombre de simulations ;
- δ_j^i est le facteur d'actualisation en zéro intervenant l'année n dans le scénario i ;
- C_j^i est la somme des cash flows intervenant l'année n dans le scénario i .

Le calcul du BE sera abordé plus en détail dans le prochain chapitre.

La marge de risque est définie à l'alinéa 3 de l'article 77 de la Directive Solvabilité 2 : "La marge de risque est calculée de manière à garantir une valeur des provisions techniques équivalente au montant que les entreprises d'assurance et de réassurance demanderaient pour reprendre et honorer les engagements d'assurance et de réassurance". Une compagnie qui ne souscrit plus de contrats, en situation de *run-off*, doit conserver un capital minimum pour couvrir ses engagements avec probabilité 99,5%. Le coût de ce capital est représenté par la marge de risque. Le calcul de la marge de risque utilise donc le coût du capital et la cadence de l'écoulement moyen des risques

$$RM = CoC(6\%) \sum_{t_0} \frac{SCR_t}{(1 + r_{t+1})^{t+1}}, \quad (1.8)$$

où :

- CoC représente le taux de coût du capital ;
- La somme couvre tous les entiers relatifs, zéro compris ;
- SCR_t représente le capital de solvabilité requis après t années ;
- r_{t+1} représente le taux d'intérêt sans risque de base pour l'échéance $t + 1$ années.

La méthodologie de calcul actuelle est considérablement sensible aux variations de taux d'intérêts, notamment pour les branches longues. Par conséquent, il est tout d'abord envisagé d'introduire un nouveau paramètre λ dépendant du temps t qui sert à réduire la valeur ainsi que la volatilité de la marge de risque pour les engagements de long terme. En effet, le paramètre λ étant inférieur à 1, il permet d'alléger la charge des risques les plus éloignés dans le temps. L'impact de ce paramètre serait largement significatif pour les assureurs détenant des engagements de long terme. D'autre part, L'EIOPA a également envisagé d'intégrer au calcul de la marge de risque un coefficient plancher, qui aurait pour rôle de garantir une valeur de la marge au-dessus d'un certain seuil prédéfini. Néanmoins, cette proposition n'a pas été retenue par la Commission Européenne. En effet, la CE envisage de

s'appuyer sur les recommandations de L'EIOPA, en ne retenant que l'intégration du paramètre λ au calcul.

Elle propose de considérer également une modification du taux du coût du capital (CoC) intervenant dans le calcul de la marge de risque, il serait réduit de 6% à 5%. En 2014, dans un environnement de taux d'intérêt élevés le coût du capital avait été fixé à 6%. Dans le contexte actuel, il est donc considéré comme pertinent d'abaisser ce coût. Cette adaptation permet de s'aligner avec la réduction du coût du capital constatée pour les compagnies d'assurance et de réassurance au cours de ces dernières années.

$$RM_{revue} = CoC(5\%) \sum_{t0} \frac{\lambda^t SCR_t}{(1 + r_{t+1})^{t+1}}; \text{ avec } \lambda = 0.975 . \quad (1.9)$$

Ces évolutions devraient engendrer une réduction de la marge de risque pour l'ensemble des acteurs du secteur européen, ce qui augmenterait par conséquent leur capacité à investir dans les entreprises de l'UE.

1.3.3 Courbe des taux

L'EIOPA fournit mensuellement une courbe des taux sans risque utilisée par les acteurs du marché pour l'actualisation des flux futurs dans le cadre de l'évaluation de leurs provisions techniques sous le référentiel prudentiel Solvabilité 2.

L'approche actuellement appliquée par L'EIOPA pour l'élaboration de cette courbe repose sur une méthode Bottom-Up. Jusqu'au dernier point de liquidité (*Last Liquid Point* ou LLP), les calculs se basent sur les taux *swaps* supérieurs à 1 an, taux auquel deux parties prenantes sont prêtes à échanger une obligation à taux fixe et à taux variable. Les *swaps* dont la maturité est inférieure à un an peuvent ajouter plus de complexité au modèle et représenter une conjoncture trop éphémère. En l'absence d'informations sur le marché, L'EIOPA utilise des taux swap d'obligations souveraines. L'EIOPA se base sur ces taux swap pour obtenir la courbe des taux sans risque.

Le LLP ou dernier point de liquidité correspond à la maturité au-delà de laquelle le marché ne respecte plus le critère de *Deep Liquid Transparent*. Un marché est dit profond, liquide et transparent si un grand nombre d'actifs peuvent être facilement échangés sans que cela n'affecte le prix et pour lequel toute l'information est disponible au public. Le critère appliqué pour déterminer le LLP repose sur le volume d'obligations répondant aux exigences DLT "residual volume criterion" (cette méthode est uniquement utilisée pour l'euro). Actuellement le LLP en zone euro est défini grâce à ce critère et est fixé à 20 ans. Jusqu'au LLP, L'EIOPA applique la méthode suivante pour construire la courbe des taux.

Tout d'abord, nous présentons dans ce qui suit la méthodologie de construction de la courbe des taux à l'aide du document d'analyse de EIOPA (2020). Nous notons r_t le taux *swap* de maturité t , z_t le taux ZC de maturité t et $f_{t1,t2}$ le taux *forward* entre $t1$ et $t2$. Les taux zéro-coupon (ZC) sont dérivés des taux de swap au pair en utilisant une méthode de bootstrapping, et en commençant par le swap à 1 an

$$\frac{1 + r_1}{1 + z_1} = 1 \text{ d'où } r_1 = z_1 .$$

Le taux ZC de maturité 2 ans est déterminé en actualisant les flux de trésorerie d'un swap de maturité 2 ans, en ne considérant que les flux de la branche fixe, par rapport aux taux ZC de maturité 1 an et

2 ans et en égalisant la valeur actualisée à 1

$$\frac{r_2}{1+z_1} \frac{1+r_2}{(1+z_2)^2} = 1 \text{ d'où } r_1 = z_1 .$$

Les taux ZC de maturité allant de 3 à 10 ans sont obtenus de manière similaire. Les taux *forward* sont eux calculés comme suit

$$(1+z_2) = (1+z_1)(1+f_{1,2}) \Leftrightarrow f_{1,2} = \frac{(1+z_2)^2}{1+z_1} - 1$$

Pour les maturités supérieures à 10 ans, moins de données sont disponibles sur le marché. Pour toutes les maturités comprises entre 12, 15 et 20 ans, une interpolation est effectuée pour déterminer les taux. Pour calculer le taux zéro-coupon de maturité 16 ans, une hypothèse est retenue : L'EIOPA suppose que le taux forward à un an est constant entre 15 et 20 ans, c'est-à-dire que tous les taux *forward* à 1 an compris entre 15 et 20 ans sont égaux. Grâce à cette hypothèse nous obtenons

$$\begin{aligned} (1+z_{16})^{16} &= (1+z_{15})^{15}(1+f_{15,16}) = (1+z_{15})^{15}(1+f_{15,20}) , \\ (1+z_{17})^{17} &= (1+z_{16})^{16}(1+f_{16,17}) = (1+z_{15})^{15}(1+f_{15,20})^2 , \\ (1+z_{18})^{18} &= (1+z_{17})^{17}(1+f_{17,18}) = (1+z_{15})^{15}(1+f_{15,20})^3 , \\ (1+z_{19})^{19} &= (1+z_{18})^{18}(1+f_{18,19}) = (1+z_{15})^{15}(1+f_{15,20})^4 , \\ (1+z_{20})^{20} &= (1+z_{19})^{19}(1+f_{19,20}) = (1+z_{15})^{15}(1+f_{15,20})^5 . \end{aligned}$$

Finalement nous en déduisons

$$\begin{aligned} \frac{r_{20}}{1+z_1} + \frac{r_{20}}{(1+z_2)^2} + \dots + \frac{r_{20}}{(1+z_{19})^{19}} + \frac{1+r_{20}}{(1+z_{20})^{20}} &= r_{20} \left[\sum_{t=1}^{15} \frac{1}{(1+z_t)^t} + \frac{1}{(1+z_{15})^{15}} \sum_{t=1}^5 \frac{1}{(1+f_{15,20})^t} \right] \\ &+ \frac{1}{(1+z_{15})^{15}(1+f_{15,20})^5} = 1 . \end{aligned}$$

Après avoir déterminé $f_{15,20}$ il est possible de les remplacer dans l'équation ci-dessus afin de déterminer z_{16} à z_{20} , la même méthode est ensuite utilisée pour déterminer l'ensemble des taux forward.

Pour obtenir des taux sans risque il est nécessaire de réaliser, aux taux observés sur les marchés, un ajustement lié au risque de défaut c'est le *Credit Risk Adjustment* (CRA). Cette correction n'est appliquée qu'aux maturités liquides de la courbe, c'est-à-dire jusqu'au LLP et est destinée à prendre en compte le risque de crédit. Dans le cas où des taux *swaps* sont considérés, l'ajustement est appliqué à ces derniers avant d'en déduire les taux ZC. Lorsque ce sont des taux d'obligations souveraines qui sont considérées, l'ajustement est directement appliqué à ces taux-là. Comme mentionné à l'Article 45, du RD (UE) 2015/35, le CRA "est déterminé de façon transparente, prudente, fiable, objective et cohérente dans la durée". Le calcul du CRA repose sur "la différence entre les taux intégrant le risque de crédit reflété dans les taux variables des contrats d'échange de taux d'intérêt et les taux des contrats d'échange indexés au jour le jour de même échéance, les premiers comme les seconds provenant de marchés financiers profonds, liquides et transparents. Le calcul de l'ajustement prend pour base 50 % de la moyenne de cette différence sur une période d'un an. L'ajustement n'est pas inférieur à 10 points de base, ni supérieur à 35 points de base".

Pour les maturités où le critère DLT n'est plus vérifié, il est nécessaire de réaliser une extrapolation de la courbe des taux sans risque. Les assureurs vie pratiquent une activité de long terme, et ont besoin d'une courbe des taux sans risque pour les maturités au-delà du LLP pour être capable de valoriser leurs engagements. Par conséquent pour les maturités supérieures au LLP, la courbe des taux sans risque est construite par des techniques d'extrapolation.

Approche actuelle : Méthode Smith-Wilson

Comme décrit dans la documentation technique de EIOPA (2021b), la méthode Smith-Wilson est appliquée pour extrapoler la courbe des taux jusqu'à l'UFR, le taux ultime (*Ultimate forward rate* recalculé tous les ans par L'EIOPA). Cette méthode se base sur la construction d'une fonction de prix des ZC pour chaque maturité t , le taux spot est obtenu en inversant la formule.

$$P(t) = \frac{1}{(1 + \text{tauxZC}(t))^t}$$

Le point de convergence est fixé au $\max(LLP + 40; 60)$. Le paramètre alpha contrôlant la convergence au-delà du LLP est défini comme étant la valeur minimale permettant d'approcher l'UFR au point de convergence. Néanmoins cette méthode d'extrapolation présente de nombreuses limites :

- Surestimation des taux au-delà du LLP, les taux utilisés pour actualiser les flux de passif sont supérieurs aux taux observés sur les marchés. Les provisions techniques sont par conséquent sous-estimées ;
- Le point de départ de l'extrapolation rend les taux d'intérêts volatils et impacte donc l'évaluation des provisions techniques ;
- Pas de lien avec les données de marché disponibles.

Nouvelle approche

Plusieurs nouvelles options pour corriger cette approche ont été envisagées par L'EIOPA :

- **Option 1** : Garder la méthode actuelle d'extrapolation de la courbe au-delà du LLP fixé à 20 ans en intégrant des analyses de sensibilités d'un décalage du LLP à 50 ans dans le RSR et le SFCR ;
- **Option 2** : Décaler le LLP à 30 ans en gardant la méthode d'extrapolation SW et en intégrant des analyses de sensibilité d'un décalage du LLP à 50 ans dans le RSR et le SFCR ;
- **Option 3** : Garder la méthode actuelle d'extrapolation en décalant le LLP à 50 ans ;
- **Option 4** : Adopter une méthode d'extrapolation alternative pour prendre en compte les données de marché au-delà du LLP en intégrant des analyses de sensibilités d'une réduction du paramètre de convergence à 5% dans le RSR et le SFCR pour l'ensemble des assureurs ayant des engagements à long terme.

Les deuxième et troisième options engendrent des écarts importants dans les taux à long terme comparé à la méthode actuelle. Ces écarts affecteraient significativement le ratio de solvabilité des compagnies. L'option retenue est donc la quatrième option. Cette méthode alternative d'extrapolation ne nécessite pas de modification de la valeur du LLP et permettra d'obtenir des taux au-delà du LLP proches des observations de marché et répondra également au besoin de stabilité des provisions techniques au cours du temps. Un lecteur intéressé pourra se référer au mémoire de PELLÉ (2021) qui a étudié l'impact, sur un assureur-vie moyen, d'un décalage du LLP à 30 ans.

Dans cette approche, le LLP est remplacé par le premier point de lissage (*First Smoothing Point* FSP). Le critère pour déterminer les maturités de marché DLT reste inchangé.

Le calcul des taux *spot* repose, dans un premier temps sur les données de marché jusqu'au premier point de lissage FSP fixé à 20 ans (inchangé par rapport au LLP utilisé dans la méthode actuelle), puis dans un second temps sur une extrapolation de la courbe des taux forward au-delà du FSP à l'aide d'une moyenne pondérée entre le taux forward relatif au dernier point liquide (*Last Liquid Forward Rate* ou LLFR) et l'UFR (*Ultimate Forward Rate*). Le LLFR est calculé grâce à des données de marchés au-delà du FSP, ce qui permet donc de construire une courbe qui soit plus ajustée et plus adaptée aux taux de marché. Cette approche se décompose en deux phases, un calcul de proche en proche sur la base de données de marché des taux swaps jusqu'au FSP puis à partir de cette maturité il est nécessaire de réaliser une extrapolation. Au-delà du FSP, l'extrapolation est réalisée à l'aide d'une fonction de lissage dépendant de l'UFR ainsi que du taux forward relatif au dernier point liquide, le LLFR.

Fonction de lissage pour le calcul du taux spot et forward Dans cette nouvelle approche le taux forward et le taux spot sont obtenus comme suit

$$f_{20,20+h} = \ln(1 + UFR)(1 - B(a, h)) + LLFRB(a, h), B(a, h) = \frac{1 - \exp(-ah)}{ah}, \quad (1.10)$$

$$z_{20+h} = \exp \left[\frac{20z_{20} + hf_{20,20+h}}{20 + h} \right] - 1, \quad (1.11)$$

Ici, a correspond à la vitesse de convergence. L'EIOPA propose également la mise en place d'un mécanisme jouant le rôle de mesure transitoire afin de limiter l'impact de la nouvelle méthode d'extrapolation en particulier lorsque les taux d'intérêts sont extrêmement bas. Un environnement de taux très bas implique des taux sans risque plus faible ce qui impact négativement les fonds propres des assureurs spécialement de ceux ayant des engagements de long terme.

En période de taux bas, le paramètre de convergence a devra alors être modifié permettant ainsi d'atténuer l'impact sur la valorisation des provisions techniques de cette méthode alternative. La nouvelle approche sera progressivement appliquée par les assureurs, la mesure transitoire devra prendre fin en 2032. L'objectif est de converger à long terme vers un $a = 10\%$, a vaut :

- 10% si le taux sans risque au niveau du FSP est supérieur à 0.5% ;
- X si le taux sans risque au niveau du FSP est inférieur à -0.5%, avec X égal à 20% la première année de transition puis réduit linéairement pour atteindre 10% en 2032 ;
- Interpolé linéairement pour un taux sans risque au niveau du FSP qui se situe entre -0.5% et 0.5%.

Dans le cas où a est supérieur à 10%, les compagnies d'assurance devront mesurer l'impact de l'abaissement du paramètre a à 10%. Si la baisse du paramètre de convergence entraîne une non-couverture du SCR, les fonds propres générés par l'augmentation de ce paramètre au-delà de 10% ne doivent pas être reversés en dividendes. La méthode alternative de construction de la courbe des taux sans risques repose sur trois parties :

- Le premier point de lissage FSP ;
- La méthode d'extrapolation ;
- Le taux forward ultime UFR.

Premier point de lissage

La structure de la courbe des taux jusqu'au FSP est entièrement déterminée par les informations de marché. Le FSP joue dans cette méthode un rôle similaire à celui du LLP actuellement utilisé dans la méthode SW. Le FSP est déterminé par L'EIOPA en deux temps. Sa valeur est tout d'abord définie grâce au "residual volume criterion". Si la valeur retenue ne correspond pas à une maturité DLT le FSP est alors fixé à la maturité la plus proche pour laquelle le taux associé est considéré comme étant DLT. Pour l'Euro, il a été fixé à 20 ans au vu des informations de marché disponibles.

Méthode d'extrapolation

Les taux au-delà du FSP dépendent du LLFR et de l'UFR : ils correspondent à une moyenne pondérée de ces deux grandeurs. Plus la maturité est grande plus le poids donné à l'UFR pour le calcul du taux devient important. La formule pour le facteur de pondération est dérivée du modèle de Vasicek. Le paramètre de convergence a est fixé à 10%. Le paramètre de convergence impact la volatilité des taux extrapolés : plus il est grand plus le poids appliqué à l'UFR pour le calcul des taux extrapolés est important. Le LLFR est déterminé en fonction des taux forward pré et post FSP, qui sont pondérés en fonction de leur niveau de liquidité. UFR : Le taux d'intérêt forward Ultime La méthode d'extrapolation est construite de telle sorte que les taux convergent vers l'UFR sans jamais l'atteindre. L'UFR est fixé par L'EIOPA à 3,9% pour l'euro.

Etape 1 : Taux des ZC et taux forward pré et post le FSP

Les taux des zéros coupon ainsi que les taux forward pré et post le FSP sont déterminés à l'aide des informations disponibles sur le marché, suivant la méthodologie présentée précédemment 1.10 1.11.

Etape 2 : Calcul des taux Zéro coupon au-delà du FSP

Au-delà du FSP les taux sont déterminés en fonction du LLFR et de l'UFR. Le LLFR est tout d'abord calculé grâce à la formule suivante

$$LLFR = w_{20}f_{15,20} + w_{25}f_{20,25} + w_{30}f_{20,30} + w_{40}f_{20,40} + w_{50}f_{20,50} , \quad (1.12)$$

les facteurs de pondération dépendent du niveau de liquidité et sont déterminés comme suit

$$w_x = \frac{V_x}{V_{20} + V_{25} + V_{30} + V_{40} + V_{50}} ,$$

Au 31/12/2021, les poids ont été estimés à l'aide de données de marché (extraction Bloomberg) et correspondent à la moyenne sur 3 ans des poids annuels observés. Ils sont présentés dans le tableau 1.3.

Maturités	20	25	30	40	50
Poids	26,5%	13,6%	56,1%	2,2%	1,6%

TABLE 1.3 : Facteurs de pondération

L'extrapolation est ensuite réalisée au-delà du FSP permettant ainsi d'obtenir les taux forward en utilisant la fonction de lissage présentée précédemment. La méthode utilisée pour appliquer la correction pour volatilité à la courbe des taux est assez similaire à la méthode actuellement appliquée. Pour les taux *forward* jusqu'au FSP, l'ajustement est appliqué de la façon suivante

$$f_{x,x+y}^{VA} = f_{x,x+y} + VA.$$

La VA est également ajoutée au dernier LLFR, le taux à partir duquel l'extrapolation commence au FSP, ce qui implique

$$LLFR^{VA} = w_{20}f_{15,20}^{VA} + w_{25}f_{20,25} + w_{30}f_{20,30} + w_{40}f_{20,40} + w_{50}f_{20,50} .$$

Cette approche est similaire à la méthode actuellement appliquée où la VA est ajoutée au taux de la dernière maturité liquide au-delà duquel l'extrapolation est effectuée. Néanmoins, le niveau de l'UFR n'est pas ajusté dans cette approche, contrairement à la méthode Smith-Wilson.

Le changement de méthode d'extrapolation aurait un impact non négligeable sur le passif de des assureurs. En assurance vie, il impacterait également les montants de prestations futures à verser aux assurés. En effet, l'épargne des produits d'assurance vie en euros est revalorisée annuellement grâce aux taux de rendements des placements financiers réalisés par la compagnie. Cependant, cette revalorisation est effectuée selon la stratégie de l'assureur à l'aide de modélisations stochastiques réalisées essentiellement grâce à des outils ALM et un générateur de scénarios économiques en univers risque neutre. Par conséquent le rendement des placements dépend de la courbe de taux sans risque.

1.3.4 Volatility Adjustment

Le VA est un ajustement qu'il est possible d'appliquer à la courbe de taux sans risque pour calculer le Best Estimate du passif. Pour empêcher les comportements d'investissement procycliques, les compagnies sont autorisées à ajuster la courbe des taux d'intérêt sans risque utilisée pour le calcul du Best Estimate des provisions techniques. Cet ajustement vise à atténuer l'impact de la volatilité du portefeuille obligataire induite par la volatilité des spreads, c'est la correction pour volatilité VA (*Volatility Adjustment*). Ce dispositif compris dans les mesures branches longues est largement exploité par les assureurs du marché français.

Cette mesure n'est pas soumise à autorisation préalable de l'ACPR mais doit être appliquée sous certaines conditions (ne doit par exemple pas être appliquée avec l'ajustement égalisateur). Pour plus de transparence, les entreprises sont dans l'obligation de publier l'impact de l'utilisation de la correction pour volatilité sur leur situation financière. La VA est une mesure contracyclique destinée à corriger les effets sur les exigences de fonds propres des chocs exceptionnels sur les marchés à court terme, ainsi qu'à atténuer les volatilités artificielles des fonds propres. C'est un spread fixe qui est appliqué à la courbe des taux sans risque jusqu'au LLP.

Le spread de marché reflète l'écart entre le taux de marché risqué et le taux de marché sans risque. Il représente la rémunération de l'investisseur lié à l'illiquidité et au risque de défaut. La VA est un spread qui ne reflète que le risque d'illiquidité. La correction pour volatilité est calibrée sur des portefeuilles obligataires de référence, et est donc par construction non spécifique à l'assureur : "*non entity-specific*". La modification proposée par L'EIOPA a pour objectif de mieux adapter cet ajustement à l'actif et au passif de l'assureur en le rendant spécifique à chaque entreprise : "*entity-specific*".

Le calcul actuel de la VA se fait selon une approche Bottom-Up, c'est-à-dire que le spread d'illiquidité est calibré en partant du spread de marché et en retranchant le rendement lié au risque de défaut. Pour calibrer la correction pour volatilité, L'EIOPA s'appuie sur deux portefeuilles de référence, un premier pour les monnaies pertinentes et un second pour les marchés nationaux pertinents pour les compagnies l'appliquant. Le calcul repose donc sur deux modules :

- *Currency specific* : un module basé sur la monnaie de référence $VA_{currency}$, qui capture le spread moyen observé au sein d'une même zone monétaire entre taux de rendement du marché et taux sans risque ;

- *Country specific* : un module spécifique au pays $VA_{country}$, (ne se déclenche que si le spread national moyen est supérieur à 100 bps), il capture le spread moyen observé dans un pays entre taux de rendement de marché et taux sans risque. Il permet alors de prendre en compte une hausse du spread dans le pays où est située la compagnie, notamment si le pays est en situation de crise.

Le calibrage de ces deux modules repose sur deux portefeuilles d'investissements de référence, un pour le calcul du $VA_{currency}$ et un pour le calcul du $VA_{country}$. Selon l'Article 77 quinquies de la Directive 2009/138/CE, le portefeuille de référence sur lequel se base le calibrage de la VA doit être représentatif des portefeuilles d'actifs détenus par les acteurs européens pour couvrir leurs engagements d'assurance et de réassurance pour une certaine monnaie pour le calcul de la $VA_{currency}$ ou dans un certain pays pour celui de la $VA_{country}$. Néanmoins, l'application de cet article est assez complexe étant donné que les compagnies n'ont pas pour obligation d'identifier les actifs destinés à couvrir leurs engagements, ou de les classer en fonction des engagements de réassurance et d'assurance vendus dans un certain pays. L'EIOPA utilise donc des proxies pour simplifier son application. D'une part, pour construire le portefeuille de référence représentatif d'une certaine monnaie, L'EIOPA considère que tous les actifs dans une certaine devise ont pour vocation de couvrir les engagements libellés dans cette même devise. Ce portefeuille est alors constitué de tous les actifs libellés dans une certaine monnaie dans lesquels les compagnies ont investi. D'autre part, en ce qui concerne la construction du portefeuille de référence représentatif d'un certain pays, L'EIOPA estime que tous les engagements vendus dans un pays donné sont libellés dans la monnaie de ce pays. Ce deuxième portefeuille s'appuie donc sur les actifs dans lesquels les compagnies basées dans ce même pays investissent.

Que ce soit pour le module *Currency specific* ou *Country specific*, le spread moyen subit trois ajustements :

- Soustraction du risque de défaut pour obtenir un spread corrigé du risque ($RCS_{currency}$ et $RCS_{country}$);
- Pondération par le poids des obligations détenues dans le portefeuille d'actifs des assureurs européens (portefeuille de référence sur lequel se base L'EIOPA pour l'ensemble des calculs);
- Pondération finale par un facteur d'application le GAR, General application ratio, actuellement fixé à 65% pour ne prendre en compte dans le VA que les risques directement liés à l'activité de l'entité, les risques inhérents.

La correction liée au risque de défaut notée RC . Le RC est calculé en deux modules RC_{gov} et RC_{corp} . Dans les deux cas on considère que le RC est le max entre un pourcentage fixe du LTAS et la somme de la probabilité de défaut et du *Cost of downgrades*. Pour les obligations gouvernementales cette somme est nulle car on considère le défaut ou la dégradation de notation d'une obligation souveraine comme rare. L'EIOPA a fixé le pourcentage appliqué au LTAS à 30% comme étant la proportion du spread lié au risque de défaut pour les obligations souveraines et 35% pour les obligations corporates. La probabilité de défaut et le *Cost of downgrades* sont calculés à partir d'une matrice de transition fournie par les agences de notation qui déterminent la probabilité de défaillance ou de *downgrades*.

$$RC = \begin{cases} \max(0, 30\%LTAS) & , \text{ pour les obligations souveraines émises par les pays EEA} \\ \max(0, 35\%LTAS) & , \text{ pour les obligations souveraines émises par les pays non EEA} \\ \max(PD + CoD, 35\%LTAS) & , \text{ pour les obligations corporates} \end{cases} \quad (1.13)$$

où :

- Le *long term average spread* (LTAS) représente la moyenne sur 30 ans du spread entre le taux sans risque et le taux des obligations émises par l'Etat ou par des entreprises privées ;
- La probabilité de défaut (PD) est interprétée comme la compensation exigée par un investisseur pour assumer le risque de défaut en considérant qu'en cas de défaut effectif 30% de la valeur de marché de l'actif peut être récupérée ;
- Le *Cost of downgrades* (CoD) représente le coût engendré par la dégradation de la note d'un actif et de son remplacement par un actif de même qualité de crédit que l'actif dégradé avant dégradation de notation.

Finalement la correction pour volatilité est déterminée comme

$$VA = VA_{currency} + VA_{country} ,$$

où :

$$VA_{currency} = 65\%(Spread_{currency} - RC_{currency}) = 65\%RCS_{currency} ,$$

$$VA_{country} = 65\% \max(RCS_{country} - 2RCS_{currency}, 0) \mathbf{1}_{RCS_{country} > 1\%} .$$

Néanmoins cette approche présente certaines limites, L'EIOPA en a identifié sept :

- Un effet de sur-ajustement ou sous-ajustement relatif à la différence d'allocation entre le portefeuille des assureurs et le portefeuille de référence utilisé par L'EIOPA pour calibrer la correction pour volatilité a été constaté : écarts de la proportion d'obligations détenues entre les portefeuilles, gap de duration entre l'actif et le passif, différence de qualité de crédit des actifs composant le portefeuille de l'assureur et le portefeuille de référence ;
- Les caractéristiques illiquides des passifs ne sont pas prises en compte ;
- Le seuil d'activation du module VA_{country} provoque un effet cliquet ;
- La correction de risque est mal estimée, la méthodologie actuelle est quasi insensible à une variation des spreads de crédit. En effet, la probabilité de défaut et le Cost of downgrades varient très peu avec ces spreads. Le calcul de RC actuel ne tient pas compte de la prime de risque de crédit liée à des pertes inattendues, et reflète que les pertes attendues ;
- La VA actuelle a quasiment toujours des effets positifs ;
- Les hypothèses d'application de la VA manquent de clarté ;
- Le taux sans risque avec VA n'est pas Market Consistent.

Pour corriger les défauts identifiés dans l'approche actuelle, L'EIOPA propose de calibrer une VA spécifique à chaque compagnie, qui dépend :

- D'un facteur d'application donné par L'EIOPA : recalibré qui passe de 65% à 85% pour compenser l'effet négatif du facteur d'ajustement spécifique introduit dans le nouveau calcul ;
- D'une VA de référence donnée par L'EIOPA ;
- De la monnaie *cu* ;

- D'un facteur de sur-ajustement propre à chaque compagnie $CSSR_{cu}$: permet à la compagnie de prendre en compte le montant des actifs à revenus fixe ainsi que le mismatch de duration actif passif pour annuler l'effet de sur compensation de la VA.

$$VA_{cu} = GAR_{CSSR_{cu}} RCS_{cu} = VA_{ref} CSSR_{cu} . \quad (1.14)$$

Les compagnies doivent alors intégrer le calcul du ratio de sur-ajustement dans leurs process Il s'obtient par analyse de sensibilité de l'application du VA sur la valeur de marché des actifs obligataires et sur le best-estimate

$$CSSR_{cu} = \max \left[\min \left[\frac{Sens_{actifs\ obligataire}}{Sens_{BEL}}, 1 \right], 0 \right] = \max \left[\min \left[\frac{PVBP(MV^{FI})}{PVBP(BEL)}, 1 \right], 0 \right] . \quad (1.15)$$

En pratique la VA est déterminée comme

$$VA_{methodeactuelle} = (w_{gov}RCS_{gov} + w_{corp}RCS_{corp})65\% ,$$

avec :

- w_{gov} , w_{corp} les proportions d'obligations souveraines et corporates détenues dans le portefeuille ;
- SRC_{gov} , SRC_{corp} les spreads d'illiquidité pour les obligations souveraines et corporates, c'est-à-dire le spread de marché corrigé du risque de défaut.

La nouvelle méthode consiste à corriger l'effet de pondération, à modifier le GAR qui passe à 85% et à appliquer le ratio d'ajustement à une VA dite de référence et notée VA_{ref}

$$VA_{ref} = (w_{gov}RCS_{gov} + w_{corp}RCS_{corp}) \frac{1}{w_{corp} + w_{gov}} . \quad (1.16)$$

Finalement nous avons

$$VA_{nouvellemethode} = VA_{ref} CSSR_{cu} 85\% . \quad (1.17)$$

La PVBP se calcule comme le taux d'accroissement du BE et de la valeur de marché des actifs obligataires MV^{FI} , actualisés au taux sans risque RFR et au taux sans risque augmenté de la VA_{ref} définie 1.16

$$PVBP(MV^{FI}) = \frac{MV^{FI}(RFR) - MV^{FI}(RFR + VA_{ref})}{VA_{ref}} , \quad (1.18)$$

$$PVBP(BEL) = \frac{BEL(RFR) - BEL(RFR + VA_{ref})}{VA_{ref}} . \quad (1.19)$$

Chapitre 2

Outils ALM et GSE

Dans un contexte financier incertain, le risque lié aux actifs financiers est au cœur de l'analyse des risques de l'assureur. L'application des amendements, présentés dans le chapitre précédent 1.3.1, affectera l'exigence en capital de l'assureur ainsi que sa stratégie. Pour évaluer cet impact, la valorisation de certains risques liés aux actifs et aux options et garanties financières présentes dans les contrats d'assurance-vie est requise.

Les options ou garanties, généralement contenues dans les contrats d'épargne, telles que les droits de rachats, les garanties de rendement ou encore les avances ou suspensions de paiements, complexifient leur valorisation. L'assureur doit également prendre en compte :

- Le mécanisme de PB réglementaire : non linéaire 85% du résultat financier s'il est positif et 0 sinon ;
- Les différents scénarios économiques possibles pouvant impacter les produits financiers mais aussi le comportement de certains assurés (rachats de contrats) ;
- Les garanties planchers qui agissent comme des actifs non linéaires ;
- Les différentes interactions Actif/Passif : taux servis, rachats, réallocations. . .

Pour valoriser ces options et garanties contractuelles proposées par l'assureur et pour analyser les impacts sur le bilan et la situation financière de la compagnie, des outils de Gestion Actif-Passif (GAP ou outil ALM *Asset and Liability Management*) sont utilisés. La non-linéarité de ces mécanismes nous contraint à utiliser un modèle stochastique pour leur valorisation. En effet, en considérant une situation moyenne en univers déterministe il n'est pas possible d'évaluer à leur juste valeur les risques asymétriques comme ceux liés aux options et garanties financières (taux technique, garantie plancher). La valeur moyenne d'un portefeuille ne correspond pas à la valeur du portefeuille dans le scénario moyen. Prenons l'exemple de la mesure du coût de la garantie d'un TMG à 0%, illustré dans le schéma suivant 2.1.

Dans le cas déterministe nous faisons l'hypothèse que le rendement financier de l'assureur est de 3% en scénario central. Le coût de la garantie du TMG est noté P . De plus nous définissons 3 scénarios équiprobables avec des rendements de 9%, 3% et -3% respectivement. En moyenne le rendement financier est donc de 3% dans le cas déterministe

$$P = \max(0\% - 3\%) = 0.$$

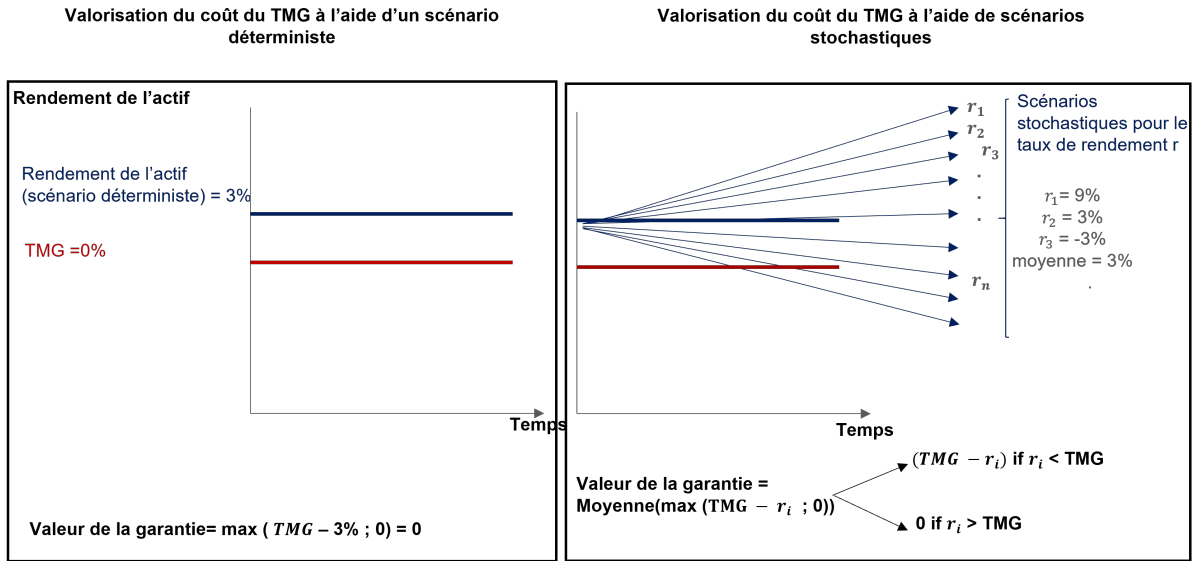


FIGURE 2.1 : Valorisation du coût de la garantie d'un TMG

En revanche lorsqu'un ensemble de scénarios générés de façon aléatoire autour d'une moyenne est considéré l'impact du TMG n'est plus négligeable. En effet nous obtenons pour les 3 scénarios :

$$\begin{aligned}
 P &= \max(0\% - 9\%) = 0, \\
 P &= \max(0\% - 3\%) = 0, \\
 P &= \max(0\% - (-3\%)) = 3\%.
 \end{aligned}$$

Finalement le coût de la garantie d'un TMG à 0% est alors de :

$$P = \text{moyenne}(P_1; P_2; P_3) = 1\%$$

Le portefeuille d'épargne est valorisé à l'aide de la méthode de Monte-Carlo, qui consiste à projeter un ensemble de simulations aléatoires afin d'estimer la valeur moyenne des flux financiers futurs. Un Générateur de Scénarios Economique (GSE) permet la projection d'évolutions possibles des marchés jusqu'à extinction des engagements. Cette méthode permet à l'assureur de se projeter à moyen et long terme, et de mieux évaluer ses risques notamment en prenant en compte la structure de dépendance entre les actifs.

Pour valoriser les options et les garanties des contrats, l'outil ALM utilise un jeu de scénarios économiques simulé à l'aide d'un générateur de scénarios économiques et modélise les interactions entre l'actif et le passif. Pour être en mesure de capter les impacts de la révision et de les analyser, il est essentiel de bien comprendre les mécanismes de l'outil ALM ainsi que ces interactions

2.1 Générateur de scénarios économiques

En assurance, les générateurs de scénarios économiques jouent un rôle central. Ils ont de nombreux usages notamment dans le domaine de la gestion actif/passif, qui reposent sur les projections de long terme des valeurs de marché d'actifs financiers et de variables macro-économiques. L'économie est représentée par un certain nombre de variables, déterminées en amont et modélisées par la suite.

Ces projections s'avèrent cruciales dans la valorisation des provisions nécessaire à la couverture des garanties et options financières des contrats d'épargne sous Solvabilité 2. Elles sont de ce fait indispensables pour évaluer et analyser l'influence d'évolutions prudentielles ou de méthodes de gestion. L'approche de Monte-Carlo retenue pour l'approximation du BE et présentée précédemment 1.7 dépend des projections des flux de prestations futurs de l'assureur qui dépend d'un nombre important de scénarios économiques. Comme défini par PLANCHET et KAMEGA (2021) un scénario économique est "une projection de grandeurs économiques et financières sur un horizon d'intérêt", le GSE tient donc compte de l'horizon long d'engagements et d'investissement d'une compagnie d'assurance et constitue alors un outil essentiel à la prise de décision dans le cadre de la gestion des risques. Grâce aux simulations du GSE, il est possible d'obtenir des projections sur un certain horizon des valeurs des différents éléments composant les deux volets du bilan d'une compagnie :

- Les actifs : actions, obligations, immobilier...
- Le passif : Best Estimate, Risk Margin...

Il existe deux grands types de générateurs qui répondent à des besoins différents. Nous retrouvons d'une part les générateurs risque historique, où divers scénarios sont générés selon la probabilité historique. Ils sont par exemple utilisés pour modéliser l'évolution d'actifs en univers réel. Dans ce cas-là, l'estimation des paramètres des modèles repose sur des données historiques dont la profondeur dépend de l'horizon de projection choisi. D'autre part, les générateurs dit risque neutre sont utilisés pour fournir un prix grâce à un raisonnement purement financier, permettant ainsi une valorisation des passifs et des actifs de l'assureur de manière *Market consistent*. Pour répondre aux exigences de *Market Consistency* imposées par Solvabilité 2, le Best Estimate et la Risk Margin sont valorisés en univers risque neutre. L'univers risque neutre garantit la martingalité des processus de prix. Il est fondé sur deux hypothèses fondamentales :

- L'absence d'opportunité d'arbitrage ;
- La complétude des marchés.

Sous ces hypothèses, l'espérance de rendement de tous les actifs égalise le taux sans risque. Cet univers simplifie les évaluations prospectives et réplique les conditions de marché à un instant donné afin de générer un nombre important de scénarios. Afin de valoriser le bilan économique, il est tout d'abord nécessaire de projeter l'ensemble des facteurs de risque auxquels la compagnie d'assurance est exposée. Il s'agit notamment de l'ensemble des variables pouvant affecter les différents postes du bilan : comme le taux d'intérêt ou encore le rendement des actions. Le générateur de scénarios économiques va alors intégrer la modélisation de ces différentes sources de risque, tout en considérant leur interdépendance. Nous projetons par la suite l'évolution du portefeuille de contrats pour chaque scénario généré et nous en déduisons le montant des flux financiers actualisés générés (rachats, sinistres, paiements de frais...). Finalement le Best Estimate est obtenu comme étant la moyenne sur l'ensemble des scénarios des montants des flux financiers actualisés.

Le GSE a recours à un large spectre de scénarios ce qui permet d'explorer un grand nombre de situations nouvelles. L'assureur peut alors anticiper et étudier l'impact d'évolutions futures des variables macro-économiques et financières modélisées sur l'ensemble des paramètres techniques, tel que le taux de rendement garanti ainsi que sur les postes du bilan économique. Les scénarios simulés doivent être cohérents, c'est-à-dire que la probabilité d'occurrence d'un scénario extrême doit être adéquate. Les résultats sont interprétés sur la moyenne des scénarios et non sur un scénario en particulier.

Le choix des données constitue une étape importante, en effet les choix des dérivés et leurs caractéristiques doivent être fait en fonction des caractéristiques du passif pour respecter le principe de *Market Consistency*.

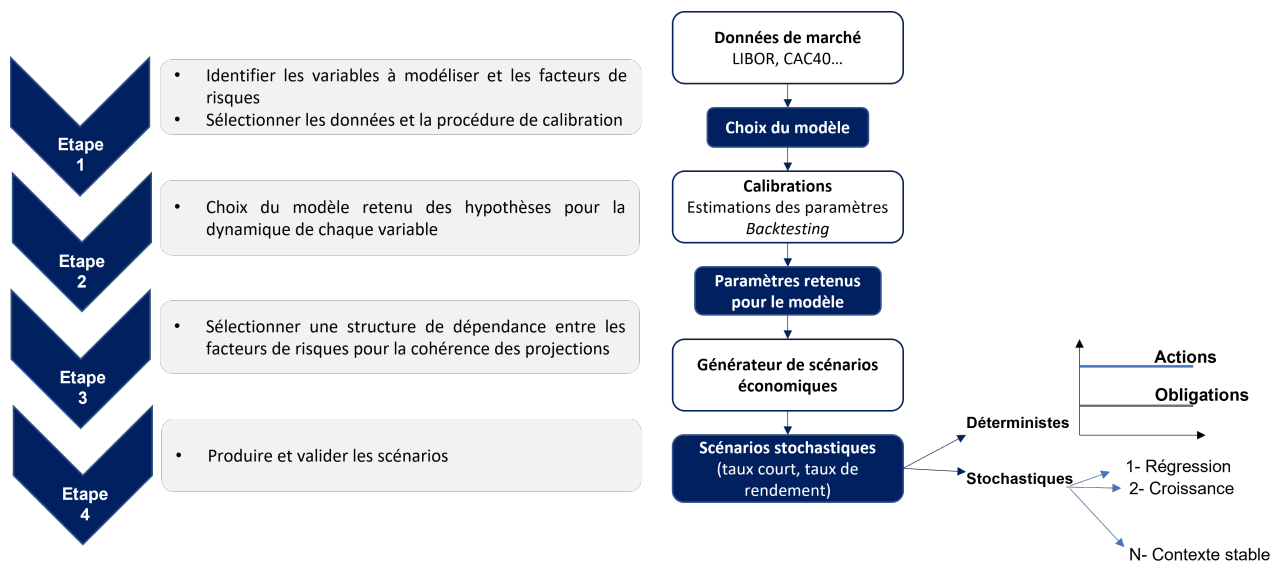


FIGURE 2.2 : Etapes de construction d'un GSE

La construction d'un GSE nécessite de considérer l'ensemble des étapes figurant sur les schémas 2.2.

Les GSE sont donc constitués de différents modèles financiers correspondant aux facteurs de risques modélisés. Deux catégories de modèles sont à distinguer :

- Les modèles composites qui contiennent une spécification individuelle pour chaque facteur de risque, ces facteurs sont agrégés ex post, via une copule gaussienne par exemple ;
- Les modèles intégrés qui comprennent des liens entre les différents facteurs de risques au travers de variables de référence (ex : inflation, taux).

Le GSE utilisé en input de l'outil ALM est un modèle composite.

Nous utilisons les scénarios générés par le GSE en entrée de l'outil ALM. Ils permettent d'évaluer le bilan économique de l'assureur. Le GSE est calibré par le pôle ingénierie financière de Mazars Actuariat, nous n'aborderons pas les détails de son fonctionnement dans ce mémoire. Néanmoins nous allons dans ce qui suit présenter les modèles choisis pour modéliser les facteurs de risque. Les facteurs de risque considérés dans le GSE sont :

- Les taux d'intérêt court nominaux ;
- Les taux de rendements des actions ;
- Les taux de rendement des actifs immobilier.

Certaines hypothèses simplificatrices ont été retenues dans notre modèle, de ce fait les spreads de crédit ne sont pas modélisés. Les simulations générées par le GSE doivent vérifier les deux propriétés suivantes :

1. Elles doivent être *Market consistent* : c'est-à-dire refléter les conditions économiques du moment.
2. Elles doivent être risque neutre : le rendement espéré est égal au taux sans risque pour chaque classe d'actifs.

En pratique, il est impossible de projeter une dynamique propre à chaque actif en portefeuille. De ce fait les actifs sont agrégés par classes homogènes de risques et selon leurs caractéristiques : appelés Model Points (MP) d'actifs. Des scénarios d'évolution sont ensuite projetés pour chaque poche d'actifs. Dans notre modèle nous distinguons quatre MP d'actifs :

- Les obligations ;
- Les actions ;
- L'immobilier ;
- Le monétaire.

Nous présentons dans ce qui suit, les modèles retenus pour la projection des taux courts, des rendements des actions et de l'immobilier.

2.1.1 Simulation des taux courts

Le choix du modèle de taux est crucial dans un GSE. En effet, le processus stochastique de taux joue habituellement un rôle central dans la modélisation des autres classes d'actifs en univers risque neutre.

Le principe de *Market Consistency* ainsi que le cadre réglementaire défini par Solvabilité 2 induisent de fortes contraintes sur le modèle de taux. Tout d'abord, les modèles de taux retenus doivent être en mesure de répliquer la structure par terme des taux d'intérêt fournie par l'EIOPA. De plus, ils doivent reproduire les prix des produits dérivés (*caps, floors, swaptions, ...*) observés sur des marchés suffisamment profonds, liquides et transparents. En dernier lieu, les caractéristiques des produits de taux retenus pour le calibrage des modèles doivent être adaptés à la structure optionnelle des options et garanties du passif.

Modèle Hull and White

Le modèle retenu pour diffuser la courbe des taux, dans le GSE utilisé en entrée de notre outil ALM, est le modèle de Hull and White à un facteur. Il suppose que les taux courts sont normalement distribués et qu'ils évoluent dans un tunnel : un effet de retour à la moyenne est inclus dans le drift. Ce modèle utilise en input la courbe des taux fournie par l'EIOPA. La dynamique des taux courts est définie comme

$$dr_t = (\theta_t - ar_t)dt + \sigma dW_t ,$$

avec W_t un mouvement brownien sous la probabilité risque neutre, a une constante positive et $\theta_{(t)}$ une fonction déterministe qui varient en fonction du temps. Les paramètres a et σ sont calibrés par le pôle ingénierie financière de Mazars Actuariat à partir d'un panier de *Swaptions* avec des maturités et tenors variés. Toutefois, **les tests de martingalité ont été réalisés et validés.**

Le modèle de Hull and White présente de nombreux avantages :

- Relativement simple à utiliser ;

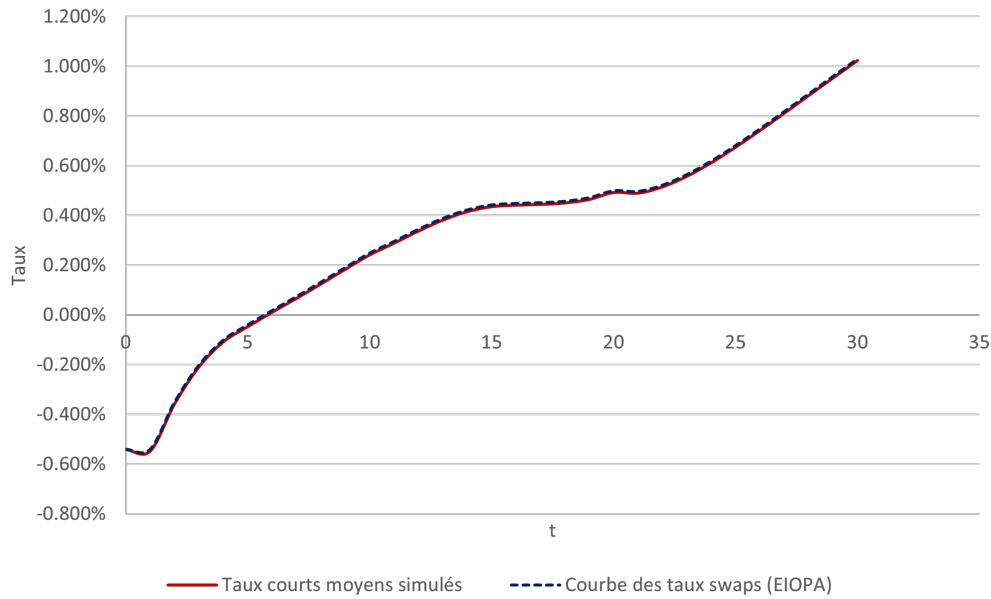


FIGURE 2.3 : Test de martingalité

- Assure un ajustement à la courbe des taux initiale ;
- Génère des taux négatifs : permet ainsi de refléter au mieux le contexte de taux bas.

La fonction θ permet de reproduire la structure par terme de la courbe de taux et est définie de sorte que la structure des taux à l'instant initial ($t = 0$) coïncide avec les observations de marchés, ici aux prix des zéro-coupon fournis par l'EIOPA. Elle vérifie l'équation

$$\theta_t = df(0, t)dt + af(0, t) + \frac{\sigma^2}{2a}(1 - \exp(-2at)) ,$$

Où $f(0, t)$ représente le taux forward instantané initial donné en input.

Pour obtenir les taux simulés utilisés en input de l'outil ALM nous n'avons qu'à renseigner la courbe des taux sans risque fournie pour l'EIOPA au 31/12/2021. Les simulations sont alors obtenues grâce à l'approximation suivante

$$\forall s < t , r_t \approx r_s \exp(-a(t - s)) + f(0, t) - \exp(-a(t - s))f(0, s) + \sigma \sqrt{\frac{1 - \exp(-2a(t - s))}{2a}} \epsilon_t ,$$

Où $\epsilon_t \sim N(0, 1)$.

Prix des zéros-coupons

Le prix du zéro coupon à l'instant d'évaluation t et de maturité T est noté $P(t, T)$ et est obtenu comme fonction du temps et du taux court

$$P(t, T) = A(t, T) \exp(-B(t, T)r_t) ,$$

où :

$$A(t, T) = \frac{P(0, T)}{P(0, t)} \exp(B(t, T)f(0, t) - \frac{\sigma^2}{4a}(1 - \exp(-2at))B(t, T)^2) ,$$

$$B(t, T) = \frac{1 - \exp(-a(T - t))}{a} .$$

Structure par termes des taux

Nous obtenons finalement la structure par termes des taux notée $R(t, T)$

$$R(t, T) = \frac{-\ln(P(t, T))}{T - t} .$$

2.1.2 Simulation du rendement des actions

Modèle Black-Scholes

La modélisation du rendement des actions repose sur le modèle de Black-Scholes. Nous rappelons que sous la probabilité risque neutre l'espérance de rendement est égale au taux sans risque. La volatilité est calibrée à partir d'un panier d'options vanilles varié en Strike et Maturité. Le modèle de Black-Scholes permet de dériver le prix d'un actif S_t sous la probabilité risque neutre, sa dynamique vérifie

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW_t ,$$

où : μ correspond au drift, σ à la volatilité et W_t au mouvement brownien. Cette dynamique satisfait

$$S_t = S_0 \exp\left(\frac{\mu - \frac{\sigma^2}{2}}{1} t\right) + \sigma W_t .$$

Nous obtenons ainsi le rendement de l'actif entre les dates t et $t+1$

$$\log(S_{t+1}) - \log(S_t) = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t+1 - t) + \sigma(W_{t+1} - W_t) ,$$

ce qui équivaut à

$$\log(S_{t+1}) - \log(S_t) = \mu - \frac{\sigma^2}{2} + \sigma(W_{t+1} - W_t) .$$

Or, par définition du mouvement brownien, le processus $Y_t = W_{t+1} - W_t$ suit une loi $N(0, 1)$. Ce qui revient finalement à

$$\log(S_{t+1}) - \log(S_t) = \mu - \frac{\sigma^2}{2} + \sigma Y_t .$$

Volatilité Implicite La volatilité utilisée pour la modélisation du cours de l'action est obtenue grâce à l'inversion du prix d'un call et à la volatilité implicite. Le modèle de Black-Scholes permet de calculer le prix d'un call à l'aide de la formule fermée

$$Blackcall(S_0, k, r, T, \sigma) = S_0 \phi(d_1) - K \exp(-rt) \phi(d_2)$$

où :

- ϕ correspond à la fonction de répartition d'une $N(0, 1)$,

- $d_1 = \ln(S_0k + (r + \frac{\sigma^2}{2})T\sigma\sqrt{T})$ et $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$,
- K correspond au strike du call,
- r correspond au taux sans risque.

La volatilité implicite obtenue est de 18%.

2.1.3 Simulation du rendement de l'immobilier

La modélisation du rendement des actifs du type immobilier repose également sur un modèle de Black-Scholes. Le calibrage de la volatilité repose sur des données historiques. Il est alors supposé que le rapport entre les volatilités actions et immobilier se rapproche du rapport des chocs du QIS5 associés. Nous retenons finalement une volatilité implicite de 10%.

2.2 Calcul du Best Estimate et de la Risk Margin

Les provisions techniques (PT) sont définies comme étant la somme de la meilleure estimation (BE) et de la marge de risque (RM). Pour rappel le BE correspond au montant probabilisé des flux de trésorerie futurs liés aux engagements de l'assureur actualisés au taux sans risque pertinent. L'outil ALM nous permet de l'évaluer. La technique de simulation choisie dans notre outil est la méthode de Monte-Carlo. Cette approche repose sur la loi des grands nombres et consiste à simuler un grand nombre de scénarios de façon indépendante, dans le but d'obtenir une estimation proche de la vraie valeur du BE.

La marge pour risque (RM) est obtenue de sorte que le montant des provisions techniques soit équivalent à celui qu'une compagnie d'assurance pourrait demander pour reprendre et honorer les engagements d'assurance. Elle représente le coût d'immobilisation des FP de la compagnie qui serait supporté par un éventuel repreneur du portefeuille dans le cas où ce dernier serait transféré à une autre compagnie. La RM est alors calculée à partir du coût d'immobilisation des FP nécessaires pour atteindre jusqu'au terme le SCR relatif aux engagements d'assurance

$$RM_{avantrevue} = Coc(6\%) \sum_{t \geq 0} \frac{SCR_t}{(1 + r_{t+1})^{t+1}} ; \quad (2.1)$$

$$RM_{revue} = Coc(5\%) \sum_{t \geq 0} \frac{\lambda^t SCR_t}{(1 + r_{t+1})^{t+1}} ; \text{ avec } \lambda = 0.975. \quad (2.2)$$

Pour obtenir la RM il est nécessaire de calculer le SCR pour chaque année jusqu'à extinction des engagements de la compagnie d'assurance. Des méthodes d'estimation simplifiées sont utilisées pour le calcul des SCR futurs. Nous avons utilisé une de ces approches pour obtenir les valeurs de la RM en appliquant les formules de calculs avant et après révision.

Calcul du Best Estimate sous Solvabilité 2 avec l'outil ALM

L'approche de simulation retenue dans l'outil ALM de Mazars se base sur la méthode de Monte Carlo pour le calcul du BE. L'outil prend en input N scénarios économiques issus du GSE en univers risque neutre. Pour que le résultat soit statistiquement fiable il est nécessaire de prendre en compte

un nombre suffisant de scénarios. Pour le calcul du BE l'erreur d'estimation est considérée comme acceptable entre 1000 et 5000 simulations, ici nous fixons le nombre de scénarios N à 1000. L'outil projette pour chaque scénarios l'actif et le passif de la compagnie sur un horizon de temps prédéfini, fixé ici à 30 ans. Le modèle va également considérer les interactions existantes entre l'actif et le passif en prenant par exemple en compte le taux servis, les rachats ou encore les réallocations d'actifs. Le BE est finalement obtenu en appliquant la formule suivante

$$Best\ Estimate = E^{(Q^{xP})}[\sum_{j=1}^{30} \delta_j C_j] \approx \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} \sum_{j=1}^{30} \delta_j^i C_j^i, \quad (2.3)$$

avec δ_n^i le facteur d'actualisation en zéro intervenant l'année n dans le scénario i et C_n^i la somme des cash flows intervenant l'année n dans le scénario i . Dans ce qui suit, nous fixons le périmètre des flux à prendre en compte pour le calcul de la meilleure estimation. Dans le cadre des décaissements au titre des prestations nous considérons les flux de trésorerie liés aux rachats des contrats ainsi que les capitaux décès. Le calcul du BE intègre l'ensemble des flux de trésorerie découlant des dépenses qui seront exposées pour honorer les engagements de la compagnie liés à ces contrats existants jusqu'à leur arrivée à terme. Ces dépenses comprennent :

- Les frais de placements financiers ;
- Les frais de gestion de sinistres ;
- Les frais d'administration ;
- Les frais d'acquisition de primes ;
- Les commissions.

Dans le calcul du BE seuls les paiements d'impôts réglés par la compagnie sont à prendre en compte, dans notre modèle ils sont principalement représentés par les prélèvements sociaux et par la taxe de contribution sociale de solidarité des sociétés (C3S). Le calcul du BE correspond à une évaluation du passif en situation de run-off seuls les contrats en stock sont considérés pour établir le bilan économique S2.

La figure 2.4 présente l'architecture de calcul du *Best Estimate* de notre modèle ALM pour $N = 1000$. Pour pallier aux contraintes de temps et de puissance de calcul nécessaires à la projection d'indicateurs de solvabilité, le BE peut être déterminé à l'aide d'une approche *machine learning*. Un lecteur intéressé peut se référer au mémoire de CERISIER (2021) qui a étudié le calcul du BE grâce au *machine learning*.

Calcul de la marge de risque

Le calcul de la RM nécessite de calculer le SCR jusqu'à écoulement de l'ensemble des engagements de la compagnie. Une projection complète de la totalité du futur SCR est très couteuse en temps. Plusieurs méthodes simplifiées existent et permettent d'obtenir une estimation des SCR futurs. La méthode retenue pour nos calculs consiste à estimer la totalité du capital de solvabilité requis pour chaque année future et ce jusqu'à extinction complète des engagements en se basant sur le ratio "BE pour une année future donnée" sur "BE à la date d'évaluation". Soit BE_0 et SCR_0 les valeurs du BE et du SCR à la date de valorisation les SCR futurs sont obtenus de la façon suivante

$$SCR_t = \frac{BE_t}{BE_0} SCR_0.$$

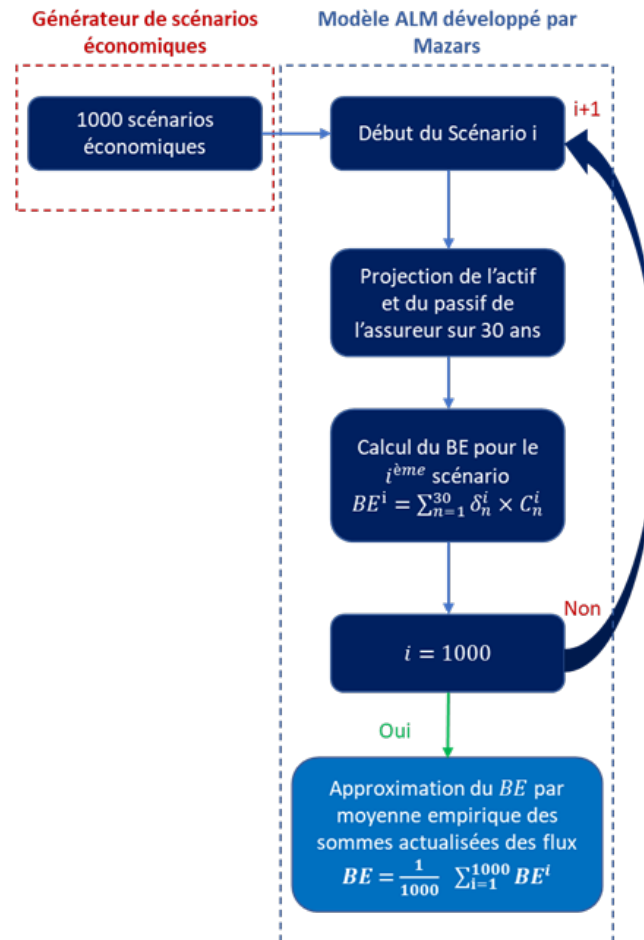


FIGURE 2.4 : Calcul du BE

cette méthode d'approximation suppose que le niveau de risque est proportionnel au risque, c'est une hypothèse assez forte qui ne reflète pas forcément la réalité. Néanmoins, la limite de cette approche est acceptable étant donné que le calcul de la RM n'est pas central dans le cadre de notre étude.

2.3 Mécanismes ALM

2.3.1 Généralités ALM

Dans le cadre de la gestion et du pilotage stratégique d'une compagnie d'assurance, il est indispensable de bien prendre en compte les liens existants entre le passif et l'actif et de maîtriser au mieux leurs mécanismes. La gestion actif-passif ou ALM (*Asset Liability Management*) est partie intégrante du système de gestion des risques énoncé par la Directive S2. Ce procédé alliant gestion de risque et pilotage stratégique, regroupe l'ensemble des processus et techniques permettant à l'assureur de prévoir, contrôler et ajuster la composition ainsi que l'adéquation de ses actifs et de ses passifs. L'ALM consiste à analyser les flux de passif et d'actif ainsi que le bilan et d'anticiper son évolution probable sur un horizon de temps, tout en prenant compte les interactions entre l'actif et le passif. L'ALM a de nombreux objectifs, elle vise notamment à :

- Gérer les besoins de liquidité de l'assureur ;
- Limiter les décalages entre le rendement de l'actif et la revalorisation des contrats ;
- Evaluer les risques financiers auxquels s'expose la compagnie.

Un portefeuille de contrat est caractérisé d'une part par un ensemble de flux de passifs et d'autre part par un ensemble de flux financiers. Les flux de passifs sont liés aux engagements de l'assureur. Ils correspondent à l'ensemble des décaissements liés aux versements des prestations. Les flux financiers sont issus des placements de l'assureur. Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des actifs détenus en portefeuille. Ils servent à couvrir les flux liés aux prestations (rachats et décès). Pour garantir sa solvabilité l'assureur doit au travers de la gestion actif-passif adapter la structure de son actif (échancier de flux, risque de taux, liquidité) à celle de son passif. Pour couvrir les flux de passif l'assureur effectue des placements :

- A revenus fixes : Obligations souveraines, obligations corporates ;
- A revenus variables : principalement des actions ou de l'immobilier.

Les obligations sont des titres de créance émis par une entreprise ou un Etat. Elles assurent à l'assureur des revenus fixes et certains, sauf en cas de défaillance de l'émetteur. L'assureur évite grâce à ce type de placements de céder des actifs (parfois à perte). C'est pourquoi les portefeuilles d'actifs des compagnies sont majoritairement composés d'obligations (à hauteur de 75% selon AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (2021)). Pour rappel, l'émetteur de la dette s'engage à verser de manière périodique au détenteur de l'obligation des coupons représentant les intérêts, et à rembourser le nominal à la date d'échéance du titre. Un des indicateurs représentatifs de l'adéquation entre l'actif et le passif est la durée. Pour un bon adossement il faut minimiser le gap de durée entre l'actif et le passif. Soit F_1, \dots, F_n une série de flux financier et r_i le taux d'actualisation à l'instant i la valeur actualisée des flux est donnée par

$$Valeur_{actualisée} = \sum_i \frac{F_i}{(1+r_i)^i}.$$

La durée de la série de flux est alors définie comme

$$D = \sum_i \frac{\frac{iF_i}{(1+r_i)^i}}{Valeur_{actualisée}}.$$

Pour adosser l'actif au passif, il est possible d'effectuer des comparaisons flux par flux. Nous considérons alors les écarts ou gap de trésorerie qui correspondent aux écarts entre les encaissements et les décaissements de la compagnie. Dans le cas où chaque flux net est positif ou nul, l'actif est dit adossé au passif. En cas de décaissement, la compagnie est en situation de désinvestissement et est confrontée au risque de moins-values.

Pour bien adapter son actif à son passif il est également important de prendre en compte les options et garanties financières présentes dans les contrats. En effet, ces dernières peuvent modifier de façon significative la structure des flux. Par exemple, dans le cas de rachats les flux de primes futures sont supprimés ce qui réduit la durée du passif et vient donc dégrader l'équilibre actif-passif.

2.3.2 Modélisation de la projection

Dans cette partie nous présentons le fonctionnement d'une année de projection dans l'outil ALM. Ce fonctionnement général est résumé au travers du schéma 2.5. Les différentes étapes de calculs y figurent selon l'ordre d'exécution et seront détaillées dans ce qui suit.

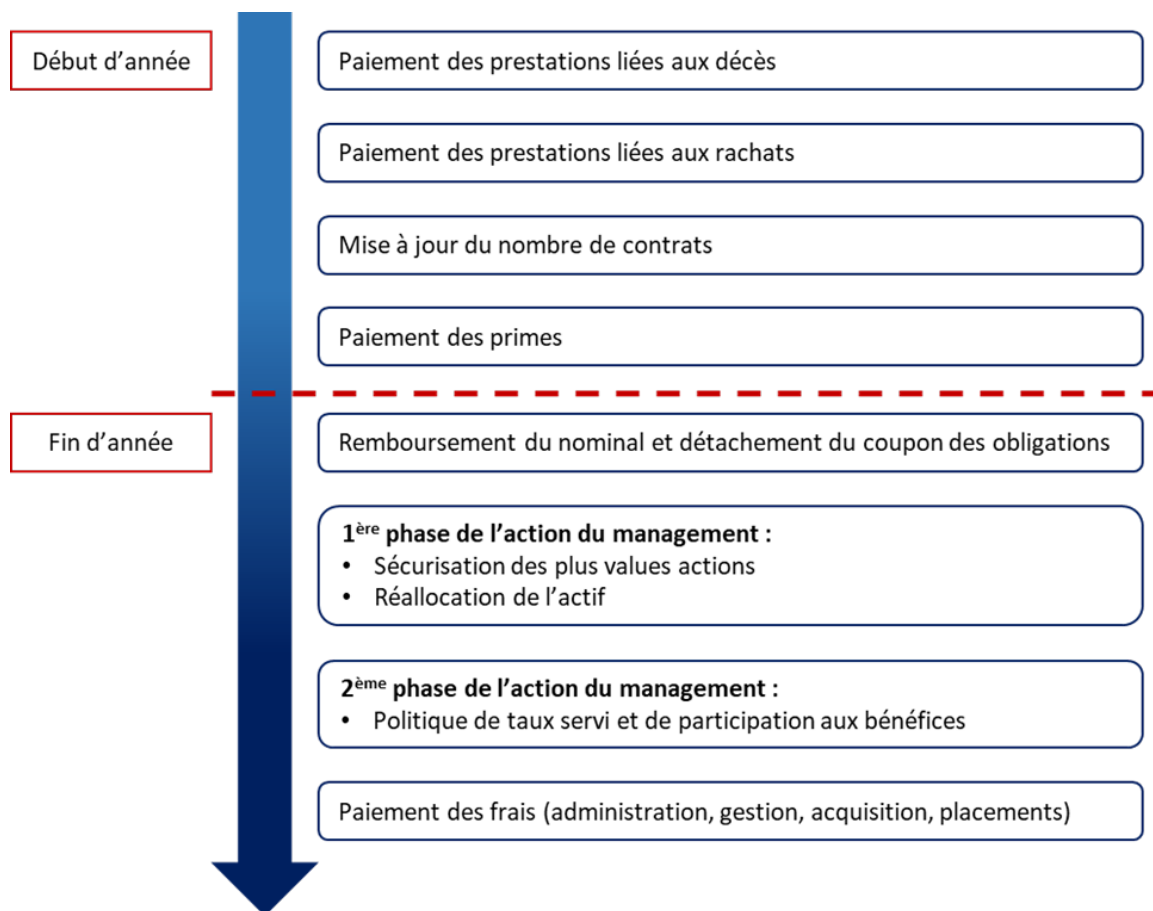


FIGURE 2.5 : Schéma de fonctionnement d'une année de projection dans l'outil ALM

Nous considérons que l'ensemble des assurés rachètent leur PM lors de la dernière année de projection. De ce fait, les PM ainsi que la PPE sont reversées aux assurés en prestation. La totalité des actifs financiers est vendue, les produits générés par la vente sont versés en trésorerie. Les plus ou moins-values latentes (PMVL) obligataires sont absorbées par la réserve de capitalisation. Nous procédons ensuite au partage des produits financiers.

Dans le cas où la compagnie se trouve en situation déficitaire les pertes sont à 100% assumées par l'assureur. Lorsque la compagnie est en situation de plus-value les FP ainsi que la réserve de capitalisation, reviennent dans leur totalité à l'assureur. La PPE et les PM sont reversées aux assurés. La répartition de la PPE se fait en fonction du montant de PB min, et celle des PM se fait par model point de passif.

2.4 Modélisation du passif

2.4.1 Les hypothèses de modélisation

Notre modèle prend en input de nombreuses variables nécessaires à la modélisation du passif à une date d'évaluation donnée. L'outil considère le bilan initial de la compagnie qui indique :

- Le montant initial des fonds propres de la compagnie à la date d'évaluation ;
- Le montant initial de la provision pour participation aux excédents à la date d'évaluation ;
- Le montant initial de réserve de capitalisation ;
- Le montant initial de provisions mathématiques ;
- Le portefeuille de contrats de l'assureur : simuler par Monte Carlo la chronique de flux futurs pour chaque contrat est coûteux en termes de puissance et de temps de calcul. Les contrats sont alors regroupés en Model Point. Ces derniers sont agrégés en classes homogènes de risques qu'il convient de croiser avec les caractéristiques du contrat d'assurance (stock, New business, type de support, âge moyen, année de souscription, PM par model point, TMG, Primes versées en t-1).

En ce qui concerne les hypothèses retenues pour le calcul des taxes et frais, les taux de frais et de taxes sont renseignés en entrée du modèle et sont appliqués de la façon suivante :

- Le taux de chargement sur les placements est appliqué à la valeur comptable de l'actif de début de période ;
- Le taux de frais de gestion est appliqué aux prestations de sinistres ;
- Le taux de frais d'administration des contrats est appliqué aux montants de provisions mathématiques ;
- Le taux de frais d'acquisition est appliqué aux montants de primes versées brutes de chargements ;
- Le taux de prélèvements sociaux est appliqué aux plus-values des contrats d'assurance-vie, c'est-à-dire à la différence entre la PM de début d'année avant et après revalorisation.

Nous présentons dans le tableau 2.1 les hypothèses retenues pour modéliser le passif de la compagnie.

Mortalité	Rachat structurel	Rachat conjoncturel	Projection des primes
Table TH 00-02	Taux de rachat structurel à la date d'évaluation t est exprimé en fonction de l'ancienneté du contrat	Taux de rachat conjoncturel défini par la fonction proposée par l'ACPR dans les orientations nationales complémentaires	Pour chaque année de projection t un taux de chute est appliqué au montant de primes versé à l'année t-1

TABLE 2.1 : Récapitulatif des hypothèses retenues pour la mortalité, les rachats et les projections de primes

Modélisation des éléments du bilan

Fonds Propres

D'un point de vue comptable, les fonds propres de l'assureur sont constitués à la fin de chaque exercice du capital social, de la réserve de capitalisation, qui correspond aux bénéfices des exercices précédents non redistribués aux actionnaires, et du résultat de l'année. Dans le modèle les bénéfices ne sont jamais reversés aux actionnaires au cours de la projection de l'activité de l'assureur. De ce fait, les fonds propres représentent le capital de départ augmenté de l'ensemble des résultats ayant eu lieu. Cette hypothèse permet alors d'obtenir les fonds propres à la fin de chaque année de projection

$$FP_N = FP_{N-1} + R_N ,$$

où :

- FP_N correspond aux fonds propres de la compagnie durant l'année N ;
- R_N correspond au résultat comptable de l'année N.

Provision mathématique de clôture

La provision mathématique de clôture est obtenue à la fin de chaque année de projection de la façon suivante

$$PM_{cloture} = PM_{ouverture} - Décès - Rachats + Primes - Chargement_{acquisition} + Revalo - Commission_{encours} - Prélèvements_{sociaux}.$$

Lors de la dernière année de projection, nous mettons un terme à l'activité de la compagnie d'assurance. Pour cela nous supposons que durant cette année, la provision mathématique devient nulle. Nous considérons de plus que l'ensemble des assurés restants rachètent leur contrat.

Réserve de capitalisation

La réserve de capitalisation est modélisée dans le modèle ALM. Pour satisfaire une allocation cible d'actifs le management cède et achète des obligations tout au long de la projection. Lorsque des obligations sont cédées, nous dotons la provision par les plus-values réalisées ou bien nous effectuons une reprise dans le cas de moins-values. Il est de plus supposé que son montant ne peut pas être négatif. Provision pour participation aux bénéfices La PPE évolue dans notre outil ALM suivant différentes étapes :

1. Afin de satisfaire sa contrainte temporelle, chaque année 15% de la PPE est réservée aux assurés.
2. Dans le cadre de l'algorithme de taux servi aux assurés il est possible de réaliser des reprises de PPE pour atteindre la revalorisation cible, ce point sera détaillé dans la suite de ce chapitre.
3. Afin de respecter le minimum de PB réglementaire la PPE est dotée d'un montant égal à 85% produits financiers réalisés sur l'année. Ce qui correspond à la part des bénéfices destinées aux assurés, diminuée des produits financiers attribués dans l'année dans le cadre de la revalorisation des PM.
4. En fin de projection lorsque la PPE est positive, elle est entièrement reversée sous forme de prestations à l'ensemble des assurés restants.

2.4.2 Modélisation des éléments du passif

Les flux de passifs de la compagnie sont liés à ses engagements envers les assurés. Ils correspondent aux décaissements liés aux versements de prestations : c'est-à-dire en cas de décès ou en cas de rachat. La modélisation des comportements des assurés est donc indispensable.

Modélisation des décès

Dans notre modèle, les décès interviennent en début d'année de projection après revalorisation des PM en $N - 1$. Par soucis de simplification, une modélisation déterministe de la mortalité est retenue. Les décès sont alors fonction de l'âge de l'assuré. Il est par ailleurs supposé que la prestation décès d'un assuré en N est égale à sa provision mathématique de clôture en $N - 1$ et qu'elle est immédiatement réglée par la compagnie d'assurance : en début d'année de projection. Nous calculons pour chaque Model Point le montant de PM qui doit être reversé aux bénéficiaires des assurés décédés.

$$Prestation_{décès}(t) = \sum_i tx_{décès}(i) PM_i(t - 1) ,$$

où :

- i est le numéro du model point ;
- $PM_i(t - 1)$ est le montant de la provision mathématique du model point i en fin d'année $t - 1$, c'est-à-dire après revalorisation par l'assureur.

Modélisation des Rachats

Les contrats d'épargne comprennent généralement une option de rachat. L'assuré a le droit d'exercer son option de rachat de deux manières possibles en effectuant

- Un rachat total c'est-à-dire qu'il rachète l'intégralité de son contrat.
- Un rachat partiel dans ce cas-là seule une partie de l'épargne est rachetée.

L'outil ALM modélise différemment les rachats dits "structurels", liés aux caractéristiques du contrat ou des assurés et principalement expliqués par le cadre fiscal, et les rachats dits "conjoncturels" expliqué par la conjoncture économique. Pour simplifier, la modélisation des rachats partiels ainsi que des arbitrages structurels et conjoncturels n'est pas prise en compte dans l'outil.

Tout rachat est alors considéré comme total. Il est de plus supposé qu'ils n'interviennent qu'en début d'année : après revalorisation de l'encours de l'assuré par le management.

Rachats structurels

Historiquement, l'assurance-vie est considérée comme un moyen de protection. Il n'est pas d'usage de la taxer, c'est pour cette raison qu'elle bénéficie d'une fiscalité avantageuse. Les plus-values réalisées sur un contrat d'épargne bénéficient d'un dispositif d'imposition spécifique qui dépend de l'ancienneté des contrats. Malgré une réduction des avantages fiscaux dont bénéficie l'assurance-vie depuis les années 80, ce mécanisme est toujours l'une des principales raisons du son succès auprès des Français.

Ce dispositif spécifique, freine les décisions de rachat sur les premières années de vie des contrats et encourage l'épargne de long terme. L'ancienneté du contrat explique alors les comportements de rachat. Les rachats dit structurels sont une conséquence de cette fiscalité avantageuse, présentée dans la figure suivante 2.2.

Ce cadre fiscal porte essentiellement sur l'impôt sur le revenu. Le tableau 2.2 ci-dessous présente les pourcentages d'imposition sur les gains issus des versements effectués avant 2017 et après 2017, date à laquelle le prélèvement forfaitaire unique ou flat tax a été introduit. Les pourcentages considérés comprennent à la fois les prélèvements sociaux et les prélèvements forfaitaires dus à l'impôt sur le revenu.

	Imposition sur les gains issus des versements effectués avant le 27/09/2017	Imposition sur les gains issus des versements effectués après le 27/09/2017
Entre 0 et 4 ans	52.20%	30%
Entre 4 et 8 ans	32.20%	30%
Après 8 ans	Abattement annuel sur les plus-values rachetées de 4600€ pour une personne seule, 9600€ pour un couple	
	24.70%	24.70% pour les gains issus des versements cumulés inférieurs à 150 000€ et 30% au delà de 150 000€

TABLE 2.2 : Cadre fiscal de l'assurance vie

Nous pouvons alors observer structurellement un premier pic de rachat aux 4 ans d'ancienneté des contrats ainsi qu'un second pic plus important à partir de 8 ans d'ancienneté. En effet, les assurés rachètent généralement leur contrat après 8 ans pour tirer profit de l'abattement annuel de 4 600€ et d'une imposition réduite. De ce fait, les rachats structurels sont modélisés dans notre outil comme une fonction de l'ancienneté du contrat d'épargne. Ils sont exprimés en pourcentage de la provision mathématique de chaque model point.

Par conséquent, la loi de rachats structurels utilisée dans l'outil est déterminée comme étant fonction de ces caractéristiques fiscales. Le graphique 2.6 représente la loi de rachat structurel retenue dans le cadre de notre étude. Il est alors supposé que la compagnie d'assurance observe à l'aide d'études statistiques un rachat structurel constant de l'ordre de 4% excepté lorsque l'ancienneté du contrat est égale à 5 ou 9 ans. Pour ces deux situations l'historique de la compagnie indique un rachat structurel de 5% et respectivement 7%. Ces deux pics de rachat sont totalement expliqués par la fiscalité spécifique de l'assurance-vie.

Rachats conjoncturels

En plus de ces rachats structurels, l'assureur fait face à des rachats conjoncturels (ou dynamiques). Ce type de rachats est liés à la conjoncture économique et à la performance de l'assureur. Ils interviennent généralement dans un contexte extrêmement concurrentiel. En effet, les assurés sont sensibles aux conditions de marché et peuvent exercer leur option de rachat pour se tourner vers d'autres supports financiers (produits assurantiers, bancaire ou même immobiliers) reversant un meilleur rendement. Nous considérons un exemple d'actualité : la remontée des taux de marché. Dans une situation de forte remontée des taux la valeur des obligations détenues en portefeuille par l'assureur diminue. Dans le même temps, les nouvelles conditions de marché peuvent pousser certains assurés à racheter

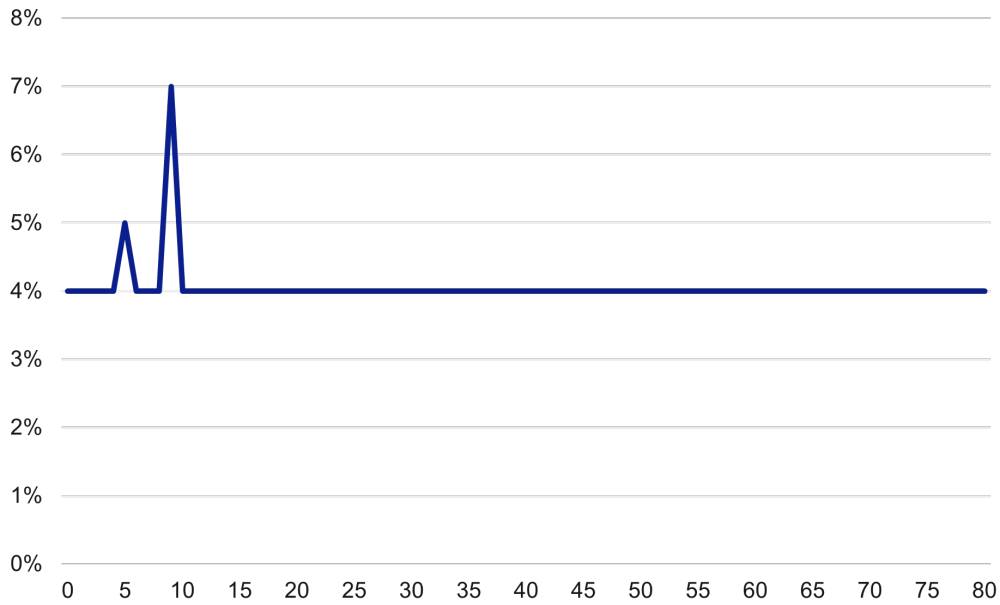


FIGURE 2.6 : Courbe des rachats structurels

leur contrat d'épargne pour effectuer un placement plus rentable sur d'autres types de supports financiers. L'assureur sera alors contraint de réaliser des moins-values en cédant des actifs et peut être même de puiser dans ses fonds propres et sa réserve de capitalisation pour répondre aux demandes de rachats. Il est donc indispensable de modéliser ce type de rachats. Néanmoins, prendre en compte ce type de rachats est souvent problématique pour les compagnies d'assurance. Contrairement aux rachats structurels, les assureurs ne peuvent pas utiliser de données historiques pour les estimer. Leur calibrage est par conséquent difficile. Pour y remédier, les assureurs se basent sur la loi de rachat conjoncturel (RC) préconisée par l'ACPR dans les orientations nationales complémentaires du QIS 5. Cette loi est définie comme une fonction de l'écart (ou spread) de taux entre le taux servi par l'assureur (TS) et le taux attendu par l'assuré (TA), estimé le plus souvent à partir d'un taux de référence provenant du marché.

$$RC = \begin{cases} RC_{max} & \text{si } TS - TA < \alpha \\ RC_{max} \frac{TS - TA - \beta}{\alpha - \beta} & \text{si } \alpha \leq TS - TA < \beta \\ RC_{min} \frac{TS - TA - \gamma}{\delta - \gamma} & \text{si } \gamma \leq TS - TA < \delta \\ RC_{min} & \text{si } TS - TA \geq \delta \end{cases} \quad (2.4)$$

avec :

- α correspond au seuil au-dessous duquel les rachats conjoncturels sont considérés comme constants et fixés à RC_{max}
- β et γ correspondent respectivement aux seuils d'indifférence à la baisse et à la hausse du taux servi par l'assureur. Dans le cas où le spread de taux est entre ces deux seuils le comportement de l'assuré reste inchangé
- δ correspond au seuil à partir duquel la baisse du taux de rachat structurel est constante et fixée à RC_{min} . Dans ce cas là le spread de taux n'explique plus le comportement des assurés.

En fonction des valeurs de ces six paramètres, l'ACPR propose deux lois de rachats conjoncturels : l'une correspondant à un plancher minimum de rachat, l'autre à un plancher maximum. L'assureur est libre de retenir les paramètres utilisés pour sa modélisation. Cependant, ils doivent être compris dans l'intervalle donné par l'ACPR, délimité par le « plafond minimum » et le « plafond maximum ». Nous retenons dans notre outil la moyenne entre les deux plafonds pour chaque paramètre. Les plafonds min et max donnés par l'ACPR pour l'ensemble des paramètres de la loi de rachats conjoncturel ainsi que ceux retenus pour notre modélisation figurent dans le tableau 2.3.

Paramètres loi de rachat conjoncturel proposée par l'ACPR			
	Plafond Min	Plafond Max	Outil ALM
α	-6%	-4%	-5%
β	-2%	0%	-1%
γ	1%	1%	1%
δ	2%	4%	3%
RC_{min}	-6%	-4%	-5%
RC_{max}	20%	40%	30%

TABLE 2.3 : Paramètres donnés par l'ACPR pour la loi de rachat conjoncturel et paramètres retenus pour la modélisation

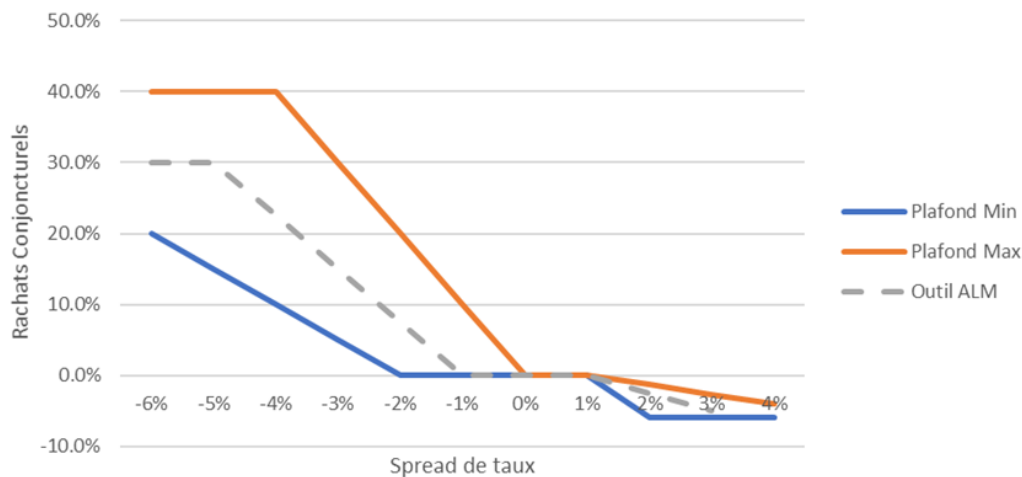


FIGURE 2.7 : Courbe des rachats conjoncturels en fonction du spread de taux

Le graphique 2.7 représente l'allure de la fonction de rachats conjoncturels en fonction du spread de taux $TS - TA$. Pour représenter au mieux la sensibilité des assurés aux taux pratiqués sur le marché le taux attendu est généralement interprété comme un taux concurrent : c'est-à-dire le taux servi par les acteurs du marché. Le choix de la modélisation du taux concurrent est subjectif et possède une influence significative sur les rachats et par conséquent le *Best Estimate*.

D'autres approches alternatives permettent de modéliser les rachats conjoncturels. Nous renvoyons le lecteur au mémoire de DETROULLEAU et MOURET (2013) qui ont étudié les apports de la logique floue dans la modélisation des rachats conjoncturels.

Taux concurrent

Ici, nous définissons le taux attendu comme le taux pratiqué sur le marché par la concurrence. Ce taux explique en grande partie les décisions de rachat de contrat par les assurés. En effet, lorsque le taux concurrent est supérieur au taux servi par l'assureur, l'assuré a tout intérêt à racheter son contrat et de se tourner vers un placement plus attractif. Pour conserver son attractivité sur le marché, le calcul du taux de revalorisation des PM est réalisé en fonction de ce taux. Réellement, ce taux de référence n'existe pas et dépend de l'information dont dispose les assurés. Au regard du nombre important d'acteurs présent sur le marché et de la multitude des produits proposés, cette information est assez vaste et complexe à modéliser. Nous retenons par conséquent une hypothèse forte et simpliste et représentons la concurrence par un taux unique.

Le taux concurrent peut être modélisé de différentes manières. Une des approches possibles est celle préconisée par l'ACPR, où la concurrence est représentée par une référence purement obligataire. Dans ce cas-là, le taux concurrent est approché par le taux moyen des emprunts d'Etat. Il est également possible de modéliser le taux concurrent grâce à un taux composite, qui reflète les différents profils présents sur le marché.

Dans notre étude, la concurrence ne sera représentée que par un nouvel assureur entrant sur le marché. Il est supposé que le taux de rendement de l'actif de la concurrence, égalise le rendement obligataire d'une Obligations Assimilables du Trésor (OAT) de maturité 10 ans à la date considérée. Le portefeuille d'actifs des assureurs présents sur le marché depuis plusieurs années est constitué d'obligations dont le taux de coupon reflète un environnement de marché historique. Dans un contexte de remontée brutale des taux, le nouvel acteur tirera pleinement profit de cet environnement économique. Son portefeuille d'actifs sera par conséquent plus performant. Il pourra donc proposer des revalorisations contractuelles nettement supérieures à celles des assureurs établis faisant face à l'inertie obligataire de leur portefeuille.

Pour refléter au mieux la réalité, le modèle fixe pour le management un objectif en termes de revalorisation. Cet objectif de revalorisation ne peut pas être fixe et doit dépendre du scénario économique dans lequel se trouve la compagnie. De ce fait, le taux de l'OAT 10 ans est recalculé en fonction des simulations de taux courts obtenues grâce au GSE et utilisées en entrée du modèle ALM.

Pour éviter les rachats conjoncturels, l'assureur a tout intérêt à servir un taux répondant aux attentes de ses assurés. Nous supposons qu'un assuré est satisfait dès lors que son taux de revalorisation n'est pas inférieur au taux concurrent. La compagnie d'assurance ajuste alors son niveau de revalorisation en fonction du taux de la concurrence. Dans le modèle l'assureur a pour objectif d'atteindre un taux fixe : "taux cible" recalculé à chaque année de projection en fonction du taux de rendement observé pour le nouvel entrant. Le taux cible est alors déterminé de la façon suivante

$$Taux_{cible}(t) = \max(85\% \text{ taux}_{servi}(t-1), \text{taux}_{servi}(t-1)) \quad (2.5)$$

$$+ \frac{1}{3} \max(0, \text{taux}_{servinouvelentrant}(t) - \text{taux}_{servi}(t-1)) \quad (2.6)$$

$$+ \frac{1}{2} \min(0, \text{taux}_{servinouvelentrant}(t) - \text{taux}_{servi}(t-1)). \quad (2.7)$$

Taux de rachat total

Le taux de rachat total noté RT est déterminé en fonction de la somme du taux de rachat conjoncturel (RC) et du taux de rachat structurel (RS)

$$RT = \min(1, \max(0, RS + RC)),$$

en additionnant les deux taux de rachats deux hypothèses sont retenues :

1. Lorsque le taux servi par l'assureur est inférieur au taux attendu par les épargnants, les rachats seront plus élevés que ce qui est reflété par le taux de rachats structurels ;
2. Inversement, dans le cas où le taux servi par l'assureur est supérieur aux attentes des assurés, la compagnie aura à traiter un nombre de rachat plus faible que celui initialement prévu.

Comme dans le cas des décès nous déterminons pour chaque model point la part de PM qui a été rachetée par les assurés.

$$Prestation_{rachat}(t) = \sum_{i=1}^{45} tx_{rachat}(i)PM_i(t-1).$$

Le nombre de contrats restants dans notre portefeuille est alors déduits grâce aux rachats et décès observés.

Primes futures

Dans le cadre de l'évaluation du BE sous S2, nous considérons que la compagnie d'assurance est en situation de "run-off", c'est-à-dire qui ne souscrit plus de contrats, dans ce cas-là seuls les contrats existant au moment du calculs dit contrats en stock sont pris en compte. Pour réaliser notre étude, nous nous plaçons au 31/12/2021 et nous devons vieillir notre compagnie jusqu'à l'entrée en vigueur des nouveaux amendements c'est-à-dire jusqu'au 31/12/2025. Pour vieillir la compagnie, nous prendrons en compte dans notre modèle d'une part des contrats en stock et nous introduirons d'autre part de nouvelles polices durant la projection c'est le *New Business* (NB). Les primes futures des polices en stock et des nouvelles polices souscrites devront dans ce cadre être prises en compte. Les primes nouvelles émises en année t pour chaque model point i s'expriment de la manière suivante

$$Primes(t, i) = \begin{cases} Primes(1, i) \text{ si ancienneté} = 1 \\ Primes(t-1, i) (1 - tx_{chuteprimes}) \frac{Nb_{contrats}(t, i)}{Nb_{contrats}(t-1, i)} \text{ sinon,} \end{cases} \quad (2.8)$$

où :

- $Primes(1, i)$ Correspond aux primes versées par le $i^{\text{ème}}$ model point à son entrée dans le portefeuille de l'assureur ;
- $Nb_{contrats}(t, i)$ Correspond au nombre de contrats du model point i à l'instant t.

Pour les contrats d'épargne le versement de primes n'est pas obligatoire. Pour tenir compte de la décroissance du volume de primes, un taux de chute est considéré dans la modélisation. Il est appliqué aux primes versées au cours de chaque année de projection par les souscripteurs initiaux, c'est à dire détenteurs d'un contrat en stock. Au vu des événements de décès et de rachats survenus à l'année t-1, le montant de primes versées à l'année t pour chaque model point i décroît en raison de la baisse du nombre de contrats en portefeuille. Par ailleurs, des chargements d'acquisition sont prélevés par l'assureur sur les primes brutes. De ce fait, les primes réellement acquises correspondent aux primes nettes de chargements. Elles sont obtenues en retranchant aux primes brutes un taux de chargement d'acquisition

$$Primes_{nettesdechargements}(t, i) = Primes(t, i)(1 - tx_{chargement_{acq}}).$$

Une fois le montant des primes perçues et des prestations réglées par l'assureur à l'année t obtenus, la provision mathématique de début de période peut être calculée. Cette provision servira de base dans la stratégie de revalorisation de l'assureur pour le calcul du taux servi. Elle est calculée comme étant la provision mathématique nette de prestations augmentée des primes nettes

$$PM_{début}(t) = PM(t-1) - Prestation_{décès}(t) - Prestation_{rachat}(t) + Primes(t)(1 - tx_{chargementacq}).$$

La revalorisation des PM sera présentée en détail dans la partie suivante.

2.5 Modélisation de l'actif

2.5.1 Les hypothèses de modélisation

Pour assurer sa solvabilité, l'assureur doit veiller à disposer d'assez d'actifs pour pouvoir liquider ses passifs à tout moment. Le choix de la composition du portefeuille d'actif est crucial pour un assureur vie pour assurer l'équilibre actif-passif. Les éléments composants l'actif sont regroupés par model point :

- Un unique model point pour les actions ;
- Un unique model point pour l'immobilier ;
- Plusieurs Models points pour les obligations qui sont regroupées en fonction de leurs caractéristiques (maturité, taux de coupon, nominal...);
- Un unique model point pour le monétaire.

2.5.2 Modélisation des éléments de l'actif

Les obligations

Par soucis de simplification, le risque de spread n'est pas modélisé dans notre outil. Seules les obligations d'Etat de rating AAA sont considérées afin de neutraliser le risque de spread. Cette hypothèse n'est pas représentative des portefeuilles des acteurs de marché. La valeur de marché des obligations est déterminée en actualisant les flux futurs par le taux zéro-coupon. Les flux futurs à prendre en compte pour le calcul sont les détachements de coupons des obligations ainsi que le remboursement du nominal. La valeur de marché à la date t d'une obligation de nominal N , de maturité T et de taux de coupon tx_{coupon} est donnée par

$$VM(t) = \sum_{i=1}^{T-t} \frac{tx_{coupon}N}{(1 + R(t, t+i))^i} + \frac{N}{(1 + R(t, T))^{T-t}},$$

où $R(t, t+i)$ représente le taux zéro-coupon à la date t et de maturité $t+i$.

La valeur nette comptable des obligations est déterminée comme étant la valeur actualisée des flux futurs aux taux actuariel à l'achat a

$$VNC = \sum_{i=1}^T \frac{tx_{coupon}N}{(1+a)^i} + \frac{N}{(1+a)^T}.$$

Nous supposons dans notre modèle, que l'ensemble des obligations présentes dans le portefeuille à la date de valorisation ont été achetées au pair. Par conséquent, leur valeur comptable est égale à la valeur de leur nominale.

Les actions

Les actions détenues par l'assureur, évoluent selon les conditions de marché modélisées, c'est-à-dire en fonction du scénario dans lequel il se trouve. Elles varient donc en fonction des taux de rendements simulés à l'aide du GSE et utilisés en entrée du modèle ALM. L'immobilier La même logique est appliquée pour l'évolution des actifs de type immobilier détenus par l'assureur. Elles varient selon les taux de rendements simulés obtenus en sortie du GSE.

Le monétaire

Nous supposons que le rendement du monétaire est indexé sur le taux sans risque (taux zéro coupon à un an projeté).

2.6 Les actions du management

Dans cette partie, nous aborderons en détail les actions menées par le management et modélisées dans notre outil. Les management actions correspondent à l'ensemble des actions menées par l'assureur tout au long de la projection pour atteindre ses objectifs. Elles définissent sa stratégie et dépendent de la situation économique dans laquelle ce dernier évolue. L'assureur doit en permanence être en mesure de répondre à ses engagements ainsi qu'aux garanties contractuelles de tous les Model Point de passif. Il s'agit de plus pour la compagnie de maintenir son avantage concurrentiel sur le marché afin d'éviter les rachats conjoncturels. Première phase des actions du management : Réallocation du portefeuille d'actif

Modélisation des produits financiers

Les produits financiers courants sont définis à la fin de chaque année de projection

$$PF = Coupons_{obligations} + Intérêts_{monétaire} + PVL_{actions} - Frais_{placement}.$$

Le terme $Coupons_{obligations}$ représente les coupons perçus par la compagnie ainsi que le nominal des obligations arrivées à échéance. Le terme $Intérêts_{monétaire}$ correspond aux intérêts sur le monétaire, nous supposons ici que le rendement monétaire est égal au taux ZC à un an projeté. Finalement, le terme $PVL_{actions}$ représente plus-values réalisées sur les actions. En effet, une politique d'extériorisation des plus-values latentes est définie dans le modèle. C'est-à-dire que dès lors que la situation le permet la compagnie d'assurance est obligée de réaliser un certain pourcentage minimum, fixé en input de l'outil, des plus-values latentes sur actions. Pour revaloriser les provisions mathématiques, l'assureur a la possibilité d'augmenter dans un second temps ce taux de réalisation pour atteindre le niveau de produits financiers nécessaires à cette revalorisation.

Par ailleurs, l'outil ne distingue pas les actifs en représentation des capitaux propres, à destination de l'assureur, et ceux en représentation de la provision mathématique à destination des assurés. Il est pourtant nécessaire de distinguer ces deux assiettes pour déterminer le montant de PB réglementaire à reverser aux assurés. Ce montant est obtenu à partir du résultat financier en représentation de la PM. Les produits financiers sont alors répartis dans notre modèle au prorata de la part des actionnaires et des assurés dans le passif. Nous considérons que la provision mathématique (PM) ainsi que la provision pour participation aux excédents (PPE) appartiennent aux assurés. Tandis que les fonds propres et la réserve de capitalisation (RKPI) appartiennent à l'assureur. Nous obtenons finalement

$$Part_{assurés}(t) = \frac{PM(t-1) + PPE(t-1)}{Passif(t-1)},$$

$$Part_{assureur}(t) = \frac{FP(t-1) + RKPI(t-1)}{Passif(t-1)} = 1 - Part_{assurés}(t).$$

Il est donc à présent possible de répartir les produits financiers de la manière suivante

$$PF_{assurés} = PF(t)Part_{assurés}(t), \quad (2.9)$$

$$PF_{assureur} = PF(t)Part_{assureur}(t). \quad (2.10)$$

Réallocation du portefeuille d'actif

La première action du management consiste à réallouer le portefeuille d'actif. La structure de l'actif est forcément modifiée à la suite des revalorisations des provisions mathématiques ainsi qu'aux versements des prestations et à l'acquisition des primes en début d'année. Les valeurs comptables et de marché des actions sont modifiées. Tout d'abord en ce qui concerne les obligations, leur valeur de marché est recalculée après détachement des coupons et remboursement du nominal pour celles arrivées à maturité. Les valeurs de marchés des actions sont de plus impactées par la réalisation probable de plus-values latentes lors de la phase de revalorisation des provisions mathématiques. Par ailleurs, la trésorerie de l'assureur représentée par l'actif monétaire, est affectée par l'ensemble des entrées/sorties de cash qui ont eu lieu en fin d'année dernière et en début d'année dues :

- Aux ventes d'actions ;
- Aux paiements des prestations décès et de rachats ;
- Aux paiements des frais d'administration.

A cette étape de la modélisation la trésorerie de la compagnie peut être négative, dans le cas où plus de cash-flow sortant qu'entrant sont observés comme positive dans le cas où plus de cash-flow entrant que sortant sont observés. De ce fait, l'ensemble du portefeuille d'actif est affecté et la proportion allouée à chaque catégorie d'actif se voit modifiée.

L'approche modélisée pour la réallocation du portefeuille d'actifs repose sur des hypothèses simplificatrices assez fortes. Nous faisons dans un premier temps, l'hypothèse que l'assureur garde la même allocation de portefeuille tout au long de la projection. Autrement dit, dans notre modélisation nous considérons que le management cherche à retrouver son allocation d'actif initiale dite allocation cible. A partir de ces taux cibles le management détermine les achats/ventes qui doivent être réalisés entre les actifs afin d'obtenir l'allocation de départ. Par conséquent, à la fin de chaque année de projection (avant revalorisation des PM et versement des prestations), la répartition du portefeuille en valeur de marché est identique à celle de départ défini en input du modèle.

Il est dans un second temps supposé que les marchés financiers dans lesquels se trouvent les actifs de l'assureur sont parfaitement liquides. Nous faisons de plus l'hypothèse que les actifs sont infiniment divisibles et qu'il n'y a pas de coût de transaction. C'est-à-dire, que notre assureur a la possibilité de vendre ou d'acheter des actifs à tout moment et dans les quantités souhaitées. L'achat ou la vente d'obligations nécessite un traitement particulier que nous détaillons dans ce qui suit.

Cessions d'obligations

Afin de retrouver l'allocation cible le management peut être contraint à céder des obligations. Les cessions sont effectuées dans notre outil de sorte que les obligations dont la date de maturité est la plus proche sont vendues prioritairement. Le management en cède autant que nécessaire pour atteindre son objectif cible. Comme précisé précédemment, les obligations achetées avant la date d'évaluation cotaient le pair, de ce fait le nominal récupéré lors de la cession est égal à la valeur comptable de la vente.

Achats d'obligations

Nous considérons maintenant le cas où le management est amené à effectuer des opérations d'achats d'obligations en fin d'année afin de satisfaire l'allocation cible. Il est supposé que la compagnie d'assurance n'achète que des obligations d'Etat de rating AAA et de maturité 10 ans cotant le pair. Pour s'assurer du dernier point, notre modèle calcul un taux de coupon aux obligations acquises de manière qu'à l'achat la valeur comptable soit égale à la valeur de marché.

La compagnie d'assurance réalise des profits ou des pertes à la suite des ventes ou d'achats d'obligations ainsi qu'à la suite des transferts associés aux opérations de réallocations d'actions et d'immobilier. Les profits ou pertes sont traitées par l'outil de la manière suivante :

- Les plus ou moins-values réalisées sur les cessions d'obligations sont directement affectées à la réserve de capitalisation.
- Les plus ou moins-values réalisées sur les cessions d'actions ou d'immobilier s'ajoutent aux produits financiers courants et sont réparties entre l'assureur et l'assuré selon la règle définie précédemment.

2.6.1 Deuxième phase de l'action de management : taux de revalorisation

La deuxième phase de l'action du management correspond à la revalorisation des provisions mathématiques. La revalorisation varie à chaque année de projection afin de tenir compte de l'environnement économique dans lequel évolue l'assureur. Elle permet de déterminer la capacité de l'assureur à servir aux assurés le taux ciblé par le management. C'est une étape cruciale. En effet, si le taux de revalorisation est plus élevé que celui servi par un placement dans un produit concurrent, alors l'assuré ne sera pas tenté de retirer son épargne et aura tout intérêt à prolonger son contrat jusqu'à son échéance. L'objectif de revalorisation dépend alors du taux servi par la concurrence. De plus, l'assureur doit honorer ses engagements contractuels : taux minimum garanti (TMG) ou encore PB contractuelle.

Comme présenté précédemment, dans notre modèle l'assureur cherche à ajuster son taux de revalorisation par rapport au taux servi par un nouvel entrant sur le marché. Par conséquent, il cherche à atteindre le taux cible. Le management va alors effectuer diverses actions afin d'atteindre le taux de revalorisation cible souhaité. Il sera de ce fait amené à :

- Réaliser des plus-values sur actions ;
- Effectuer des reprises de PPE ;
- Utiliser les produits financiers courant : la part des assurés non utilisée sans dépasser 85% de la part initiale des produits financiers courant des assurés.

L'objectif souhaité par le management d'atteindre le taux cible dépend principalement des ressources financières de la compagnie, autrement dit de ces produits financiers ou encore de son niveau de PPE. Par ailleurs, le management peut être amené à revaloriser à un taux supérieur au taux concurrent, notamment dans le cas où le TMG d'un assuré est supérieur au taux concurrent.

La revalorisation contractuelle

La revalorisation dite contractuelle (notée RContrat dans ce qui suit) découle des engagements contractuels de l'assureur envers l'assuré. Elle résulte des caractéristiques contractuelles de chaque contrat et correspond à la revalorisation minimum à servir aux assurés. Elle est calculée pour chaque point i et dépend des variables suivantes :

- Le TMG ;
- Le niveau de participation aux bénéfices contractuelle.

Nous obtenons alors la revalorisation contractuelle grâce à ces deux variables

$$RContrat_i = \max(PM_i TMG_i, PB_{contractuelle_i} PF_{assurés} \frac{PM_i}{PM}),$$

avec :

- TMG_i Correspond au taux minimum garanti associé au model point i ;
- $PF_{assurés}$ Correspondent à la part des produits financiers générés par la PM globale destinée aux assurés 2.9 ;
- $\frac{PM_i}{PM}$ Correspond à la part de la provision mathématique du model point i dans la provision mathématique globale

Enfin, nous définissons le taux de revalorisation, garanti par l'assureur pour chaque contrat du model point i , comme étant le rapport entre sa revalorisation contractuelle et la provision mathématique du model point auquel il appartient

$$TContrat_i = \frac{RContrat_i}{PM_i}.$$

Passage de la revalorisation contractuelle à la revalorisation cible

Nous avons présenté dans les parties précédentes l'objectif du management ainsi que le taux de revalorisation garantie et contractuelle. Nous pouvons à présent définir la revalorisation cible par model point i notée RC_i , c'est-à-dire le niveau de revalorisation souhaité par le management. Dans un premier temps, l'assureur se doit d'honorer ses engagements contractuels. Dans un second temps, il se doit de tenir compte du taux pratiqué par la concurrence pour limiter les rachats conjoncturels. De ce fait, la revalorisation cible est obtenue pour chaque model point i de la manière suivante

$$RC_i = PM_i \max(Taux_{cible}, TContrat_i),$$

où $TContrat_i$ correspond au taux de revalorisation contractuelle pour le model point i et $Taux_{cible}$ au taux cible fonction du taux concurrent. A la fin de cette étape, le management connaît le niveau de revalorisation qu'il souhaite servir à ses assurés (RC_i). La revalorisation globale est déduite en sommant les revalorisations cibles de l'ensemble des model point

$$RC = \sum_{i=1}^{45} RC_i.$$

La prochaine phase consiste à trouver les ressources financières permettant d'atteindre ou d'approcher le mieux possible le montant de revalorisation.

Algorithme de politique de taux servi

L'algorithme de politique de taux servi regroupe l'ensemble des actions menées par le management pour atteindre le montant de revalorisation cible. L'algorithme est composé de deux étapes :

1. Atteindre le montant de revalorisation contractuelle.

2. Aboutir au montant de revalorisation cible .

La première étape consiste à s'assurer que les produits financiers issus des actifs en représentation des engagements de l'assureur envers ses assurés ($PF_{assurés}$) suffisent à servir la revalorisation contractuelle. Dans le cas où ils sont suffisants, le nouvel objectif de l'assureur sera alors d'atteindre la revalorisation cible. Inversement, s'ils ne sont pas suffisants l'assureur va effectuer une série d'actions afin d'approcher au mieux ce montant :

1. Effectuer des plus-values sur les actions dans limite du possible .
2. Abandonner les produits financiers générés par les actifs en représentation des fonds propres et de la réserve de capitalisation $PF_{assureur}$.
3. Réaliser des pertes sèches sur fonds propres pour servir la revalorisation garantie.

L'ensemble de ces mécanismes sont résumés dans le schéma 2.8. A noter qu'en réalisant des pertes sur fonds propres pour financer la revalorisation garantie, l'assureur pourra atteindre la revalorisation cible en utilisant la PPE.

La seconde étape, présentée dans le schéma 2.9, consiste à atteindre le montant de revalorisation cible. L'assureur ayant déjà la capacité de reverser la revalorisation contractuelle, grâce aux actions menées durant l'étape précédente, doit maintenant puiser dans ses ressources restantes pour atteindre son objectif cible. Pour répondre à l'exigence réglementaire de redistribution de la PPE sous 8 ans, à chaque année de projection, 15% de la PPE est redistribués aux assurés. Si la reprise de PPE est suffisante pour atteindre la revalorisation cible, le management aura rempli son objectif, l'assureur évitera les rachats conjoncturels et l'algorithme sera interrompu. Sinon, l'assureur sera contraint de s'appuyer sur les ressources dont il dispose pour atteindre son objectif cible :

1. Si lors de la première étape les produits financiers à destination des assurés n'ont pas été utilisés : utiliser les $PF_{assurés}$ restants dans la limite de 85% qui correspond au seuil de PB minimum.
2. Reprendre la PPE restante après la reprise automatique de 15% sans dépasser 85% de la PPE initiale (i.e. avant reprise automatique).
3. Utiliser les 15% de $PF_{assurés}$ restant.
4. Réaliser des plus-values supplémentaires sur action.

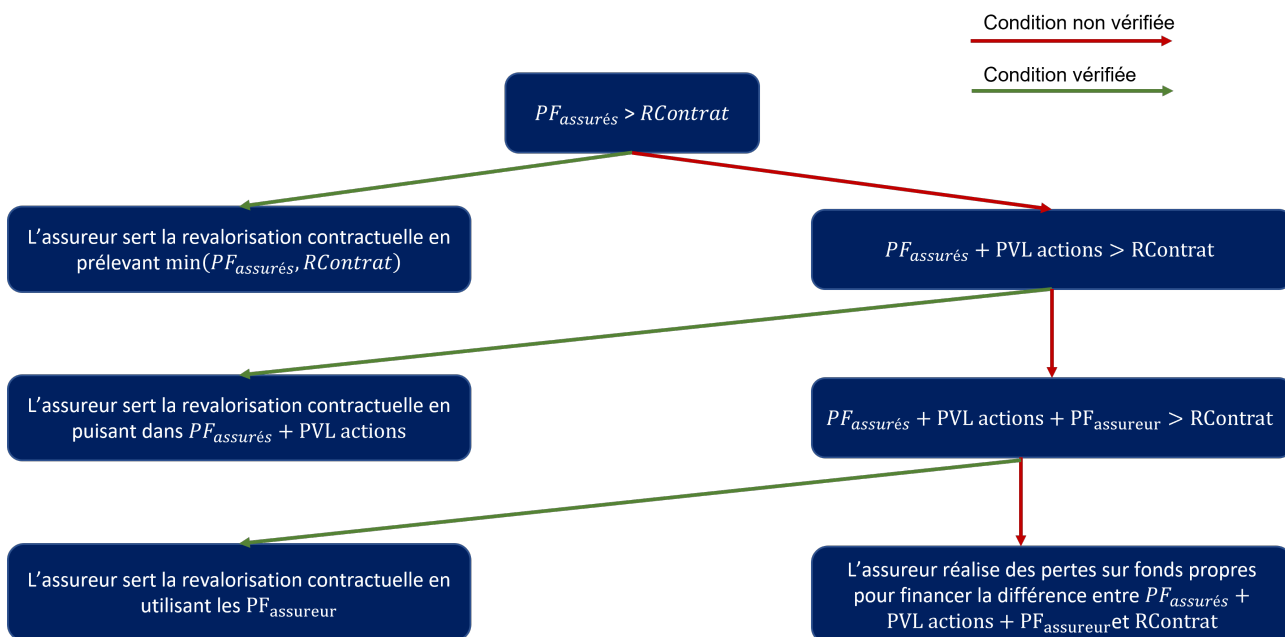


FIGURE 2.8 : Schéma de l'étape 1 de l'algorithme de politique de taux servi

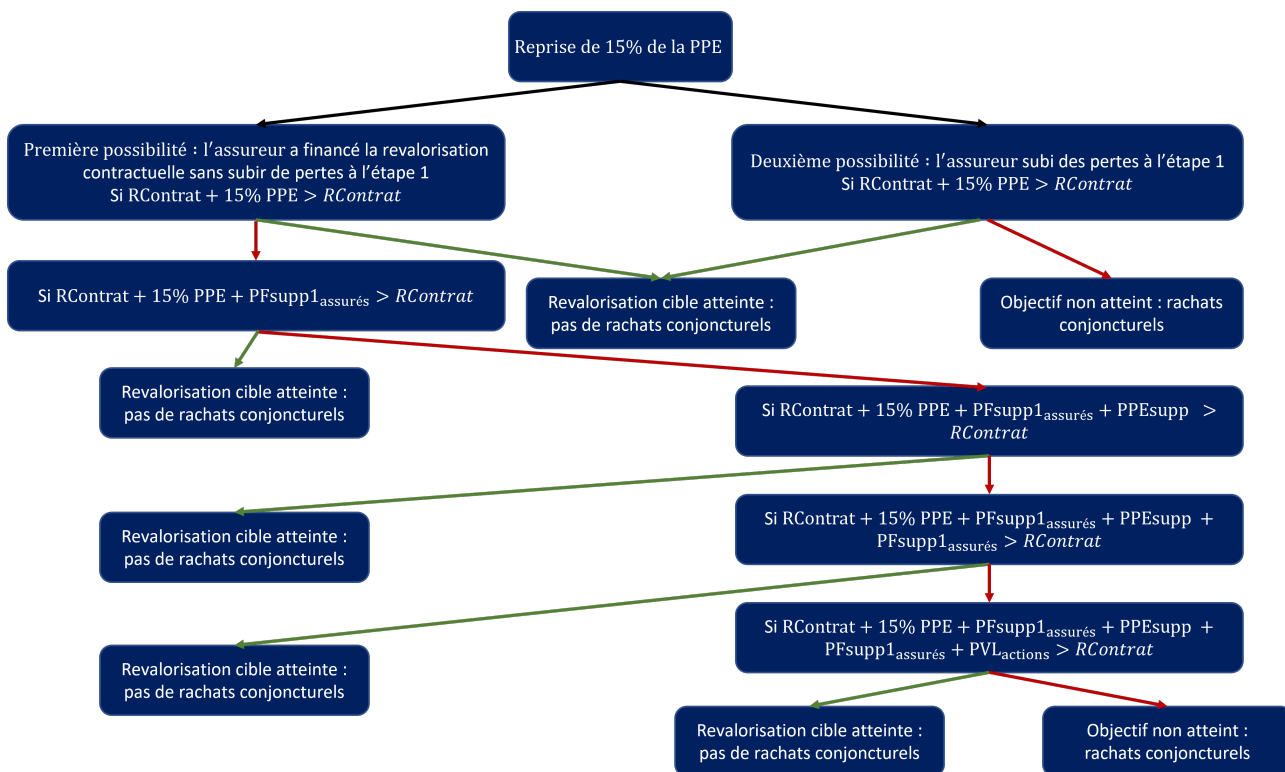


FIGURE 2.9 : Schéma de l'étape 2 de l'algorithme de politique de taux servi

Chapitre 3

Etude et analyses stratégiques de l'assureur au 31/12/2021

Nous avons choisi de réaliser notre étude sur une compagnie d'assurance-vie fictive, ne proposant que des produits d'épargne. Nous avons fait en sorte de construire une compagnie fictive représentative du marché actuel. Néanmoins, certaines hypothèses simplificatrices ont été retenues pour ne pas complexifier l'analyse et pour répondre au mieux aux hypothèses et à la structure de notre outil ALM. Dans ce chapitre, nous présenterons dans un premier temps la structure du bilan de l'assureur, de ses portefeuilles d'actifs et de passifs ainsi que sa situation centrale à la date d'arrêté du 31/12/2021. Dans un second temps, nous analyserons l'impact d'une mise en place immédiate des amendements de la revue de la Directive S2 sur la situation de la compagnie.

3.1 L'assureur fictif

Pour représenter au mieux la réalité, nous nous basons sur une étude de marché pour la construction du bilan et pour déterminer les Models Point de passifs et d'actifs de la compagnie. Cependant, nous effectuons certains ajustements pour adapter les *inputs* aux hypothèses de modélisation.

3.1.1 Bilan de l'assureur

Le passif initial est obtenu en considérant un profil moyen d'acteurs établis sur le marché. Nous fixons de cette manière les montants de :

- Fonds propres ;
- Provision mathématique ;
- Réserve de capitalisation ;
- PPE.

Nous commençons, tout d'abord par fixer le montant de la provision mathématique (PM) de l'assureur à hauteur de 700m€. Nous répartissons par la suite ce montant entre PM Euros et PM

UC, en fonction de ratios de marché. Plus précisément, l'encours de l'assureur est constitué de 35% d'UC et de 65% d'Euros. Ensuite, nous considérons que les fonds propres de la compagnie représentent 10% de la PM globale. Finalement, les ratios de $\frac{PPE}{PM}$ et de $\frac{RKPI}{PM}$ sont fixés en respectant l'ordre de grandeur de ce qui peut être observé sur le marché.

Le passif initial implémenté dans l'outil ALM en normes comptables est présenté dans le tableau 3.1.

Passif initial	
Fonds propres	70 000 000
Provision mathématiques (euros)	455 000 000
Provision mathématiques (UC)	245 000 000
PPE	18 200 000
Réserve de capitalisation	13 650 000

TABLE 3.1 : Passif initial de l'assureur en normes comptables françaises

3.1.2 Portefeuille d'actifs de l'assureur

Une fois le passif de l'assureur défini, nous fixons l'allocation initiale d'actif. Pour la déterminer, nous nous basons sur la structure des placements réalisés par les assureurs de fin juin 2020 à fin juin 2021, représentée dans la figure 3.1, fournie par l'AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (2021), ainsi que les allocations d'actif d'acteurs du marché.

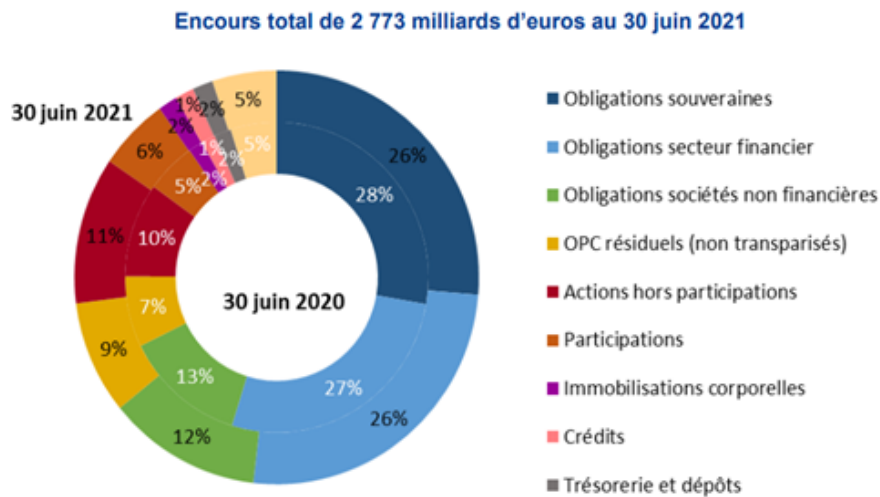


FIGURE 3.1 : Structure des placements des assureurs (après mise en transparence des OPC) fin juin 2020 et fin juin 2021

Il est supposé, dans le cadre de notre étude, que l'allocation initiale est égale à l'allocation cible. De plus, les OPCVM sont assimilés aux actions. Nous présentons l'allocation cible dans le schéma 3.2.

Les valeurs comptables des actifs de l'assureur sont directement obtenues à partir de cette allocation.

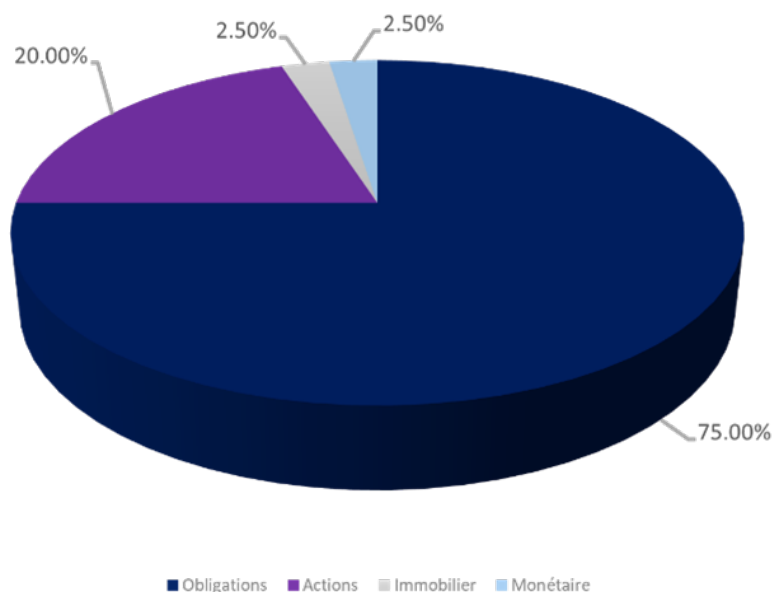


FIGURE 3.2 : Allocation d'actif initiale de l'assureur

Un stock initial de plus-values est également à déterminer. Il permet de calculer la valeur de marché de l'immobilier et des actions à partir de leur VNC. Nous nous basons sur les plus-values constatées pour chaque classe d'actifs chez les acteurs de marché. Nous faisons l'hypothèse d'un stock initial de plus-value de 35% pour les actions et de 40% pour l'immobilier.

L'actif, en face de l'euro, implémenté dans l'outil ALM en valeur nette comptable est présenté dans le tableau 3.2.

Actif initial en Valeur Nette Comptable (VNC)	
Obligations	417 637 500
Actions	111 370 000
Immobilier	13 921 250
Monétaire	13 921 250

TABLE 3.2 : Actif initial en face de l'euro en normes comptables françaises

3.1.3 Portefeuille de passif de l'assureur

Le portefeuille de passif de la compagnie est défini à l'aide d'observations de marché. Il est composé de *Model Point*, regroupant les contrats souscrits en fonction de leurs caractéristiques. En réponse à la baisse des taux d'intérêts, les assureurs-vie multiplient, depuis quelques années, les initiatives pour limiter les placements sur les fonds en euros et encourager les placements en UC. Leurs portefeuilles sont en grande partie constitués de contrats Multisupport. Les contrats 100% Euros se font de plus en plus rares. Pour cette raison, le portefeuille de passif de l'assureur fictif est majoritairement composé de contrats Multisupport souscrits après 2013. Nous considérons néanmoins, en proportion limitée, des contrats 100% Euros souscrits avant 2012.

De plus, pour refléter au mieux l'environnement de taux bas dans lequel évoluent dernièrement les assureurs et la baisse significative de leur rendement, nous décidons d'implémenter un TMG à 0% pour l'ensemble des contrats souscrits après 2013.

Plus précisément, le portefeuille de passif de notre assureur fictif est constitué de :

- 2 MP 100% Euro représentant moins de 10% de l'encours total de l'assureur ;
- 10 MP Multisupport avec une proportion d'UC croissante avec l'ancienneté.

Model Point 100% euros

Le taux minimum garanti correspond au taux d'intérêt minimum garanti par la compagnie d'assurance pour les contrats en euros. Il garantit à l'assuré un rendement minimal sur son investissement. Il est appliqué à la provision mathématique des Model Point 100% euros. Le niveau de TMG pour chaque *Model point* est déterminé en fonction de l'année de souscription grâce à l'historique fourni par SPAC ACTUAIRES (2022). Ainsi, pour chaque *Model point* nous attribuons le taux technique Vie maximum de son année de souscription. Les TMG sont par ailleurs supposés viagers. Pour plus de cohérence, nous considérons que ces MP sont ceux dont l'âge moyen est le plus élevé. Les TMG retenus sont présentés dans le tableau 3.3

Model Point multisupport

Par construction, notre modèle ALM suppose que les UC sont entièrement placés en actions. Par conséquent, les placements sur ce type de support évoluent en fonction des taux de rendement des actions générés par le GSE et utilisés en entrée de l'outil ALM. Le taux servi à l'année N-1, pour la part investie en fonds euros, est déterminé en cohérence avec les performances des fonds en euros d'acteurs établis sur le marché au cours de l'année 2021 et fournies par l'Argus des Assurances, VIÉ (2022-01-12). Ici, il est supposé égal à 1%.

Le montant total de primes reversées en 2021 est préalablement déterminé à l'aide de l'encours total de la compagnie. Il représente 4% de la PM globale en adéquation avec le marché. Ce montant est ensuite réparti entre les deux fonds de l'assureur. La répartition est faite de sorte à obtenir un pourcentage de versement sur chaque support cohérent avec les observations de marché représentée en figure 3.3 : proportion de versements proche de 60% pour les UC et de 40% pour l'euros.

Pour les MP multisupport, nous fixons une proportion d'UC "contractuelle", décroissante en fonction de l'ancienneté du contrat, allant 20% à 70% permettant ainsi de répartir les placements entre les deux fonds. Finalement le nombre de polices par *Model point* est déterminé à partir du montant de PM par MP. L'encours d'un contrat d'épargne est fixé à 32 000€. Le portefeuille de passif, implémenté dans le modèle ALM pour la compagnie d'assurance, est présenté par la figure 3.3.

Le taux de participation aux bénéfices retenu sur le fonds euro correspond au taux réglementaire. L'assureur reverse 85% de ses bénéfices financiers aux assurés. Les frais et chargements paramétrés dans le modèle ALM sont construits sur la base d'observations de marché et sont présentés en annexe A.1.

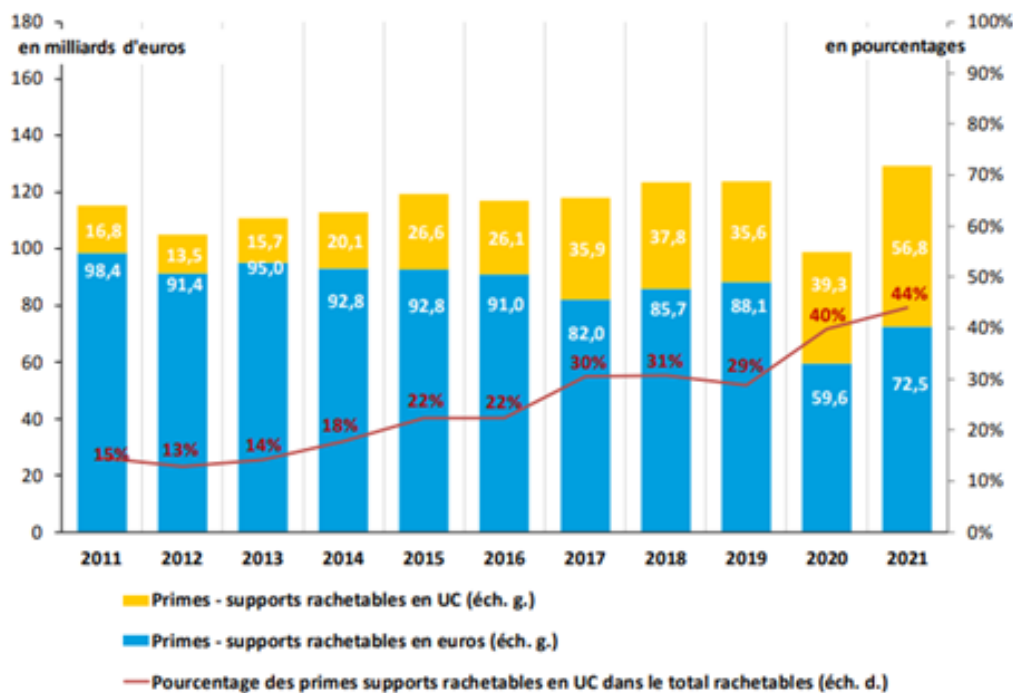


FIGURE 3.3 : Décomposition des primes rachetables par type de supports, AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (2022b)

3.1.4 Model Point d'actif

Comme précisé dans le chapitre précédent, il est supposé dans notre modèle que la compagnie d'assurance ne détient que des Obligations Assimilables du Trésor (OAT) de maturité 10 ans. De plus, nous faisons l'hypothèse que les obligations, détenues en portefeuille par la compagnie à la date d'évaluation, ont été achetées au pair. Autrement dit, leur valeur comptable est égale à la valeur de leur nominal.

Par ailleurs, nous considérons dans notre modèle des obligations en stock, c'est-à-dire détenues par l'assureur à la date initiale. Ainsi que des obligations futures, émises sur le marché et potentiellement achetées par l'assureur au cours de la projection. Le portefeuille obligataire modélisé est composé de 10 obligations en stock, et de 30 obligations futures. Les obligations futures implémentées permettent la modélisation des réinvestissements tout au long de l'horizon de projection.

Nous renseignons initialement, pour les obligations en stock leur date de maturité, leur rating, leur devise, leur taux de coupon ainsi que leur Valeur Nette Comptable (VNC). Il est considéré que la plus ancienne obligation initialement en portefeuille a été achetée en 2012 et arrive à terme en 2022. Concernant la VNC des obligations en stock, elle correspond à la VNC des obligations divisée par le nombre d'obligations détenues en portefeuille à la date d'arrêt. Le taux de coupons de ces obligations, est défini comme étant égal à la valeur de l'OAT 10 à la date d'achat. Les valeurs des taux de coupons sont fixées grâce à l'historique de la banque de France. Le tableau 3.4 représente les *Model Point* d'actifs obligataires en stock à la date d'arrêt et modélisés dans le cadre de notre étude.

Pour les obligations futures, seules leur date de maturité, leur rating et leur devise sont initialement renseignés. Les obligations modélisées ont toutes un rating AAA et ont l'euro pour devise. Dans le modèle, le nominal de chaque obligation en stock arrivée à terme est réinvesti sur une nouvelle obligation de maturité 10 ans. La valeur du taux de coupons de ces obligations est calculée par le

Type de contrat	Année	TMG	Nombre de police	PM Euro	Age	Primes reversées en N-1 (Euro)	Taux servi en N-1	PM UC	Primes reversées en N-1 (UC)
Mono Support	2008	2.50%	1 755	26 000 000	65	10 000	2.50%	0	0
Mono Support	2012	1.25%	2 194	40 000 000	55	40 000	1.25%	0	0
Multi Support	2014	0.00%	2 302	59 818 181	50	800 000	1.00%	13 611 111	200 000
Multi Support	2015	0.00%	2 281	52 340 909	48	1 050 000	1.00%	20 416 667	450 000
Multi Support	2017	0.00%	2 260	44 863 636	47	1 200 000	1.00%	27 222 222	800 000
Multi Support	2018	0.00%	2 260	44 863 636	45	1 500 000	1.00%	27 222 222	1 000 000
Multi Support	2019	0.00%	2 239	37 386 363	42	1 500 000	1.00%	34 027 778	1 500 000
Multi Support	2020	0.00%	2 239	37 386 363	40	1 750 000	1.00%	34 027 778	1 750 000
Multi Support	2021	0.00%	2 218	59 909 090	35	2 720 000	1.00%	40 833 333	4 080 000
Multi Support	2021	0.00%	2 197	52 431 818	33	2 295 000	1.00%	47 638 889	5 355 000

TABLE 3.3 : Portefeuille de passif de l'assureur

Année de terme	Rating	Devise	Taux de coupon	Nominal	VNC
2022	AAA	EUR	3.00%	41 763 750	41 763 750
2023	AAA	EUR	2.50%	41 763 750	41 763 750
2024	AAA	EUR	2.40%	41 763 750	41 763 750
2025	AAA	EUR	1.28%	41 763 750	41 763 750
2026	AAA	EUR	0.90%	41 763 750	41 763 750
2027	AAA	EUR	1.20%	41 763 750	41 763 750
2028	AAA	EUR	1.00%	41 763 750	41 763 750
2029	AAA	EUR	0.70%	41 763 750	41 763 750
2030	AAA	EUR	0.10%	41 763 750	41 763 750
2031	AAA	EUR	0.20%	41 763 750	41 763 750

TABLE 3.4 : Model point du portefeuille obligataire

modèle et est définie comme étant le taux ZC de maturité 10 ans de l'année d'entrée sur le marché de l'obligation risque neutralisé.

En ce qui concerne les autres catégories d'actifs modélisées, nous ne considérons qu'un MP d'action, d'immobilier et de monétaire. La valeur de marché de l'actif en face de l'euro est présentée dans le

tableau 3.5.

Actif initial en Valeur de marché	
Obligations	436 482 132
Actions	150 349 500
Immobilier	19 489 750
Monétaire	13 921 250

TABLE 3.5 : Valeur de marché de l'actif initial en face de l'euro de l'assureur

3.1.5 Test de cohérence

Une fois la construction de l'assureur fictif finalisée et l'ensemble des paramètres calibrés, des tests de cohérence sont à réaliser pour valider la robustesse de notre modèle. Ces tests de cohérences ont pour but de nous assurer qu'aucune richesse n'est créée, ou perdue artificiellement au cours de la projection. Le modèle ALM, vise à construire le bilan économique en valeur de marché de notre compagnie. A cette fin, nous utilisons des méthodes de Monte Carlo pour la valorisation des éléments de passif et un GSE pour la projection des éléments d'actif. Ici, pour la valorisation du bilan de notre compagnie nous générons des scénarios économiques en accord avec la date d'arrêté choisie. Nous utilisons, en *input*, la courbes des taux sans risques fournie par l'EIOPA au 31/12/2021. A partir de cette courbe de taux sans risque, nous générons les 1000 scénarios économiques sur 30 ans. Notre étude repose alors sur ces scénarios.

Cependant, des écarts de valorisation, liés au recours à ce type de méthodes, sont souvent constatés. Ces écarts peuvent engendrer un déséquilibre actif-passif. Nous parlons alors de fuites du modèle. Plusieurs phénomènes sous-jacents peuvent être à l'origine de ces fuites :

- Limites du modèle de projection : utilisation d'interpolation linéaire ou d'arrondis, erreurs d'implémentation. . .
- Problèmes de convergence des scénarios générés : non convergence des tests de martingalité, présence de taux explosifs.

Ces fuites sont le plus souvent liées à la convergence des scénarios Monte Carlo, et sont généralement expliquées par le choix du nombre de scénarios et par la qualité des scénarios aléatoires générés.

Pour valider le modèle, nous faisons appel à deux types de tests de fuite : le test de consommation des actifs ou test au taux de rendement de l'actif (TRA) et le test de martingalité ou test au taux sans risque (TSR).

Test de consommation des actifs ou TRA

Le TRA permet de tester la robustesse du modèle face aux limites de modèle pour les éléments du passif. Ce test consiste à reconstituer le passif en valeur de marché en actualisant, à chaque pas de projection t , l'ensemble des flux entrants et sortants au taux de rendement de l'actif. Le montant obtenu doit être égal à la valeur de marché initiale de l'actif. Les flux à considérer correspondent à ceux pris en compte dans le calcul du BE c'est-à-dire : les primes, les rachats, les décès, les frais et les autres flux impactant le résultat. Dans le cadre de ce test, il est important de distinguer pour

l'actualisation les flux de début d'année (Primes, Décès et rachats) et ceux de fin d'année obtenus après vieillissement des actifs.

$$TRA(t) = \frac{Produits\ financiers(t) + \Delta PMVL(t)}{ActifVM(t-1) + Primes(t) - Deces(t) - Rachats(t)},$$

où $\Delta PMVL(t)$ correspond à la variation de plus ou moins-values latentes au cours de l'année de projection t et $ActifVM(t-1)$ la valeur de marché de l'actif en fin d'année $t-1$. Le déflateur au TRA est défini de la manière suivante

$$DeflateurTRA(t) = \prod_{i=0}^t \frac{1}{1 + TRA(i)},$$

avec $TRA(0) = 0$.

Le test de fuite aux TRA s'obtient, pour chaque simulation n_{simu} et sur un horizon de projection de 30 ans

$$\begin{aligned} TestTRA_{n_{simu}} &= \frac{1}{ActifVM_0} [ActifVM_0 - (PassifVC_{n_{simu}}(30) \times DeflateurTRA_{n_{simu}}(30)) \\ &+ \sum_{t=1}^{30} FluxDebutAnnee_{n_{simu}}(t) \times DeflateurTRA_{n_{simu}}(t-1) \\ &+ \sum_{t=1}^{30} FluxFinAnnee_{n_{simu}}(t) \times DeflateurTRA_{n_{simu}}(t)]. \end{aligned}$$

Test de martingalité ou TSR

Le TSR permet de s'assurer du respect de l'hypothèse de risque neutralité en vérifiant la bonne modélisation des rendements des actifs financiers. En effet, en moyenne, le taux de rendement des actifs doit être égal au taux sans risque. La moyenne de la totalité des flux de passif actualisés au taux sans risque doit être égal à la valeur de marché initiale de l'actif. Pour l'actualisation nous utilisons le taux sans risque fourni par le taux zéro coupon du GSE. Ainsi, ce test permet de savoir si sur l'ensemble des simulations les actifs évoluent bien au taux sans risque.

$$DeflateurTRA(t) = \prod_{i=0}^t \frac{1}{1 + TRA(i)},$$

Le TSR est réalisé sur l'ensemble des simulations. Il est calculé pour chaque simulation n_{sim} sur un horizon de projection de 30 ans. Nous effectuons alors le test pour chaque simulation et nous analysons la moyenne de ces tests.

$$\begin{aligned} TestTSR_{n_{simu}} &= \frac{1}{ActifVM_0} [ActifVM_0 - (PassifVC_{n_{simu}}(30) \times DeflateurTSR_{n_{simu}}(30)) \\ &+ \sum_{t=1}^{30} FluxDebutAnnee_{n_{simu}}(t) \times DeflateurTSR_{n_{simu}}(t-1) \\ &+ \sum_{t=1}^{30} FluxFinAnnee_{n_{simu}}(t) \times DeflateurTSR_{n_{simu}}(t)]. \end{aligned}$$

Nous définissons $TestTSR$ comme étant la moyenne des tests sur l'ensemble des simulations Nb_{simu} .

$$TestTSR = \frac{1}{Nb_{simu}} \sum_{n_{simu}=1}^{Nb_{simu}} TestTSR(n_{simu})$$

L'hypothèse de martingalité est validée dès lors que $TestTSR$ est proche de zéro.

Ces deux tests ont été réalisés sur notre modèle, avec en entrée les paramètres spécifiques à la compagnie d'assurance fictive, et ont été validés 2.3.

3.2 Situation de l'assureur au 31/12/2021

Maintenant que nous avons calibré les différents paramètres de notre compagnie et que nous avons validé la robustesse de notre modèle, nous procédons à la valorisation du bilan économique de l'assureur au 31/12/2021. Pour ce faire, nous utilisons les 1000 scénarios aléatoires générés par le GSE à l'aide de la courbe des taux sans risque pertinent fournie par l'EIOPA au 31/12/2021 avec *Volatility Adjustment*. Dans ce cadre-là, nous obtenons dans un premier temps grâce à notre modèle la valeur du Best Estimate et des Fonds Propres de la compagnie à la date d'arrêt et en situation de *run-off*. Ces éléments nous permettent d'obtenir, dans un second temps, le SCR ainsi que le ratio de solvabilité de la compagnie.

Nous valorisons notre compagnie dans un environnement de taux particulièrement bas. En effet, au 31/12/2021 la courbe des taux d'intérêts sans risque, représentée en graphique 3.4, se caractérise par un niveau de taux très bas avec des taux négatifs sur les 5 premières années.

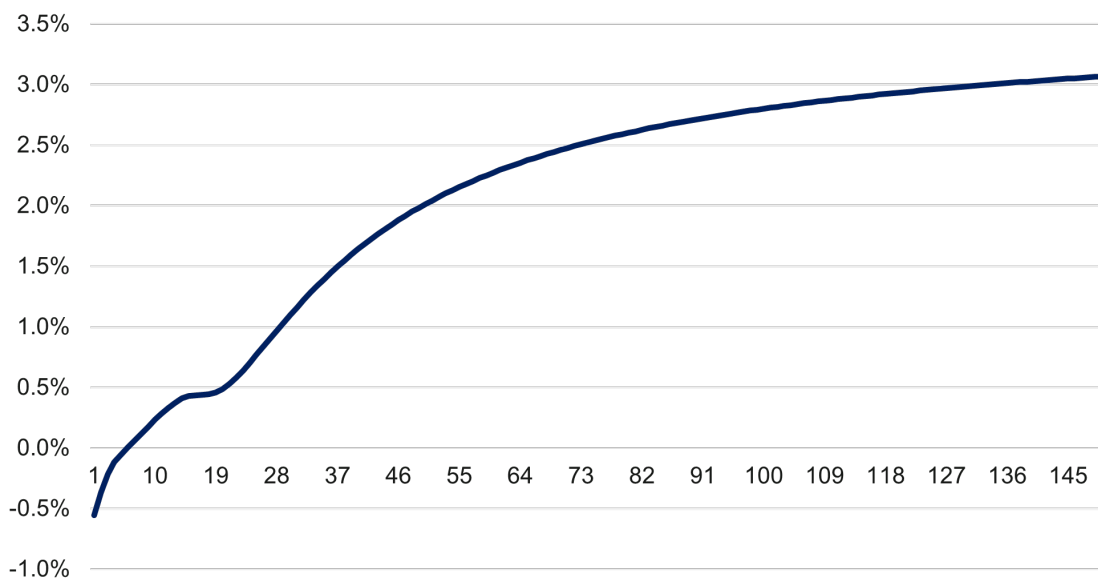


FIGURE 3.4 : Courbe des taux d'intérêts sans risque publiée par l'EIOPA au 31/12/2021

Les engagements futurs de long terme de notre assureur-vie sont valorisés et actualisés à l'aide de cette courbe. Cet environnement de taux bas induit une hausse significative du montant des provisions à détenir par la compagnie.

De plus, la majorité des actifs de notre compagnie sont placés sur les marchés obligataires. Cette stratégie d'investissement, caractéristique des assureurs-vie, lui assure des revenus fixes et certains,

sauf en cas de défaillance de l'émetteur. Cependant, nous constatons ces dernières années sur le marché une tendance baissière des rendements des obligations souveraines. Cette tendance a un impact direct sur le rendement du portefeuille obligataire de notre compagnie. Comme présenté précédemment dans le tableau 3.4, le niveau des taux de coupons des OAT 10 ans détenues par notre assureur est considérablement faible. Son portefeuille obligataire n'est constitué que d'obligations dont le taux de rendement à l'achat est inférieur ou égale à 3%. Sur les dernières années, l'assureur a été contraint d'investir dans des obligations dont la rémunération est quasi nulle de 0%, ce qui diminue sa performance.

L'ensemble de ces mécanismes ont une forte incidence sur l'évaluation du bilan de l'assureur et plus particulièrement celle du passif. L'impact est d'autant plus significatif étant donné l'exigence de valorisation du Best Estimate en situation de *run-off*, c'est-à-dire sans considération de primes futures.

Best Estimate Euro	578 232 326
PM Euro	455 000 000
Best Estimate UC	225 431 767
PM UC	245 000 000

TABLE 3.6 : BE de l'assureur au 31/12/2021

Nous obtenons les valeurs des BE sur les fonds Euros et UC de l'assureur, les résultats sont présentés dans le tableau 3.6. Le ratio $\frac{BE_{euro}}{PM_{euro}}$ de la compagnie est de 127%. Il est relativement élevé par rapport à ce que nous observons chez les acteurs établis sur le marché. Ce phénomène s'explique essentiellement par l'ensemble des mécanismes décrit précédemment.

3.2.1 SCR de la compagnie fictive

Le suivi de l'évolution du ratio de solvabilité de la compagnie d'assurance est incontournable dans le cadre de notre étude d'impact. Le modèle ALM ne nous permet pas de calculer le BSCR. Nous réalisons alors des implémentations supplémentaires pour être en mesure d'effectuer ce calcul dans le cadre de la formule standard. Grâce à ces implémentations, nous obtenons le SCR de la compagnie selon l'approche modulaire, présentée au premier chapitre 1.6. Nous aurons ainsi la capacité d'obtenir le ratio de solvabilité de la compagnie. Il sera alors possible d'évaluer l'impact de l'application des nouveaux amendements sur la solvabilité de l'assureur à partir de l'ensemble de ces éléments.

Nous définissons dans ce qui suit les risques par sous module, ainsi que les matrices de corrélations utilisées pour l'agrégation des différents SCR.

SCR Vie

Sous module Mortalité et de Longévité

Les risques de longévité et de mortalité correspondent au risque de perte, ou d'augmentation de la valeur des engagements d'assurance résultant respectivement d'une baisse ou d'une hausse du niveau des taux de mortalité. Le SCR mortalité est défini comme étant la perte de fonds propres liée à une hausse soudaine et permanente de 15% des taux de mortalité, utilisés pour le calcul des provisions techniques. Le SCR longévité est égal à la perte de fonds propres résultant de la baisse soudaine et permanente de 20% des taux de mortalité.

Sous module Rachat

Les contrats d'épargne contiennent en général des options de rachats. Ces options permettent au souscripteur de résilier de manière partielle ou totale son contrat d'assurance. Le risque de rachat correspond au risque de perte, ou de changement défavorable de la valeur des engagements de l'assureur liés à des changements dans les taux d'exercice des options de rachat des contrats. Trois exigences en capitaux sont calculées pour obtenir le SCR de rachat. Trois scénarios différents sont alors considérés :

- Hausse des rachats : Nous calculons pour ce scénario l'exigence en capital en cas de hausse soudaine et permanente des taux de rachat de 50% ;
- Baisse des rachats : Nous déterminons dans ce cas-là l'exigence en capital pour le risque d'une baisse soudaine et permanente des taux de rachats de 50% ;
- Rachats de masse : Nous calculons dans ce dernier scénario l'exigence en capital en cas de rachats de masse. Nous considérons la cessation de 40% des contrats.

Le SCR de rachat est alors déterminé comme étant égal au maximum de ces exigences en capitaux.

Sous module frais

Le risque de frais est défini comme étant le risque lié à une hausse des coûts de frais des contrats. Le SCR de frais correspond à la perte de fonds propres résultant de la combinaison de deux évolutions soudaines et permanentes :

- Une augmentation de 10% du montant des frais considérés pour le calcul des provisions techniques de l'assureur ;
- Une augmentation d'un point de pourcentage du taux d'inflation des frais.

Enfin, dès lors que nous avons calculé l'exigence en capital pour l'ensembles de ces sous-modules, nous pouvons déterminer le montant du SCR vie. Le SCR vie est alors obtenu en agrégeant l'exigence en capital pour chaque risque. Comme stipulé au paragraphe 2a) de l'article 136 du RD (UE), l'exigence en capital pour le risque de souscription en vie s'obtient grâce à la formule

$$SCR_{life} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} SCR_i SCR_j},$$

l'ensemble des combinaisons (i,j) possibles sont alors considérées. Les termes SCR_i et SCR_j représentent les exigences de capital pour les sous modules i et j , respectivement. Le terme $Corr_{i,j}$ représente le coefficient de corrélation relatif au risque de souscription en vie pour les sous-modules i et j . Leur valeur figure à la $i^{\text{ème}}$ ligne de la $j^{\text{ème}}$ colonne de la matrice de corrélation 3.7.

Vie	Mortalité	Longévité	Frais	Rachat
Mortalité	100%	-25%	25%	0%
Longévité	-25%	100%	25%	25%
Frais	25%	25%	100%	50%
Rachat	0%	25%	50%	100%

TABLE 3.7 : Matrice de corrélation pour l'agrégation des sous modules du risque vie

SCR Marché**SCR Action**

Nous supposons que notre assureur ne détient que des actions cotées sur l'Espace Economique Européen ou l'OCDE, c'est-à-dire des actions de Type 1. Comme précisé précédemment 1.1, pour ce type d'actif nous appliquons un choc de 39% ajusté du SA. Au 31/12/2021, l'ajustement symétrique est donné par l'EIOPA et est égal à 6.88%. Nous appliquons ce choc à la valeur de marché initiale des actions ainsi qu'au montant des provisions mathématique pour le fonds en UC. Le SCR est alors obtenu comme la différence de *Net Asset Value* (NAV) avant et après choc.

SCR Taux

Le courbe des taux choquée au 31/12/2021 est fournie par l'EIOPA et est déterminée selon l'approche décrite au premier chapitre 1.3.3. Le SCR taux est alors calculé comme la différence de NAV avant et après choc.

SCR Immobilier

Le SCR immobilier est également défini comme la différence entre le montant de NAV avant et après choc. Pour ce sous module de risque un choc de 25% est appliqué à la valeur de marché initiale de l'immobilier.

Etant donné que le portefeuille de notre assuré n'est composé que d'obligations souveraines, nous ne considérons pas les SCR de contrepartie et de spread.

Le SCR de marché est alors obtenu en agrégeant l'ensemble des exigences en capitaux à l'aide de la matrice de corrélation présentée au premier chapitre 1.2.

Une fois l'exigence en capital calculée pour l'ensemble des modules de risques, nous les agrégeons selon la matrice de corrélation 3.8 permettant ainsi de déterminer le SCR de base ou BSCR.

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

les termes SCR_i et SCR_j représentent les exigences de capital pour les modules i et j , respectivement. Le terme $Corr_{i,j}$ représente le coefficient de corrélation, figurant sur la matrice 3.8, relatif à chaque module i et j .

SCR	Vie	Marché
Vie	100%	25%
Marché	25%	100%

TABLE 3.8 : Matrice de corrélation pour l'agrégation des modules de risques

Le SCR opérationnel, représentant l'exigence de capital pour le risque opérationnel, est estimé en cohérence avec ce qui est observé sur le marché. Le ratio $\frac{SCR_{op}}{BSCR}$ est fixé à 6%.

Finalement, le SCR est déterminé en ajoutant au BSCR l'ajustement lié à la capacité d'absorption des pertes des impôts différés ainsi que le SCR opérationnel. L'ajustement reflétant ce mécanisme d'absorption des pertes est fixé à 30% du BSCR, en adéquation avec le taux d'imposition en vigueur

$$SCR = BSCR(1 - 30\%) + SCR_{op}$$

A titre de base de comparaison pour la suite de notre étude d'impact, voici les chiffres de solvabilité de la compagnie fictive au 31/12/2021.

SCR	
SCR Vie	11 346 409
SCR Taux	11 558 747
SCR Action	44 947 798
SCR Marché	53 270 376
SCR Opérationnel	3 430 346
SCR	42 421 950

TABLE 3.9 : SCR de la compagnie au 31/12/2021

Le SCR de la compagnie est déterminé selon la formule standard. Au regard de son activité, l'assureur est fortement exposé au risque de marché. Le contexte de taux bas le rend sensible à la baisse des rachats. L'encours significatif sur le fonds euros et notamment la présence de contrats 100% euros avec TMG, ont un coût non négligeable en termes de BE et de Fonds Propres.

3.2.2 Marge pour risque

Les provisions techniques de la compagnie d'assurance sont par définition égales à la somme de son *Best Estimate* et de sa *Risk Margin*. Le modèle ALM ne tient pas compte du calcul de la *Risk Margin*. Par conséquent, nous effectuons des implémentations supplémentaires pour l'obtenir. Pour rappel, nous utilisons une approximation des SCR_t , pour chaque année future t jusqu'à extinction complète des engagements, intervenants dans le cadre du calcul de la RM. Nous nous basons sur le ratio "BE pour une année future donnée" sur "BE à la date d'évaluation".

Plus précisément, soit BE_0 et SCR_0 les valeurs du BE et du SCR, diminué du SCR de marché, à la date de valorisation nous déterminons les SCR futurs

$$SCR_t = \frac{BE_t}{BE_0} (BE_t) SCR_0.$$

Pour chaque année de projection t , nous déterminons le BE_t à l'aide des flux entrants et sortants pris en compte dans le calcul du BE. Etant donné que nous valorisons notre compagnie en situation de *run-off*, aucun flux entrant n'est considéré. A chaque pas de temps t , nous déterminons le BE_t en ne considérant que les flux sortants futurs, c'est-à-dire à partir de $t + 1$ et en capitalisant au taux r_t . Pour ce calcul, il est important de distinguer les flux intervenants en début d'année, à savoir les décès et les rachats, et ceux intervenants en fin d'année. Plus précisément

$$BE_t = Rachats(t + 1) + Décès(t + 1) \left[\sum_{i=t+2}^{30} \frac{Rachats(i) + Décès(i)}{(1 + r_i)^i} + \sum_{i=t+1}^{30} \frac{Frais(i) + Prelevements_{sociaux}(i) + Terminal_{surplus}(i)}{(1 + r_t)^i} \right] (1 + r_t)^t.$$

Enfin, la RM est obtenue en appliquant la formule énoncée au chapitre précédent 1.8. Les résultats sont présentés dans le tableau 3.10.

Risk Margin	6 601 769
--------------------	------------------

TABLE 3.10 : Risk Margin de la compagnie au 31/12/2021

Finalement, nous établissons le bilan économique de l'assureur au 31/12/2021 3.5. Ce bilan servira de point de départ pour notre étude d'impact.

Actif		Passif	
Obligations	436 482 133	Net Asset Value	54 976 771
Action	395 349 500	Risk Margin	6 601 769
Immobilier	19 489 750	Best Estimate	803 664 093
Monétaire	13 921 250		
Total	865 242 633	Total	865 242 633

FIGURE 3.5 : Bilan économique de l'assureur au 31/12/2021

Pour rappel, la *Net Asset Value* ou les fonds propres économiques correspond à la richesse réellement détenue par l'assureur et est obtenu par la différence entre l'actif et les provisions techniques. Le contexte de taux bas influence considérablement le niveau de richesse de l'assureur fictif.

3.2.3 Ratio de Solvabilité de la compagnie

Nous pouvons à présent déterminer le ratio de solvabilité de la compagnie.

$$\text{Ratio de solvabilité} = \frac{\text{Actif}_{VM} - (BE + RM)}{SCR} = \frac{NAV}{SCR}.$$

Par ailleurs, pour le calcul du ratio de solvabilité nous prenons en compte la NAV de l'assureur augmentée de la PPE éligible à la couverture du SCR. Dans ce cadre-là, nous supposons que

$$\text{Fonds propres éligibles à la couverture du SCR} = 110$$

Au 31/12/2021, le ratio de solvabilité de la compagnie, avec PPE éligible, s'élève à **142.6%**.

3.3 Application immédiate des nouveaux amendements

Nous allons à présent, étudier l'impact d'une application immédiate des nouveaux amendements de la Directive S2 sur la situation de l'assureur au 31/12/2021. Cette étude nous permettra de définir une stratégie prospective optimale pour la compagnie. Pour capter l'impact de chaque amendement, nous choisissons d'appliquer les amendements de façon progressive. Plus précisément, voici la démarche retenue :

1. Entrée en vigueur de la nouvelle méthode d'extrapolation de la courbe ;
2. Entrée en vigueur de la nouvelle méthode d'extrapolation de la courbe et changement de méthode de calcul de la correction pour volatilité ;
3. Entrée en vigueur de la nouvelle méthode d'extrapolation de la courbe, changement de méthode de calcul de la correction pour volatilité, modification de la méthodologie de calcul du SCR Taux ;
4. Entrée en vigueur de la nouvelle méthode d'extrapolation de la courbe, changement de méthode de calcul de la correction pour volatilité, changement de la méthodologie du SCR Taux calcul et de la marge pour risque.

3.3.1 Extrapolation de la courbe des taux

Nous appliquons, dans un premier temps, le changement de méthodologie pour l'extrapolation de la courbe des taux sans risque, utilisée dans le cadre de la valorisation S2 de l'assureur.

Nous construisons une nouvelle courbe des taux sans risque à l'aide de la méthode alternative présentée dans le premier chapitre 1.3.3. Comme prévu dans le cadre de l'entrée en vigueur des nouveaux amendements, une mesure transitoire est appliquée à la valeur du paramètre de convergence a 1.3.3. La mesure transitoire est définie de telle sorte à obtenir pour $a = 20\%$, une courbe déterminée à l'aide de la nouvelle méthode d'extrapolation quasi identique à celle construite à partir de l'ancienne méthode.

Ici, le taux sans risque au niveau du premier point de lissage (FSP) est de 0.45%. La valeur du paramètre de convergence a est alors déterminée à l'aide d'une interpolation linéaire. A cette fin, nous considérons que ce paramètre vaut 20% quand le taux au niveau du FSP est à -0.5% et 10% quand ce taux sans risque est égal à 0.5%. Le paramètre a est alors fixé à 10.48%.

Le niveau de VA appliqué reste identique à celui fixé par l'EIOPA au 31/12/2021 : 3 bps. L'application de la nouvelle méthode d'extrapolation induit une baisse du niveau des taux sans risque au-delà du FSP.

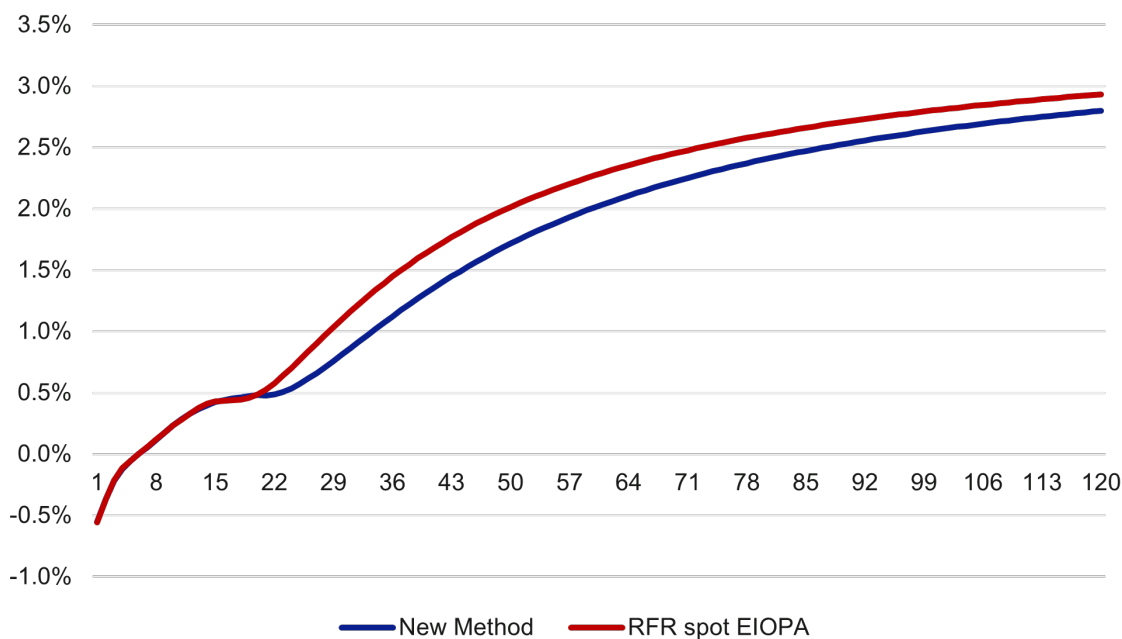


FIGURE 3.6 : Courbe des taux sans risque avec VA au 31/12/2021

Pour valoriser le bilan économique de la compagnie, nous générons 1000 nouveaux scénarios économiques à l'aide de cette courbe sans risque 3.6. Ces scénarios sont alors utilisés en entrée de notre modèle ALM. Le changement de courbe n'impact pas la valeur de marché initiale des obligations. En effet, l'assureur ne détient que des obligations dont la maturité est inférieure ou égale à 10 ans or la courbe reste inchangée avant le FSP.

Nous commençons par calculer le BE de l'assureur.

Comme observé dans le tableau 3.11, le changement de courbe engendre une hausse du BE euro

	Best Estimate avant revue 31/12/2021	Best Estimate nouvelle méthode d'extrapolation au 31/12/2021	Variations
Fonds Euro	578 232 326	588 969 159	10 736 833
Fonds UC	225 431 767	225 388 866	- 42 901

TABLE 3.11 : Variation du BE de l'assureur après mise en place de la nouvelle méthodologie d'extrapolation de la courbe des taux au 31/12/2021

de 10m€, soit une hausse de 18%. L'impact sur le comportement des assurés, plus particulièrement sur les rachats conjoncturels, n'est pas significatif. En effet, le taux cible de revalorisation, défini précédemment 2.7, des contrats est indexé sur le niveau de taux observé sur le marché, et donc sur la courbe des taux. Le changement de courbe induit une baisse du taux concurrent, et donc du taux cible et des revalorisations à reverser aux assurés.

L'augmentation du BE est essentiellement expliquée par l'effet d'actualisation. D'autant plus que dans notre cas, nous ne bénéficions pas de l'effet d'atténuation de la mesure transitoire au vu de la valeur du paramètre de convergence obtenue par interpolation linéaire.

L'augmentation du BE affecte négativement le niveau de fonds propres de la compagnie et engendre, par conséquent, une baisse de son ratio de solvabilité qui passe de **142.6%** à **110.70%**.

3.3.2 Extrapolation de la courbe des taux et changement de méthodologie de calcul du VA

En plus de l'application de la nouvelle méthode d'extrapolation, nous tenons compte maintenant de l'introduction d'une correction pour volatilité spécifique à l'assureur. Pour cela, nous devons calculer le ratio de sur-ajustement à partir de la formule définie plus haut 1.15. L'actif obligataire de l'assureur fictif n'est composé que d'obligations OAT de maturité 10 ans. Structurellement dans notre modèle ALM, la duration du portefeuille obligataire initial de la compagnie, est inférieure à 10 ans. Nous constatons par conséquent, un mismatch de duration entre l'actif et le passif. Ce mismatch a une incidence directe sur le calcul du ratio de sur-ajustement, qui capte la sensibilité au taux de l'actif et du passif. Le passif de l'assureur ayant une duration longue, sera plus sensible que l'actif à un changement de taux d'intérêt (avec et sans VA_{ref}).

Pour déterminer ce coefficient de sensibilité, nous choisissons de considérer :

- Pour l'actif obligataire : les flux moyens projetés du portefeuille obligataire de l'assureur (tombées de coupons, remboursements de nominal, réinvestissements, achats/ventes d'obligations) ;
- Pour le passif : les flux moyen projetés du BE.

Le coefficient est alors déterminé comme étant la sensibilité de l'actualisation de ces flux de passif et d'actif, à l'aide d'une courbe des taux sans VA_{ref} et avec VA_{ref} . Tout d'abord, nous calculons la valeur du VA_{ref} grâce à la formule 1.16 et aux données fournies par l'EIOPA

$$VA_{ref} = \frac{1}{GAR} \frac{VA}{w_{corp} + w_{gov}} = \frac{1}{65\%} \frac{0.03\%}{40\% + 31.3\%} = 0.065\%.$$

Nous déterminons par la suite la sensibilité de l'actif obligataire et du passif de l'assureur

$$Sensi_{actifobligataire} = \frac{\frac{\sum_{t=1}^{30} Flux_t^{actifobligataire}}{(1+r_t^{sansVA})^t} \sum_{t=1}^{30} Flux_t^{actifobligataire}}{\frac{\sum_{t=1}^{30} Flux_t^{actifobligataire}}{(1+r_t^{avecVA})^t}} ,$$

$$Sensi_{BE} = \frac{\frac{\sum_{t=1}^{30} Flux_t^{BE}}{(1+r_t^{sansVA})^t} \sum_{t=1}^{30} Flux_t^{BE}}{\frac{\sum_{t=1}^{30} Flux_t^{BE}}{(1+r_t^{sansVA})^t}} .$$

Finalement, nous obtenons le ratio de sur-ajustement en appliquant la formule 1.15

$$CSSR_{cu} = 77\% ,$$

d'où

$$VA_{nouvellemethode} = GAR_{CSSR_{cu}} 85\% = 0.0423\%$$

	Best Estimate avant revue 31/12/2021	Best Estimate nouvelle méthode d'extrapolation au 31/12/2021	Best Estimate nouvelle méthode d'extrapolation et nouvelle VA 31/12/2021	Variations
Fonds Euro	578 232 326	588 969 159	588 291 816	-677 343
Fonds UC	225 431 767	225 388 866	225 393 466	4 600

TABLE 3.12 : Variation du BE de l'assureur après mise en place de la nouvelle méthodologie d'extrapolation de la courbe des taux et d'une VA spécifique à l'assureur au 31/12/2021

Nous observons une légère hausse du BE, due à l'effet d'actualisation. Néanmoins, le changement de VA n'a pas d'effet conséquent sur la situation de l'assureur, étant donné qu'au 31/12/2021 le niveau de VA_{ref} est relativement faible. Notamment, sur sa solvabilité, nous constatons une hausse négligeable de son ratio de solvabilité (+1%).

3.3.3 SCR taux

Le recalibrage du risque de taux proposé par l'EIOPA permet de choquer les taux négatifs, prenant ainsi en compte l'environnement de taux bas. Cependant, le choc à la baisse, appliqué à la courbe des taux, ne peut pas dépasser -1,25%. Nous effectuons les implémentations nécessaires pour construire les courbes de taux choquées représentées dans le graphique 3.7 selon la nouvelle approche vue en section 1.3.3.

La nature de l'activité de l'assureur, l'expose particulièrement au scénario à la baisse des taux. L'approche actuelle de calibrage du risque de taux, dans la formule standard, ne prend pas en compte la possibilité de choc sur les taux négatifs. De ce fait, le calcul du SCR selon la *relative shift approach* conduit à une hausse significative de la charge en capital de l'assureur. Cet impact est davantage marqué par le contexte au 31/12/2021.

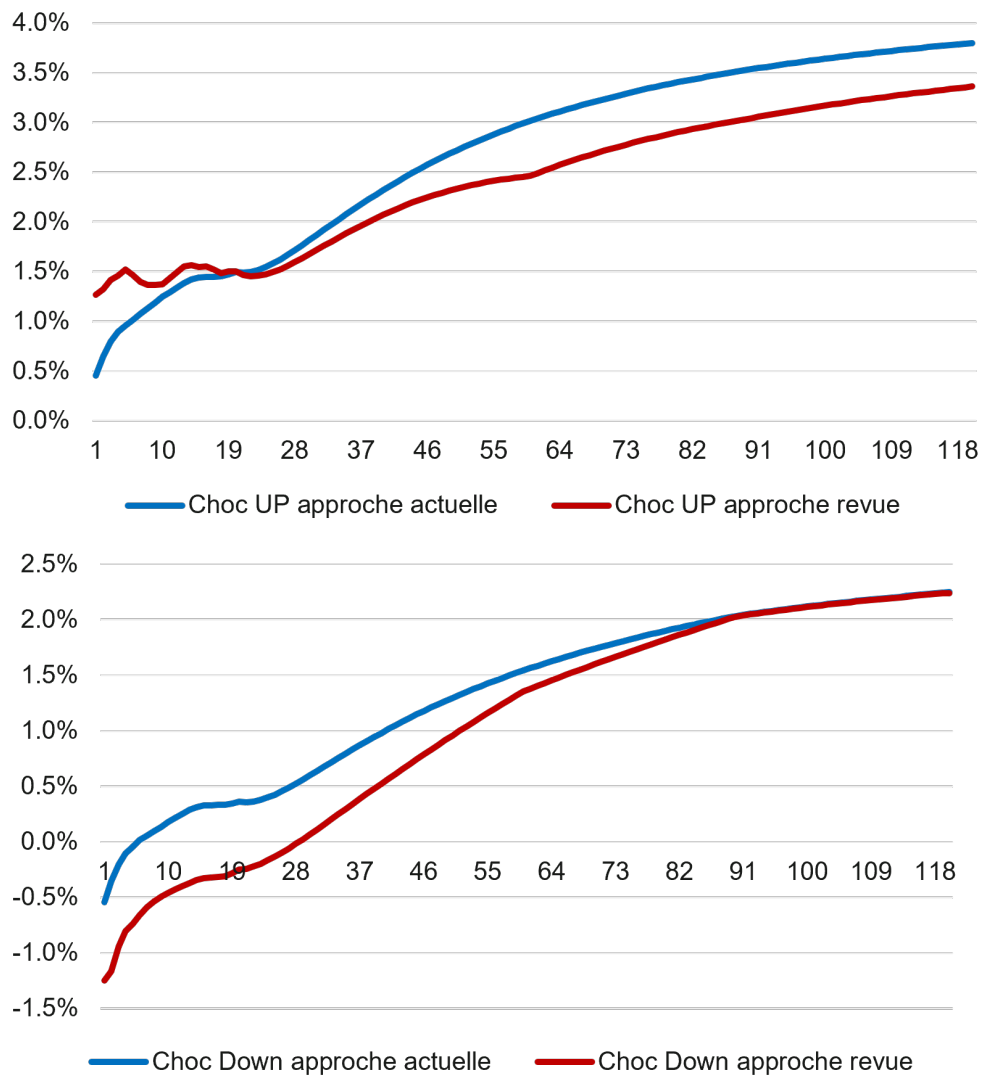


FIGURE 3.7 : Courbe des taux sans risques au 31/12/2021 choquée

Par ailleurs, une mesure transitoire est envisagée sur les 5 premières années suivant l'entrée en vigueur de la révision. Nous déterminons le SCR Taux avec et sans mesure transitoire. Les BE utilisés pour le calcul du SCR sont obtenus à l'aide de la courbe des taux sans risques construite après revue.

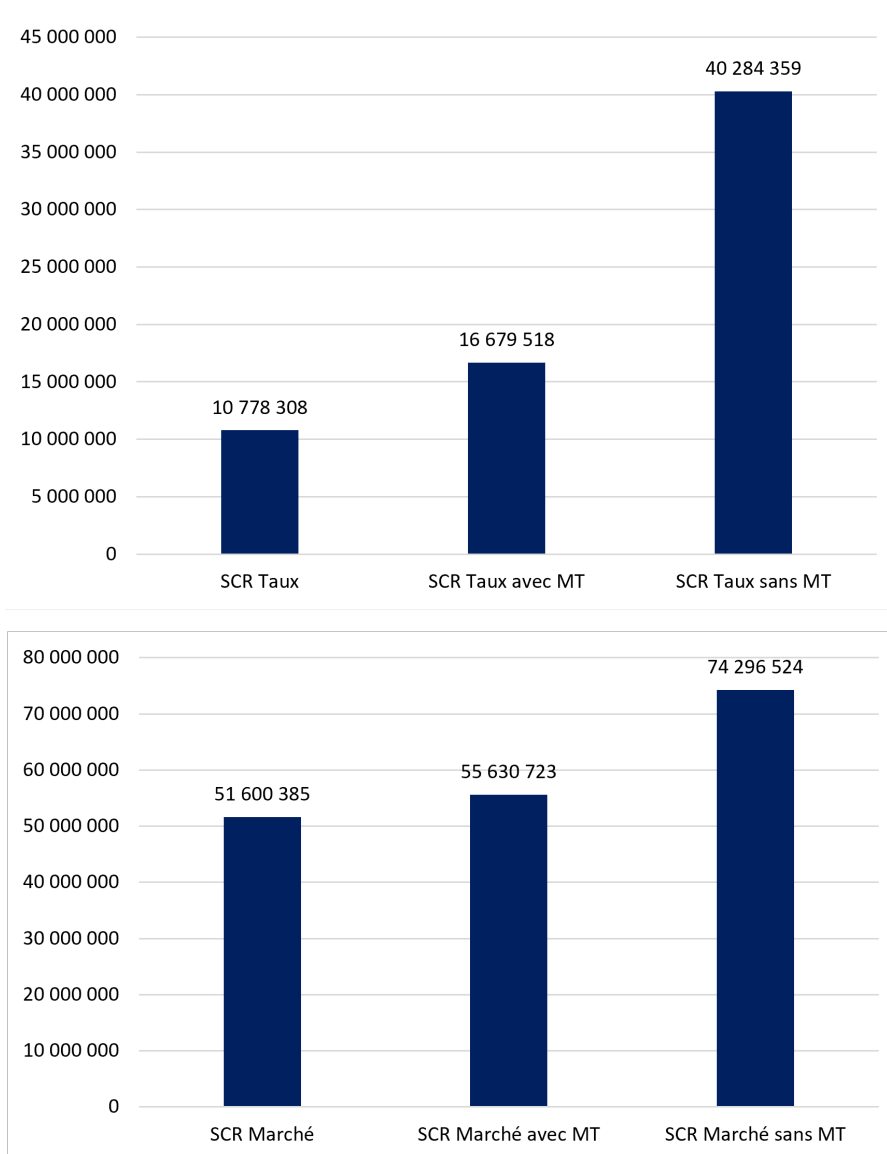


FIGURE 3.8 : SCR Taux et marché après modification de la méthode de calibrage

Comme observé dans la table 3.8, la refonte du calibrage du risque de taux engendre une augmentation de l'exigence en capital de l'assureur. Ce qui entraîne par conséquent, une dégradation de sa situation de solvabilité, notamment dans le cas où la mesure transitoire (MT) n'est pas appliquée. Sans mesure transitoire, une augmentation considérable du SCR marché est constatée (+44%). L'assureur n'est plus solvable, le ratio de solvabilité s'établit à **79%**. La mesure transitoire atténue significativement l'impact sur le SCR Marché (+ 8%), l'assureur reste solvable avec un ratio de solvabilité de **104%**.

3.3.4 Marge pour risque

Nous procédons à présent au calcul de la marge pour risque de l'assureur selon l'approche proposée dans la revue de la Directive S2. La RM est obtenue en appliquant la formule présentée précédemment 1.9.

Risk Margin approche actuelle	8 334 591
Risk Margin approche revue	5 422 590

TABLE 3.13 : Risk Margin au 31/12/2021 avant et après revue

Nous observons dans le tableau 3.13 que la revue de l'approche pour le calcul de la RM de l'assureur engendre une diminution marquée de sa RM (-35%), et par conséquent une augmentation de ses Fonds propres. De ce fait, une amélioration de la situation de solvabilité de l'assureur est constatée, son ratio de solvabilité remonte à **111.40%**.

Nous synthétisons l'impact de l'application de chaque amendement de la revue S2 sur la situation de l'assureur dans la figure 3.9.

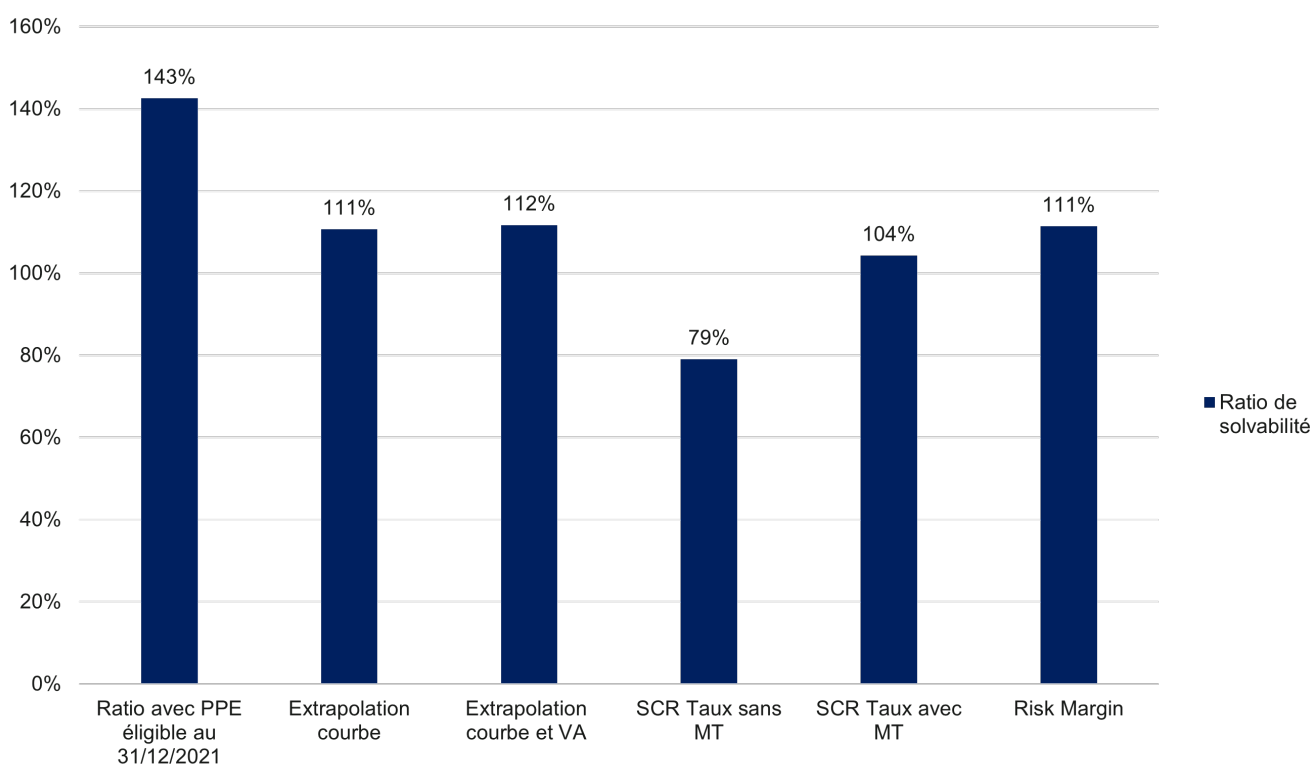


FIGURE 3.9 : Impact de la révision de la Directive S2 sur la solvabilité de l'assureur au 31/12/2021

Au 31/12/2021, l'ajustement symétrique appliqué dans le cadre des chocs actions dans la formule standard est de 6.88%. La revue de l'intervalle dans lequel cet ajustement doit être compris 1.3.1 n'a donc pas d'impact. Finalement, nous établissons le bilan économique 3.10 de l'assureur après mise en place de l'ensemble des amendements de la Directive S2.

Actif		Passif	
Obligations	436 194 038	Net Asset Value	45 846 665
Action	395 349 500	Risk Margin	5 422 590
Immobilier	19 489 750	Best Estimate	813 685 282
Monétaire	13 921 250		
Total	864 954 538	Total	864 954 538

FIGURE 3.10 : Bilan économique de l'assureur après mise en place des amendements de la Directive au 31/12/2021

La mise en place des amendements engendre :

- **Une nette augmentation du BE de l'assureur** : Cette hausse est essentiellement expliquée par la modification de méthodologie d'extrapolation de la courbe des taux sans risque. En effet, cette nouvelle approche entraîne une baisse du niveau des taux sans risque au-delà du FSP. Le taux cible de revalorisation étant calibré sur les taux observés sur le marché, le changement de courbe n'impacte pas significativement les rachats conjoncturels. La hausse du BE est principalement expliquée par l'effet d'actualisation. Du fait du faible niveau de la VA au 31/12/2021, la mise en place d'une VA spécifique à l'assureur a un impact négligeable sur le BE.
- **Une diminution des Fonds propres** : La hausse du BE affecte négativement le niveau de richesse de l'assureur. Cette perte de fonds propres est cependant atténuée par la baisse du montant de RM (-35%), à la suite de la revue de l'approche de calcul.
- **Augmentation du SCR** : Le recalibrage du SCR Taux engendre une augmentation significative de l'exigence en capital de l'assureur (hausse du SCR marché de 8%).
- **Baisse du ratio de solvabilité** : La perte de Fonds propres combinée à la hausse du SCR de la compagnie, entraîne une nette dégradation de sa situation de solvabilité. Avant mise en place des mesures prévues dans le cadre de la révision, le ratio de solvabilité de l'assureur s'élevait à **142.55%**. Suite à l'application de ces amendements, une diminution considérable de ce ratio est constatée. Il s'établit à **111.40%**.

3.4 Stratégies d'optimisation des indicateurs de suivi de risque et de performance

Nous mettons à présent en place des stratégies d'optimisation des indicateurs de suivi de risque et de performance de la compagnie fictive, afin d'atténuer l'impact de l'application des amendements de la Directive S2.

3.4.1 Stratégie d'investissements en actions long terme

La révision vise à clarifier et à alléger les conditions d'éligibilité à la catégorie d'actions de long terme (LTEI), notamment en supprimant la condition de cantonnement. Cette catégorie d'actions bénéficie d'un choc amoindri dans le cadre de la formule standard. Introduire une poche LTEI, serait

un moyen pour l'assureur d'alléger sa charge en capital. D'autant plus que le module SCR actions est le plus couteux en termes d'exigence en capital pour l'assureur. Nous réalisons dans notre modèle, des implémentations supplémentaires pour introduire, au portefeuille de l'assureur, cette nouvelle catégorie d'actions. Pour cela, nous devons respecter les exigences réglementaires liées aux LTEI :

- **Conditions de détention** : selon les paragraphes e) et g) de l'article 171 bis du RD (UE), la durée de détention moyenne de cette poche d'actions doit dépasser 5 ans. De plus, la position de solvabilité de l'assureur doit lui permettre d'éviter la vente forcée de ces actions, en situation stressée, pendant au moins 10 ans.
- **Passif en face des investissements LTEI** : Le passif en face des actions de type LTEI doit appartenir à la catégorie 1 ou 2 d'illiquidité définie dans le premier chapitre 1.3.1.

En appliquant l'algorithme de classification présenté dans le schéma 1.8, nous constatons que l'ensemble de nos passifs appartiennent à la catégorie 2 d'illiquidité 3.14. A noter que pour la catégorisation du passif, les BE sont calculés à l'aide de la courbe des taux fournie par l'EIOPA au 31/12/2021 et sans VA. Les conditions au 31/12/2021, favorisent l'illiquidité des passifs de l'assureur. Une attention particulière devra être portée à ce point dans le cadre de l'étude prospective à venir. En effet, au vu de la hausse des taux constatée au 31/12/2022, nous pouvons nous attendre à une baisse de l'illiquidité du passif.

MP	BE au 31/12/2021	BE Choc Mortalité	BE Choc Rachats	$\left \frac{BE_{morta}^j - BE^j}{BE^j} \right $	$\frac{BE_{rachats}^j - BE^j}{BE^j}$	Catégorie
1	41 773 562	41 213 368	43 308 043	3.67%	3.67%	2
2	54 379 179	54 216 266	56 654 177	4.18%	4.18%	2
3	74 028 073	73 979 449	75 612 202	2.14%	2.14%	2
4	64 914 869	64 887 882	66 317 771	2.16%	2.16%	2
5	55 732 376	55 715 130	56 934 990	2.16%	2.16%	2
6	55 703 156	55 696 115	56 965 469	2.27%	2.27%	2
7	46 510 092	46 514 629	47 569 777	2.28%	2.28%	2
8	46 569 826	46 580 130	47 631 933	2.28%	2.28%	2
9	74 772 324	74 806 764	76 485 748	2.29%	2.29%	2
10	65 470 263	65 505 207	66 977 321	2.30%	2.30%	2

TABLE 3.14 : Catégorisation du passif de l'assureur au 31/12/2021

Pour respecter les exigences réglementaires, l'assureur doit être en capacité à détenir ses actions sur le long terme. De plus, il doit garantir qu'aucune vente forcée ne sera réalisée, sur une période de 10 ans, même en situation de tension. Cependant, le texte ne définit pas plus clairement ces situations de tensions. Nous faisons le choix de bloquer les réalisations de Plus-Values, intervenants dans le modèle au cours des 10 premières années de projection, sur la proportion d'actions LTEI introduite dans le portefeuille de l'assureur. Ainsi, nous assurons que même au cours des scénarios de tensions, simulés par le GSE et considérés dans le calcul du BE, aucune vente ne sera réalisée sur cette poche d'actions. Nous considérons à présent que ces investissements représentent 20% de la poche actions de l'assureur, décomposée en actions de type 1 et actions LTEI. Les investissements de l'assureur sont présentés dans le tableau 3.15.

Nous considérons un même niveau de volatilité pour les actions de type 1 et les actions LTEI dans le GSE utilisé en entrée du modèle ALM. Cette hypothèse simplificatrice ne reflète pas forcément

Actions	
Actions de Type 1	120 279 600
Actions LTEI	30 069 900
Total	150 349 500

TABLE 3.15 : Portefeuille d'actions de l'assureur

la réalité étant donné que la volatilité des actions LTEI est souvent plus faible. Les actions LTEI bénéficient d'un choc réduit de 22% sur la valeur de marché, au lieu du choc de 39% corrigés de l'ajustement symétrique pour les actions T1. Cette mesure est avantageuse en termes d'exigence en capital, et permet à l'assureur d'augmenter son ratio de solvabilité.

	Sans LTEI	Avec LTEI	Variations
SCR Actions	43 835 535	40 036 225	-3 799 310
SCR Marché	55 630 723	52 016 746	-3 613 977

TABLE 3.16 : Variation du SCR marché après introduction d'actions LTEI

Les engagements de l'assureur ne sont pas impactés, au cours de la projection, par l'introduction de cette nouvelle catégorie d'actions. Malgré le blocage effectué pour les réalisations de Plus-Value sur les actions type LTEI, au cours des 10 premières années de projection, l'assureur a suffisamment de richesse pour verser les revalorisations cibles. Le choc amoindri réalisé sur la proportion d'actions éligibles à la classe LTEI impact significativement le SCR Marché de l'assureur, présenté dans la table 3.16, et par conséquent le ratio de solvabilité, qui passe de **111.40%** à **120.85%**. Dans le cadre de la mise en place d'une stratégie prospective d'optimisation de la solvabilité, l'assureur se doit d'anticiper et d'adapter la structure de son actif, pour être en mesure d'activer ce levier.

3.4.2 Stratégie d'orientation des investissements des assurés

Au regard de l'environnement de taux bas au 31/12/2021, l'assureur est sensible aux rachats. L'encours important sur le fonds euros, et plus particulièrement la présence de contrats 100% euros avec TMG, est très couteux pour l'assureur en termes de BE et de Fonds propres. Nous supposons que la compagnie met en place une stratégie de communication, visant à promouvoir l'investissement en supports UC. Dans le cadre de cette stratégie, nous nous concentrons essentiellement sur l'impact sur le fonds Euros de l'assureur. En effet, dans cette partie une analyse globale est réalisée. Plus précisément, nous ne considérons pas de diminution de la PM euros au profit de la PM UC, pour refléter le passage de l'épargne des assurés de l'euro vers l'UC. Mais nous tenons compte d'une modification globale de la loi de rachats structurels. L'analyse de l'impact de cette stratégie, nous permettra par la suite, d'établir les hypothèses de vieillissement du portefeuille de passif de la compagnie, pour réaliser l'étude prospective.

Il est supposé que les contrats souscrits récemment, dont l'ancienneté est inférieure à 4 ans, ne sont pas impactés. En effet, ces contrats multisupports sont constitués en grande partie d'UC et ne bénéficient pas d'avantages fiscaux en cas de rachat. Les contrats les plus impactés sont ceux pour lesquels les placements sont majoritairement effectués sur le fonds Euro. La nouvelle loi de rachats implémentée dans notre modèle est représentée par le graphique 3.11. L'hypothèse retenue est la suivante :

- Impact de +1% pour les contrats d'ancienneté égale à 4ans ;

- Impact de +2% au pic de rachat constaté à 8 ans d'ancienneté, et expliqué par les avantages fiscaux ;
- Impact de +1% pour les contrats de plus de 8 ans d'ancienneté et bénéficiant des abattements fiscaux.

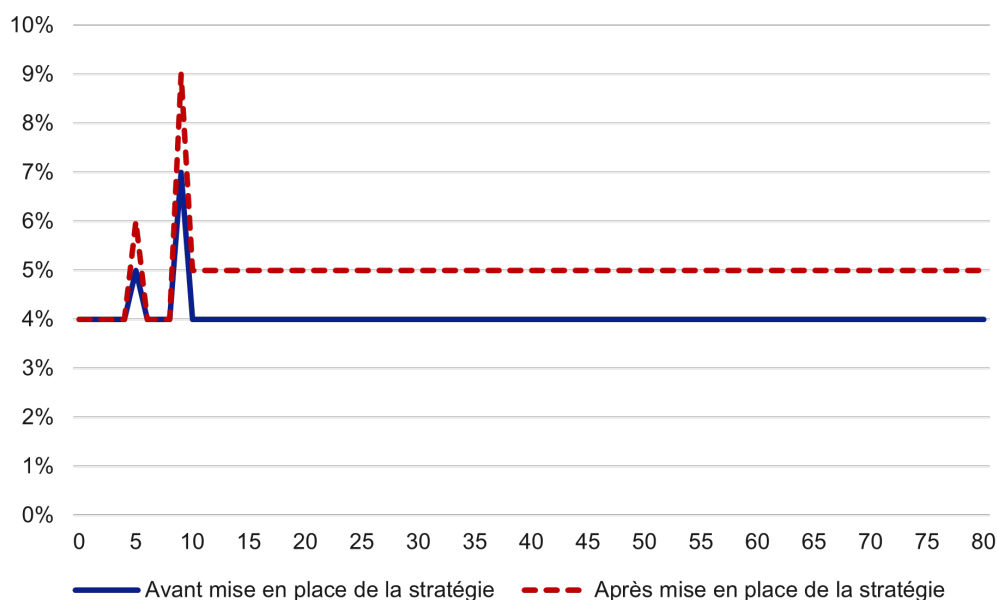


FIGURE 3.11 : Loi de rachats structurels avant et après impact de la stratégie

Nous observons dans le tableau 3.17, que l'augmentation du nombre de rachats structurels entraîne une baisse du BE. Ce qui engendre par conséquent, une augmentation des fonds propres et donc une hausse du ratio de solvabilité de l'assureur passant de **111.40%** à **117.84%**.

	Best Estimate au 31/12/2021 après mise en place des amendements	Best Estimate au 31/12/2021 après stratégie de communication	Variations
Fonds Euro	588 291 816	580 750 992	-7 540 824
Fonds UC	225 431 767	225 393 466	-38 301

TABLE 3.17 : Variation du BE après mise en place de la stratégie de communication

Finalement, les deux stratégies d'optimisation sont réalisées simultanément. Les résultats sont présentés dans le graphique 3.12. L'impact agrégé de l'activation de ces deux leviers est plus conséquent que celui observé pour chacune des stratégies. Le ratio de solvabilité de l'assureur augmente, pour atteindre un niveau proche de celui initialement observé, avant mise en place des amendements, et s'élève à **134.73%**.

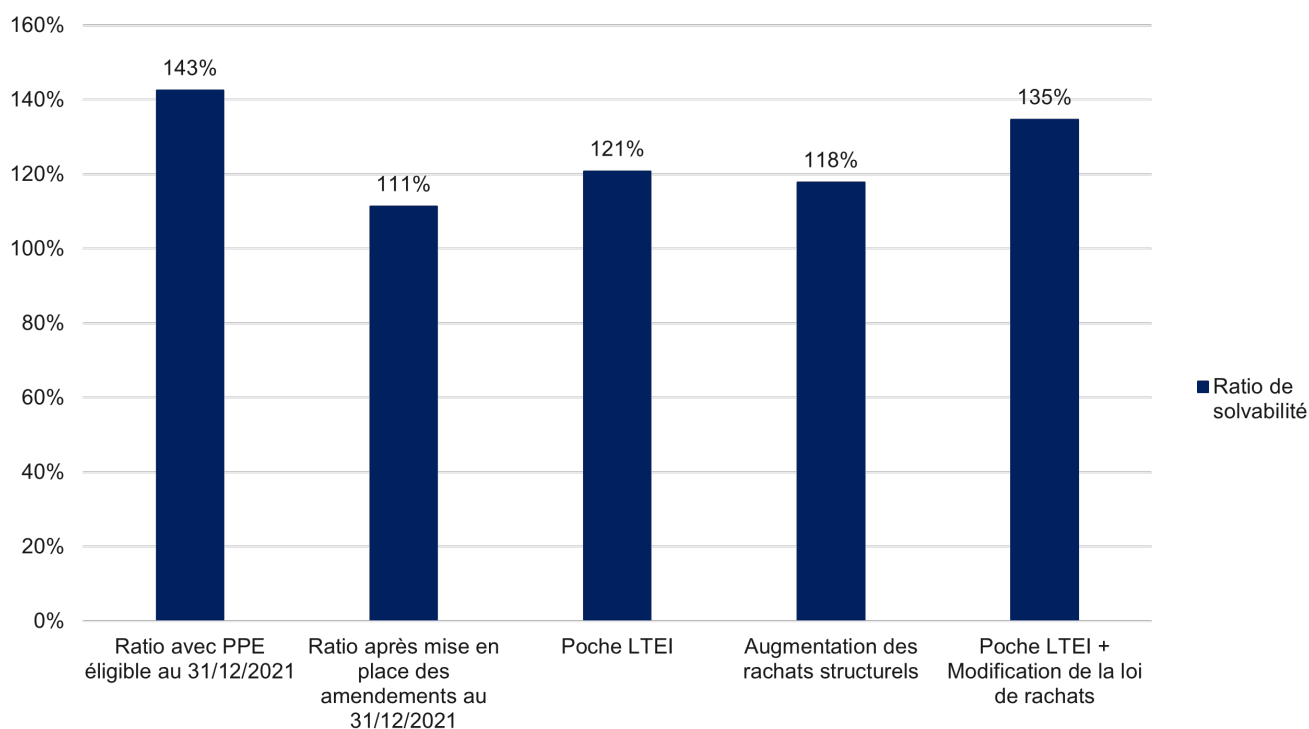


FIGURE 3.12 : Impact de la révision de la Directive S2 sur la solvabilité de l'assureur au 31/12/2021 après activation des leviers

Enfin, nous établissons le bilan économique de l'assureur à la suite de l'activation de ces deux leviers. Le SCR et Bilan économique de l'assureur après optimisation stratégique au 31/12/2021 sont présentés dans la figure 3.13.

La diminution du BE engendrée par la hausse des rachats structurels, accompagnée de la baisse d'exigence en capital due à l'introduction d'une poche LTEI, permettent à l'assureur un regain de fonds propres et une amélioration de sa situation de solvabilité. L'impact de la mise en place des amendements, sur le bilan économique et la solvabilité de l'assureur, est considérablement atténué au travers de l'activation de ces deux leviers. Grâce à ces deux stratégies l'assureur réussit à faire face aux changements réglementaires tout en gardant sa compétitivité sur le marché.

SCR			
SCR Vie		17 725 937	
SCR Taux		15 034 312	
SCR Action		39 445 150	
SCR Marché		50 350 461	
SCR Opérationnel		3 235 950	
SCR		42 596 437	

Actif		Passif	
Obligations	436 194 038	Net Asset Value	52 174 298
Action	395 349 500	Risk Margin	5 940 852
Immobilier	19 489 750	Best Estimate	806 839 388
Monétaire	13 921 250		
Total	864 954 538	Total	864 954 538

FIGURE 3.13 : SCR et Bilan économique de l'assureur après optimisation stratégique au 31/12/2021

3.4.3 GAP de duration

La stratégie de gestion du gap de duration actif/passif est largement utilisée par les assureurs-vie. Cette stratégie consiste à ajuster la duration des actifs et des passifs de la compagnie pour minimiser le risque lié aux fluctuations des taux d'intérêts. Cette stratégie nécessite une veille et une adaptation en fonction de l'environnement économique et des prévisions de taux d'intérêts. En limitant le gap de duration, l'assureur limite sa sensibilité aux variations des taux et donc son exposition au risque de taux. Le recalibrage du SCR Taux a un impact considérable sur le ratio de solvabilité. Pour atténuer cet impact, il est nécessaire de réduire le désadossement observé. En effet, la structure du portefeuille obligataire de l'assureur, et les hypothèses de réinvestissements retenues dans le modèle ALM entraînent un *mismatch* de duration actif/passif compte tenu de la durée longue des engagements de l'assureur. Nous déterminons la sensibilité du SCR Taux de l'assureur à un rallongement de la duration des actifs obligataires. L'impact est approximé, car en termes opérationnel il est impossible de réaliser ce rallongement sur la base des sorties du modèle.

Nous mettons en place un proxy simplifié qui illustre cet impact à partir des durations de l'actif obligataire, du passif et du SCR Taux recalibré. La sensibilité au taux de la valeur de marché de l'actif obligataire et du BE dépend de la duration de l'actif et du passif. Par définition

$$\frac{dP}{P} = -Duration_{passif} dr \text{ et } \frac{dA}{A} = -Duration_{actif} dr ,$$

où :

- $\frac{dP}{P}$ et $\frac{dA}{A}$ correspondent respectivement à la sensibilité au taux du passif et de l'actif;
- dr correspond à la variation du taux actuariel.

Le tableau suivant 3.18 récapitule les variations observées suite au recalibrage du SCR Taux.

L'objectif est de calculer le montant de variation de l'actif si sa duration est rallongée. Pour cela, nous déterminons la valeur de la variation du taux actuariel dr . Cette valeur est obtenue par proxy à partir des variations de l'actif et du passif

Duration actif	13
Duration passif	17
BE initial	588 291 816
BE après choc	645 510 842
VM de l'actif avant choc	619 954 538
VM de l'actif après choc	636 594 154
SCR Taux	40 579 409

TABLE 3.18 : Duration et variations de l'actif et du passif

$$dr = \text{moyenne}\left[-\frac{dP}{\text{Duration}_{\text{passif}} \times P}; -\frac{dA}{\text{Duration}_{\text{actif}} \times A}\right] = -0.20\%.$$

Pour diminuer le désadossement observé, nous supposons un rallongement de la duration de l'actif passant de 13 à 15. Nous déterminons à l'aide de ce niveau de duration la nouvelle sensibilité de l'actif à une variation de taux dr . Nous en déduisons ensuite la nouvelle valeur du SCR Taux de l'assureur.

Variation de l'actif après correction du gap	36 356 053
SCR Taux après correction du gap	20 862 972

TABLE 3.19 : SCR Taux après réduction du gap de duration

Les résultats sont présentés dans la table 3.19. L'assureur devient dans ce cas-là moins sensible au risque de taux. L'entrée en vigueur de la nouvelle méthode de calibrage du SCR Taux est par conséquent moins impactante.

Dans cette partie, nous avons mis en avant les grandes tendances d'une éventuelle entrée en vigueur de la révision de la Directive S2. Nous avons également exposé différentes stratégies d'optimisation permettant de réduire les impacts mis en avant.

3.4.4 Limites des résultats

Nous avons été en mesure de présenter plusieurs résultats basés sur une approche spécifique et issus de notre outil ALM. Cependant, les résultats et conclusions tirés de cette étude doivent être nuancés à l'égard des limites et des simplifications que nous avons retenues pour la réalisation de ce mémoire. Nous exposons dans ce qui suit les limites de cette analyse.

Nous identifions trois types de limites :

- Les limites liées au modèle ALM ;
- Les limites liées à la modélisation des stratégies d'optimisation de la performance ;
- Les limites liées à la modélisation de la compagnie d'assurance fictive.

Limite du modèle ALM

L'outil ALM utilisé dans le cadre de ce mémoire repose sur un certain nombre d'hypothèses simplificatrices. Les spreads de crédit ne sont pas modélisés ce qui entraîne une sous-estimation du risque.

Il est également supposé dans le modèle que les actifs se trouvent sur des marchés financiers parfaitement liquides. Ces actifs sont infiniment divisibles et s'achètent sans coût de transaction. Autrement dit, l'assureur peut acheter ou céder des actifs en tout temps et en toute quantité.

Par ailleurs, l'allocation d'actif de l'assureur est simplifiée. L'assureur garde la même allocation de portefeuille tout au long de la projection. La répartition du portefeuille en valeur de marché à la fin de chaque année de projection est identique à celle de début de période.

Les résultats obtenus dépendent des hypothèses simplificatrices retenues pour la modélisation et des spécificités de l'outil utilisé, comme le paramétrage du taux cible. Le taux cible de revalorisation des PM est fonction du taux pratiqué par un nouvel entrant sur le marché. L'assuré peut alors comparer sur cette base son taux de revalorisation et décider de racheter ou pas son contrat. Evidemment, ce taux de référence n'existe pas dans la réalité. L'information dont dispose l'assuré est très vaste et complexe à modéliser étant donné la multitude d'acteurs et de produits d'épargne. Représenter la concurrence par un taux unique est une modélisation simpliste de la réalité. Nous avons constaté dans notre étude que ce mécanisme de taux cible a un impact significatif sur les résultats observés.

Finalement, nous ne considérons pas de modélisation des rachats partiels ou des arbitrages structurels et conjoncturels.

Limite des stratégies d'optimisation de la solvabilité

L'absence de modélisation des arbitrages dans le modèle ne permet pas d'orienter pleinement l'investissement des assurés vers les unités de compte. De plus, le gap de duration est une limite du modèle ALM. Le manque de flexibilité du portefeuille obligataire nous empêche de rallonger la duration de l'actif de l'assureur et d'atténuer l'intensité de l'impact observé lors du recalibrage du SCR Taux.

Limite de la modélisation de l'assureur fictif

L'actif de l'assureur est constitué de quatre classes : les actions, les obligations l'immobilier et le monétaire. Leur modélisation est simplifiée. L'outil ne tient compte que d'un unique indice pour représenter les actions et l'immobilier. Il est de ce fait impossible de considérer plusieurs poches de PVL. En ce qui concerne les obligations, nous supposons que la compagnie ne détient que des OAT 10 ans. Cette hypothèse ne reflète pas la composition réelle du portefeuille obligataire d'un acteur de marché. Enfin, l'intensité des chocs dépend de la structure spécifique du portefeuille de l'assureur étudié et de son profil de risque.

Par ailleurs, les résultats de la modélisation ALM dépendent de l'environnement économique, qui peut évoluer rapidement et de manière imprévisible, ce qui peut rendre les projections ALM obsolètes.

Chapitre 4

Analyses et études prospectives

4.1 Analyse de la solvabilité de l'assureur dans un environnement de hausse des taux d'intérêt

L'environnement de taux particulièrement bas constaté au 31/12/2021, impacte considérablement la valorisation du bilan économique de l'assureur. Pour tenir compte de l'évolution de l'environnement économique et pour étudier l'impact de la mise en place des amendements, dans un contexte de remontée des taux, une valorisation de la compagnie est réalisée au 30/09/2022. Après un contexte durable de taux bas, voire négatifs, une remontée des taux décidée par les banques centrales pour contrer l'inflation est aujourd'hui constatée.

Les conséquences de ce nouvel environnement économique se révèlent en matière de solvabilité positives pour les assureurs-vie. Cette remontée des taux d'intérêt a un effet direct sur le bilan économique des assureurs-vie, que ce soit sur l'actif ou le passif. En effet, la hausse des taux engendre une baisse de la valeur de marché des obligations détenues par l'assureur et donc une baisse de l'actif. Par ailleurs, la hausse des taux a également un impact sur le passif, avec une diminution des provisions techniques qui seront actualisées à des taux plus élevés et une baisse du coût des options et garanties suite à la possibilité de réinvestissement dans des obligations à rendements plus élevés. Ces écarts devraient avoir un impact positif sur les fonds propres des assureurs-vie. La baisse du niveau de fonds propres à détenir par les assureurs devrait leur permettre d'investir dans des obligations proposant des rendements plus élevés et de servir des taux plus attractifs aux assurés. Cependant, les assureurs-vie font aujourd'hui face à une inertie obligataire. De ce fait, l'effet de la remontée des taux ne sera pas immédiat car les assureurs détiennent en portefeuille d'anciennes obligations reversant des taux plus bas. Les compagnies ne pourront pas profiter immédiatement de ce nouvel environnement. Le niveau d'inflation actuel devrait également impacter les acteurs du marché. Aujourd'hui, l'inflation atteint des niveaux jamais observés depuis de nombreuses décennies. En effet, durant plusieurs années l'inflation s'est maintenue en moyenne à 1.4% selon la BANQUE DE FRANCE (2022-12-02). Depuis fin 2021, une forte hausse de l'inflation est constatée. En septembre 2022, le taux d'inflation s'élevait à 5.8%. La remontée des taux combinée au contexte inflationniste et à une croissance économique incertaine, induit une volatilité élevée du marché actions. Nous observons de ce fait une baisse des taux de rendement actions. Les assureurs devront adapter leurs stratégies de revalorisation pour éviter une hausse de rachats conjoncturels.

Effectivement, les assurés s'attendent eux à une augmentation des rendements servis. Au vu des niveaux faibles de taux de rendement servis actuellement par les contrats d'épargne et du contexte

inflationniste, les assurés risquent de se tourner vers d'autres produits proposant des taux de rendement plus attractifs comme les livrets bancaires. Pour éviter une hausse des rachats conjoncturels, les assureurs devront servir des taux plus élevés en reprenant de la PPE par exemple.

Nous étudions l'effet de ce nouvel environnement économique sur l'assureur fictif. De nombreux points impactant sont constatés sur le marché. Plusieurs hypothèses sont modifiées pour refléter au mieux ce nouveau contexte économique :

- Mise à jour de la courbe des taux d'intérêt sans risque et de la valeur de l'ajustement symétrique en reprenant les données publiées par l'EIOPA au 30/09/2022 ;
- Mise à jour des hypothèses de frais pour refléter le contexte inflationniste : augmentation des taux de frais de 5% en considérant que l'assureur fictif avait mis en place une stratégie de gestion des frais pour éviter toute dérive de la performance ;
- Mise à jour du niveau de plus-values actions en stock au 30/09/2022 pour refléter la baisse de rendement des actions : baisse de 10% des plus-values actions (35% au 31/12/2021 et 25% au 30/09/2022) ;
- Mise à jour des taux servis au 30/09/2022 : pour être en ligne avec le contexte de hausse des taux et éviter une hausse soudaine des rachats conjoncturels (1% au 31/12/2021 à 2.5% au 30/09/2022) ;
- Mise à jour du niveau de volatilité des taux et des actions dans le générateur de scénario économique pour refléter la hausse de volatilité constatée sur le marché : +4% pour la simulation des rendements actions et +0.3% pour les taux (hausse de la volatilité implicite).

Après avoir mis à jour l'ensemble de ces hypothèses, nous procédons à la valorisation du bilan économique de la compagnie fictive au 30/09/2022. Pour ce faire, nous utilisons les 1000 scénarios économiques générés par le GSE à l'aide de la courbe des taux sans risque pertinents fournie par l'EIOPA au 30/09/2022 avec VA et des nouvelles hypothèses de volatilité. Nous déterminons, dans un premier temps, à l'aide de l'outil ALM la valeur du *Best Estimate* et des Fonds Propres de l'assureur à la nouvelle date d'arrêté et en situation de *run-off*. Nous évaluons dans un second temps, le SCR ainsi que le ratio de solvabilité de la compagnie. Nous présentons dans la figure 4.1 ci-dessous le bilan économique de l'assureur fictif au 30/09/2022.

Actif		Passif	
Obligations	373 147 698	Net Asset Value	53 479 818
Action	384 212 500	Risk Margin	3 824 672
Immobilier	19 489 750	Best Estimate	733 466 707
Monétaire	13 921 250		
Total	790 771 198	Total	790 771 198

FIGURE 4.1 : Bilan économique de l'assureur au 30/09/2022

La hausse des taux engendre une baisse de la valeur de marché des obligations de l'assureur (-63m€). De plus, la diminution du stock de plus-values actions entraîne une baisse de leur valeur de marché (-11m€). La richesse de l'assureur est de ce fait dégradée par rapport à fin 2021 comme présenté dans le tableau 4.1.

	31/12/2021	30/09/2022
NAV	54 976 770	53 479 818
SCR Vie	11 346 409	8 531 381
SCR Marché	53 270 376	26 698 355
SCR	42 421 949	22 253 488

TABLE 4.1 : NAV et SCR de l'assureur au 31/12/2021 et au 30/09/2022

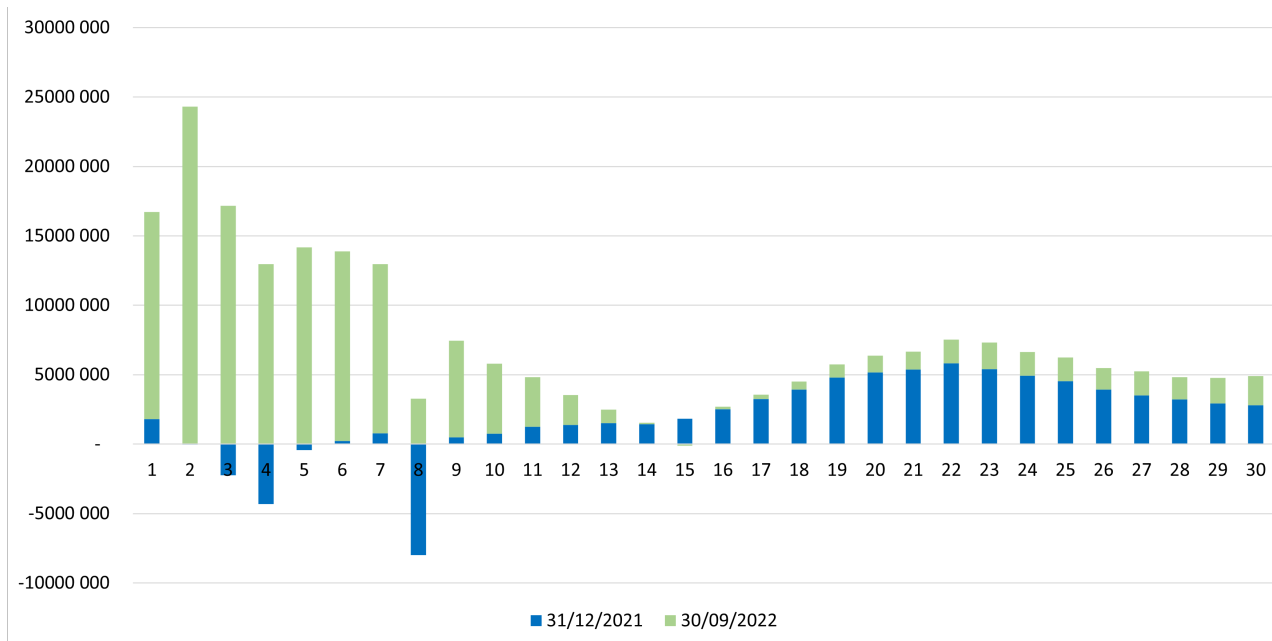


FIGURE 4.2 : Rachats conjoncturels au 30/09/2022 et au 31/12/2021 par année de projection

Comme observé sur le graphique 4.2, le changement de contexte économique entraîne une augmentation significative des rachats conjoncturels pour les contrats euros en comparaison avec les montants observés au 31/12/2021. L'assureur fait face à une inertie obligataire. Malgré la remontée des taux, il ne peut pas immédiatement investir dans de nouvelles obligations reversant des taux de coupon plus élevés et bénéficier pleinement de ce nouvel environnement. Pour servir le taux cible et limiter le nombre de rachats conjoncturels, l'assureur est obligé de déclencher des réalisations de plus-values actions en cédant certaines actions et de réaliser des reprises de PPE. Ce qui explique le fait que l'assureur soit toujours sensible à la baisse des rachats malgré le changement de contexte économique. De ce fait, l'effet d'actualisation lié à la hausse des taux combiné à l'augmentation des rachats conjoncturels entraîne une diminution du *Best Estimate*. Une fois le bilan économique de l'assureur établi, nous déterminons son niveau de SCR à la nouvelle date d'arrêt. Au 31/12/2021, l'assureur fictif était fortement exposé au risque action. Au 30/09/2022, une baisse des taux de rendements des actions est observée. De ce fait, l'ajustement symétrique appliqué au choc action est négatif (-8,10% contre 6,88% fin 2021). Cet ajustement reflète le caractère ponctuel de la baisse du marché action. Un retour à la normale est attendu, le SA vient donc diminuer la valeur du choc appliqué dans le cadre de la formule standard. La baisse de la valeur de marché des actions et l'application d'un SA négatif engendre une baisse significative du SCR actions (-26m€). L'évolution du SCR actions de l'assureur entre le 31/12/2021 et le 30/09/2022 est présentée dans le graphique 4.3.

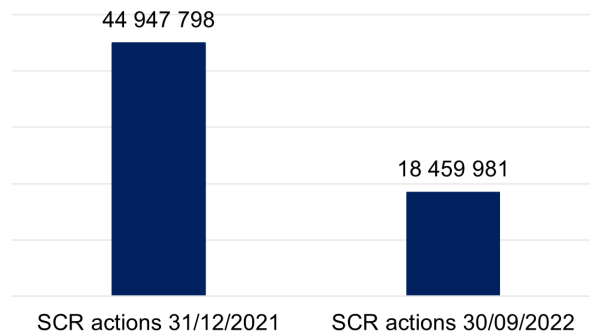


FIGURE 4.3 : Evolution du SCR actions de l'assureur entre le 31/12/2021 et le 30/09/2022

Nous constatons également une diminution du SCR de baisse des rachats (-3m€), au vu du nouveau contexte économique l'assureur est moins sensible à la baisse des rachats. Ces variations entraînent par conséquent une baisse du SCR (-20m€) 4.4 de l'assureur et de la marge pour risque.

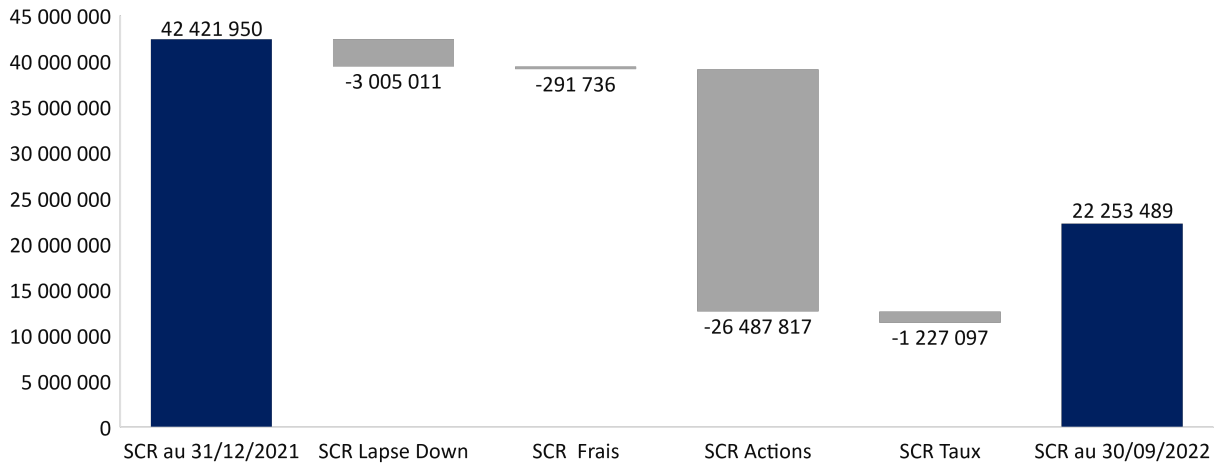


FIGURE 4.4 : Evolution du SCR de l'assureur entre le 31/12/2021 et le 30/09/2022

Finalement, nous déterminons le ratio de solvabilité de l'assureur. La PPE éligible à la couverture du SCR est mise en place au 31/12/2021 pour faire face à l'environnement de taux bas. Au vu de la remontée des taux au 30/09/2022, nous ne considérons plus de PPE éligible à la couverture du SCR. La situation de solvabilité de l'assureur s'améliore et son ratio de solvabilité s'élève à **240%**.

Nous mettons ensuite en place les amendements prévus par la révision Solvabilité 2 et nous analysons leur impact sur la situation de solvabilité de l'assureur dans ce nouvel environnement économique 4.5. La démarche retenue pour l'application des amendements est la même que celle choisie au 31/12/2021.

Comme au 31/12/2021 3.12, l'assureur est très impacté par le changement de méthode d'extrapolation de la courbe des taux. Une augmentation du *Best estimate* est observée et est due à l'effet d'actualisation. Nous n'observons pas de variation significative des rachats conjoncturels, étant donné que le taux cible de revalorisation évolue en fonction de la courbe des taux d'intérêts. L'introduction d'une VA propre à l'assureur permet une amélioration de la situation de solvabilité de l'assureur. Au 31/12/2021, le niveau de VA était relativement bas (3 bps), l'application d'une nouvelle correction

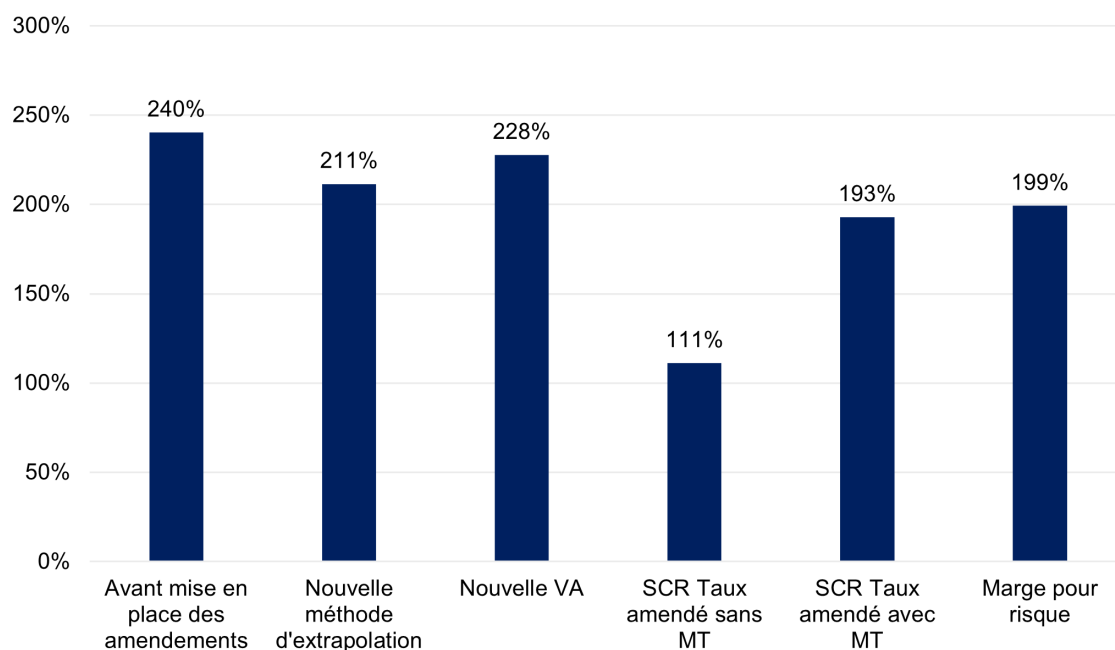


FIGURE 4.5 : Evolution du ratio de solvabilité au 30/09/2022 suite à l'application des amendements

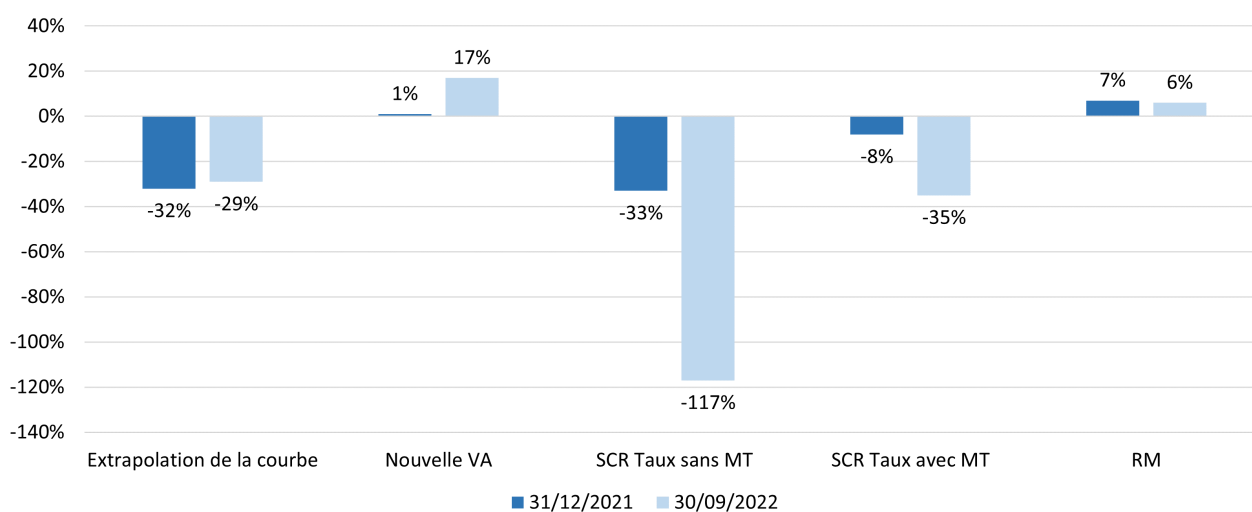


FIGURE 4.6 : Variation du ratio de solvabilité au 31/12/2021 et au 30/09/2022 suite à l'application des amendements

propre à l'assureur n'avait pas d'impact sur sa solvabilité. Au 30/09/2022, le niveau de VA est plus élevé (17 bps). En appliquant les modifications prévues dans le cadre de la révision nous obtenons une correction pour volatilité propre à l'assureur qui s'élève à 31 bps. Ce changement entraîne une baisse du BE, expliqué par l'effet d'actualisation, ce qui entraîne un regain de fonds propre et donc une hausse du ratio de solvabilité de l'assureur.

Le *mismatch* de durée actif/passif rend l'assureur sensible au risque de taux. En effet, nous constatons une forte dégradation de sa situation de solvabilité lors de la mise en place de la nouvelle

méthode de calibrage du SCR taux sans mesures transitoires. Enfin, l'application de la MT et de la nouvelle méthode de calcul de la marge pour risque permettent à l'assureur d'améliorer sa situation de solvabilité. Son ratio de solvabilité s'établit à **199%**.

Nous mettons ensuite en place les différentes stratégies permettant d'optimiser la situation de solvabilité de l'assureur. Au vu de l'inertie obligataire, l'assureur est toujours sensible à la baisse des rachats. La mise en place de la stratégie de communication permettant d'orienter l'investissement des assurés entraîne une baisse de son BE. Ce qui engendre un regain de fonds propres et une augmentation de son ratio de Solvabilité. Cette sensibilité à la baisse des rachats maintient 100% de son passif en catégorie 2 d'illiquidité. Une poche d'actions LTEI bénéficiant d'un choc réduit de 22% est donc introduite au portefeuille de l'assureur à hauteur de 20% de la VM actions initiale. L'introduction d'investissements LTEI permet de réduire l'exposition de l'assureur au risque actions et de diminuer par conséquent son SCR. Finalement, l'effet combiné de ces deux stratégies permet d'atténuer l'impact de la mise en place des amendements 4.7.

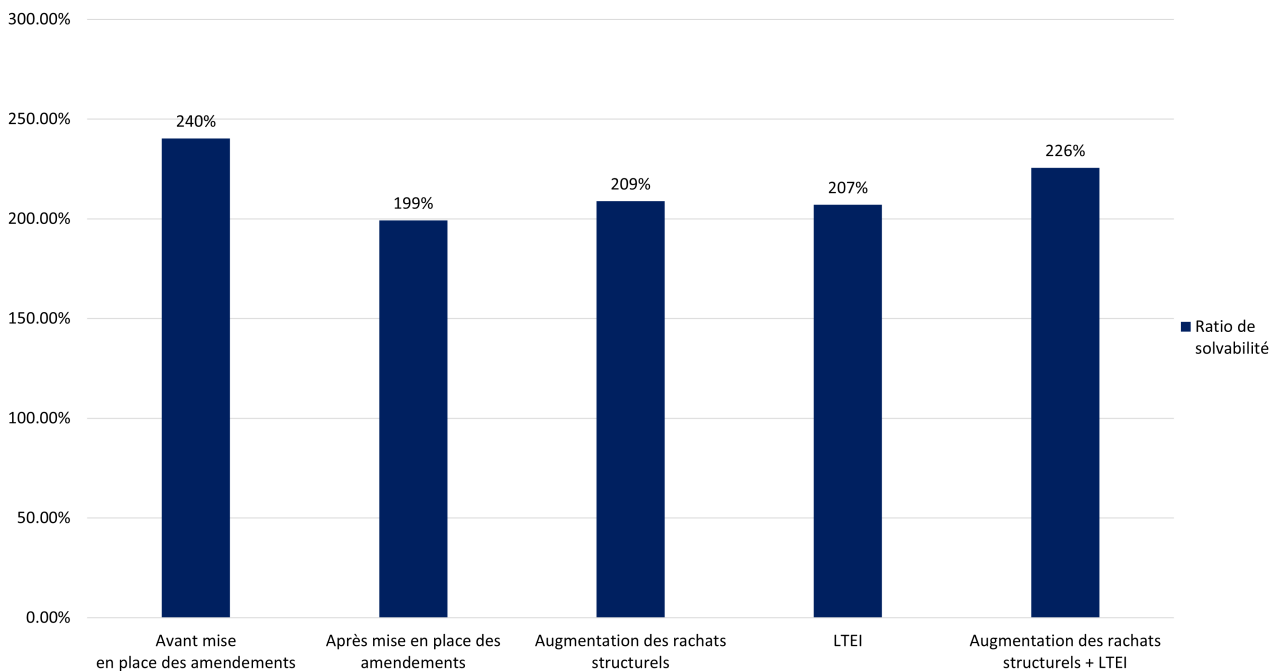


FIGURE 4.7 : Impact de la révision de la Directive S2 sur la solvabilité de l'assureur au 30/09/2022 après activation des leviers

4.2 Vieillessement du portefeuille de l'assureur

Pour réaliser l'étude prospective au 31/12/2025 c'est-à-dire au moment d'une éventuelle entrée en vigueur de la Directive amendée de Solvabilité 2, il est nécessaire de vieillir le portefeuille de l'assureur. Pour cela, des simulations dans les simulations (SdS) sont réalisées. Nous effectuons à l'aide du modèle ALM des simulations monde réel au 31/12/2022, intégrant des affaires nouvelles, pour déterminer le bilan, le portefeuille d'actifs et de passifs de l'assureur à fin 2025. Ces simulations sont appelées simulations primaires. Puis à l'issue de chaque simulation primaire nous réalisons de nouvelles simulations dites secondaires, en *run-off*, pour valoriser le bilan de l'assureur au 31/12/2025. Ce second jeu de simulations est effectué en univers risque neutre. Chaque simulation secondaire est conditionnée par

l'information monde réel issue de la simulation primaire correspondante.

Le vieillissement de la compagnie fictive est effectué suivant trois scénarios primaires, un scénario central et deux scénarios stressés :

- **Scénario central** : Ce scénario est construit à partir de la courbe des taux d'intérêt sans risque pertinents fournie par l'EIOPA au 31/12/2022 ;
- **Scénario de hausse des taux d'intérêt** : Il est supposé dans ce cas-là que la remontée des taux d'intérêts continue. Ce scénario est construit à partir de la courbe des taux centrale augmentée de 1% sur les maturités liquides ;
- **Scénario de baisse des taux d'intérêt** : L'hypothèse faite dans ce cas-là est une modification de contexte économique, la remontée des taux d'intérêts prend fin au 31/12/2022. Le scénario est construit sur la base de la courbe des taux centrale diminuée de 1% sur les maturités liquides.

Taux de rendement des actions	Taux de rendement de l'immobilier	Stock de Plus Value actions	Taux de frais
4% constant au long de la projection	2% constant au long de la projection	25%	+5% par rapport à fin 2021 pour représenter l'inflation

TABLE 4.2 : Récapitulatif des principales hypothèses retenues pour la réalisation des simulations primaires

Les simulations primaires sont réalisées sur la base des hypothèses retenues lors de la valorisation du bilan économique au 30/09/2022. Exception faite pour la courbe des taux d'intérêt qui est mise à jour en fonction du scénario considéré, des *Models Points* de passif et du portefeuille obligataire de l'assureur. Pour vieillir la compagnie fictive, l'intégration de *Models Points* d'affaires nouvelles (*New Business* ou NB) est nécessaire. Dans ce cas-là, l'évaluation du bilan économique de l'assureur ne se fait plus en situation de *run-off*. Nous considérons huit *Models points* de *New Business* : deux *Models points* de nouvelles souscriptions en 2022, deux en 2023, deux en 2024 et deux en 2025.

L'assureur est toujours sensible à la baisse des rachats malgré le changement d'environnement économique à cause de l'inertie obligataire. Nous nous basons sur les résultats obtenus au 31/12/2021 et au 30/09/2022 lors de la mise en place de la stratégie d'orientation des investissements des assurés pour construire les nouveaux *Models Points*. De ce fait, les nouveaux contrats sont intégrés de manière à réduire l'encours de l'euro et à augmenter celui de l'UC dans le scénario central.

Les taux de rendement de l'immobilier et des actions sont supposés constants tout au long de la projection et sont respectivement égaux à 2% et 4%. De plus, nous introduisons une nouvelle obligation au portefeuille de l'assureur. L'assureur réalise un réinvestissement suite à l'arrivée à échéance d'une des OAT 10 ans détenues en portefeuille. Il réinvestit le nominal remboursé dans une nouvelle OAT 10 ans de taux de coupon égal à 2.35% (une nouvelle obligation à chaque année de projection).

Nous réalisons à partir de ces nouvelles hypothèses les simulations primaires monde réel pour les trois scénarios. Nous obtenons alors la situation de l'assureur au 31/12/2025 en scénario central, scénario de hausse et de baisse des taux d'intérêt.

Nous présentons dans les figures 4.8 et 4.9 l'évolution de l'encours euro et UC entre le 31/12/2022 et le 31/12/2025 pour le scénario central. Une baisse de 19m€ de la PM euro est constatée. Cette baisse est principalement expliquée par le nombre de rachats conjoncturels auquel fait face l'assureur en raison du contexte de hausse des taux.

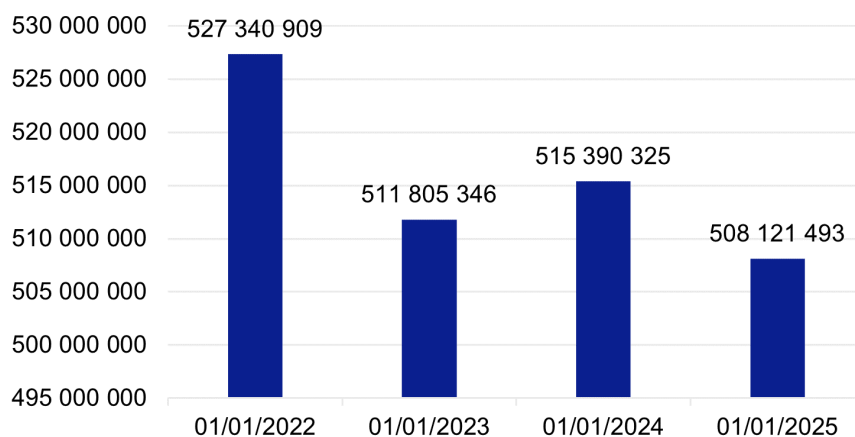


FIGURE 4.8 : Evolution de la PM euro entre le 31/12/2022 et le 31/12/2025 en scénario central

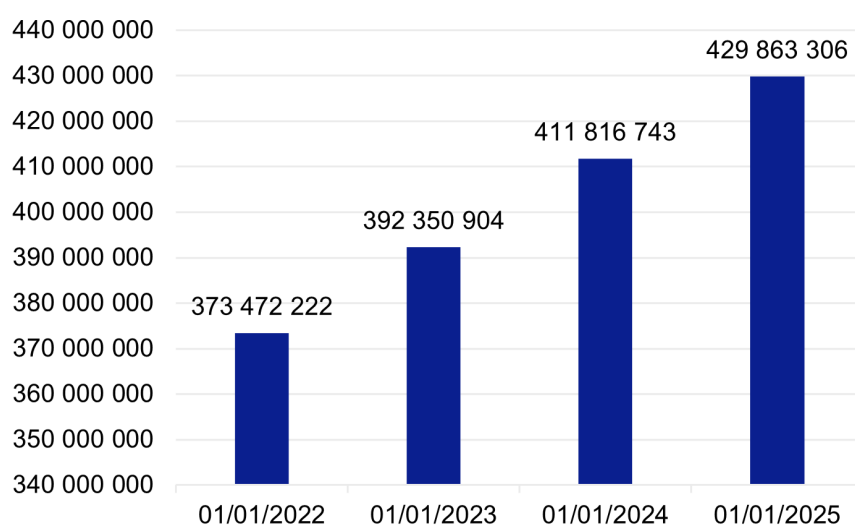


FIGURE 4.9 : Evolution de la PM UC entre le 31/12/2022 et le 31/12/2025

Nous constatons une importante hausse de la PM UC (56m€) entre fin 2022 et fin 2025. Comme précisé précédemment, il est supposé dans le modèle que l'encours UC évolue au taux de rendement des actions. Etant donné que l'hypothèse de rendement actions est la même pour les trois scénarios, la PM UC évolue de manière identique quelque soit le scénario. Nous présentons dans ce qui suit le passif en face du fonds euro de l'assureur et son actif en valeur de marché au 31/12/2025 pour les trois scénarios : Central 4.3, à la hausse 4.4 et à la baisse 4.5 des taux d'intérêts.

Nous observons une diminution de la valeur de marché des obligations dans le scénario *Up*, à la suite de la hausse du niveau des taux d'intérêts et inversement une augmentation de cette valeur dans le scénario *Down*. Les fonds propres statutaires sont stables. En normes comptables française, la

Fonds propres	76 626 629	Obligations	471 072 731
PM euro	508 121 493	Actions	125 228 108
PPE	11 659 104	Immobilier	15 657 488
Réserve de capitalisation	15 636 685	Monétaire	11 442 935

TABLE 4.3 : Passif statutaires et actif en valeur de marché au 31/12/2025 en scénario central

Fonds propres	76 307 504	Obligations	447 361 746
PM euro	448 218 126	Actions	108 936 373
PPE	7 020 724	Immobilier	13 617 047
Réserve de capitalisation	14 892 172	Monétaire	9 344 850

TABLE 4.4 : Passif statutaires et actif en valeur de marché au 31/12/2025 en scénario *Up*

Fonds propres	76 464 713	Obligations	511 074 064
PM euro	525 712 162	Actions	131 809 802
PPE	15 545 383	Immobilier	16 476 225
Réserve de capitalisation	15 790 617	Monétaire	12 774 068

TABLE 4.5 : Passif statutaires et actif en valeur de marché au 31/12/2025 en scénario *Down*

réserve de capitalisation permet de capter les plus ou moins-values obligataires pour éviter d'impacter le résultat.

Une diminution marquée de la PPE est constatée en scénario *Up* ainsi qu'une baisse de la valeur de marché des actions. En effet, dans ce scénario l'assureur, souffrant de l'inertie obligataire, se voit contraint de céder des actions et de réaliser des reprises de PPE pour atteindre le taux cible relativement élevé. Nous observons dans le graphique 4.10 ci-dessous, le montant des reprises de PPE auxquelles a recours l'assureur pour atteindre le taux cible. Ces montants sont relativement élevés dans les scénarios *Up* et central par rapport à ceux observés dans les autres scénarios.

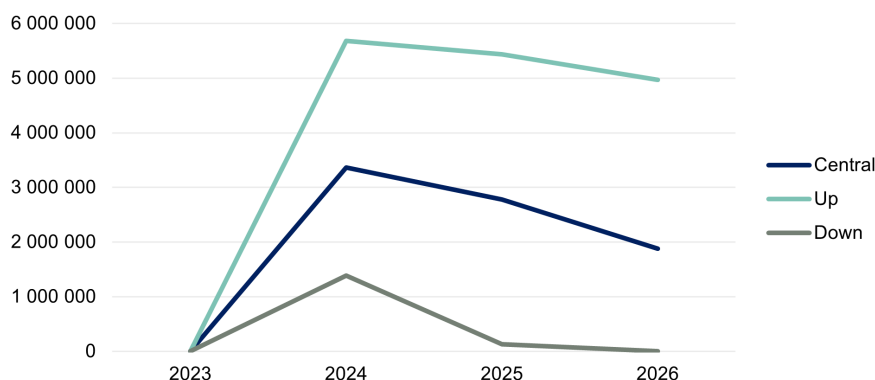


FIGURE 4.10 : Reprise de PPE pour atteindre le taux cible

La variation de la PM euro dans les trois scénarios est expliquée par les rachats conjoncturels. Comme présenté dans le graphique, le nombre de rachats observé entre fin 2022 et fin 2025 dans le

scénario *Up* est plus important que celui observé dans les deux autres scénarios.

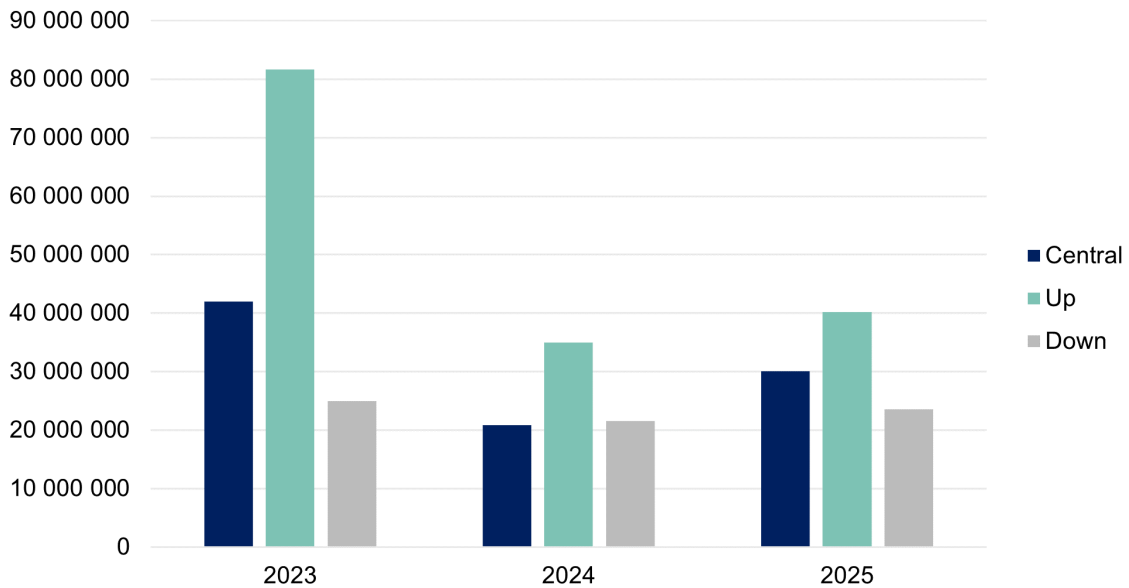


FIGURE 4.11 : Rachats euros observés entre fin 2022 et fin 2025

Par ailleurs, pour valoriser le bilan économique de l'assureur au 31/12/2025 une mise à jour du portefeuille obligataire de l'assureur est également nécessaire. En effet, l'assureur réinvestit tous les ans le nominal remboursé dans une nouvelle OAT 10 ans. Grâce au contexte de remontée des taux en 2022, l'assureur réinvestit dans des obligations reversant des taux de coupon plus élevés. Le portefeuille obligataire de l'assureur à fin 2025 est présenté dans ce qui suit pour chaque scénario.

Maturité	Taux de coupon	Nominal
2026	0.90%	40 072 603
2027	1.20%	47 569 108
2028	1.00%	47 569 108
2029	0.70%	47 569 108
2030	0.10%	47 569 108
2031	0.20%	47 569 108
2032	2.35%	47 569 108
2033	3.34%	76 872 488
2034	3.33%	47 569 106
2035	3.40%	46 709 938

TABLE 4.6 : Portefeuille Obligataire de l'assureur au 31/12/2025 en scénario central

Maturité	Taux de coupon	Nominal
2026	0.90%	30 532 894
2027	1.20%	47 569 108
2028	1.00%	47 569 108
2029	0.70%	47 569 108
2030	0.10%	47 569 108
2031	0.20%	47 569 108
2032	2.35%	47 569 108
2033	4.33%	50 023 839
2034	4.33%	47 569 108
2035	4.37%	33 821 258

TABLE 4.7 : Portefeuille Obligataire de l'assureur au 31/12/2025 en scénario Up

Maturité	Taux de coupon	Nominal
2026	0.90%	45 685 757
2027	1.20%	47 569 108
2028	1.00%	47 569 108
2029	0.70%	47 569 108
2030	0.10%	47 569 108
2031	0.20%	47 569 108
2032	2.35%	47 569 108
2033	2.33%	85 441 837
2034	2.33%	47 569 108
2035	2.37%	46 962 715

TABLE 4.8 : Portefeuille Obligataire de l'assureur au 31/12/2025 en scénario Down

Nous réalisons, à partir de ces résultats, les simulations secondaires en univers risque neutre pour évaluer le bilan de l'assureur.

4.3 Analyse prospective de la solvabilité de l'assureur

Grâce aux résultats des simulations primaires, nous pouvons maintenant valoriser le bilan économique de l'assureur au moment de l'éventuelle entrée en vigueur de la Directive amendée. Pour cela, nous construisons une courbe des taux sans risque au 31/12/2025 pour chaque scénario en *forwardant* les courbes de taux utilisées pour le vieillissement de la compagnie au 31/12/2022. Le niveau de correction pour volatilité retenu pour les trois courbes est celui calculé par l'EIOPA fin 2022 et s'établit à 19 bps. Les courbes sont représentées dans le graphique 4.12 ci-dessous.

Tout d'abord, nous présentons dans la figure suivante le bilan économique et le ratio de solvabilité de l'assureur au 31/12/2025 pour les trois scénarios : Central 4.13, à la hausse 4.14 et la baisse 4.15 des taux. A noter que l'ajustement symétrique considéré dans le calcul du SCR actions est supposé nul.

Le BE le moins élevé est obtenu pour le scénario *Up*. Les rachats intervenants entre fin 2022

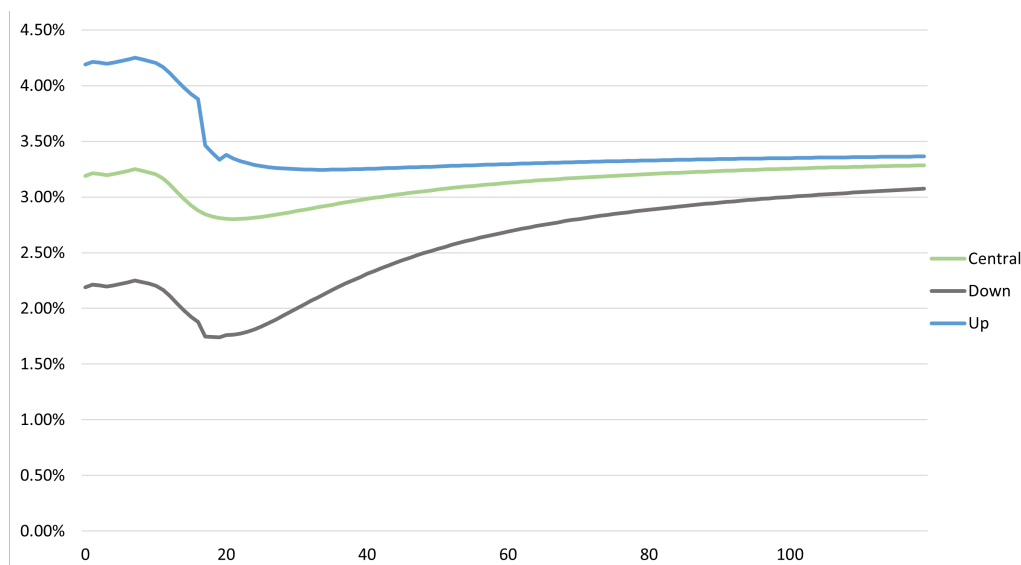


FIGURE 4.12 : Courbes des taux utilisées pour la valorisation du bilan économique de l'assureur au 31/12/2025

Actif		Passif	
Obligations	471 072 733	Net Asset Value	76 283 502
Action	555 091 413	Risk Margin	7 950 742
Immobilier	15 657 487	Best Estimate	969 030 324
Monétaire	11 442 935		
Total	1 053 264 569	Total	1 053 264 569

FIGURE 4.13 : Bilan économique de l'assureur au 31/12/2025 en scénario central

Actif		Passif	
Obligations	410 551 162	Net Asset Value	66 527 167
Action	538 799 678	Risk Margin	8 226 292
Immobilier	13 617 046	Best Estimate	897 559 277
Monétaire	9 344 850		
Total	972 312 737	Total	972 312 737

FIGURE 4.14 : Bilan économique de l'assureur au 31/12/2025 en scénario *Up*

et fin 2026 entraînent un encours euro initial plus réduit que pour les autres scénarios. Par ailleurs, l'environnement économique contraint l'assureur à revaloriser ses encours à un taux plus important. Un nombre plus élevé de rachats est de ce fait observé durant la projection. L'assureur détient toujours en portefeuille d'anciennes obligations reversant des taux de coupon relativement bas. L'inertie obligataire maintient sa sensibilité à la baisse des rachats sur les contrats euros. Cette sensibilité combinée à l'effet d'actualisation explique le niveau de BE obtenu.

Actif		Passif	
Obligations	497 025 949	Net Asset Value	88 247 943
Action	561 673 107	Risk Margin	6 655 584
Immobilier	16 476 225	Best Estimate	993 045 821
Monétaire	12 774 067		
Total	1 087 949 349	Total	1 087 949 349

FIGURE 4.15 : Bilan économique de l'assureur au 31/12/2025 en scénario *Down*

Nous présentons dans la figure 4.16 le SCR de la compagnie. Dans le cas du scénario à la baisse des taux, la valeur de marché des actions et des obligations de l'assureur est plus élevée. Par conséquent, son exposition au risque de taux et au risque actions est plus importante que dans les deux autres scénarios. L'assureur est toujours sensible à la baisse des rachats pour les contrats euros. Néanmoins, au regard de la remontée des taux, nous observons une sensibilité significative au risque de rachat de masse, particulièrement sur les contrats UC. En effet, pour les trois scénarios le SCR de rachats est égal au SCR de rachats de masse.

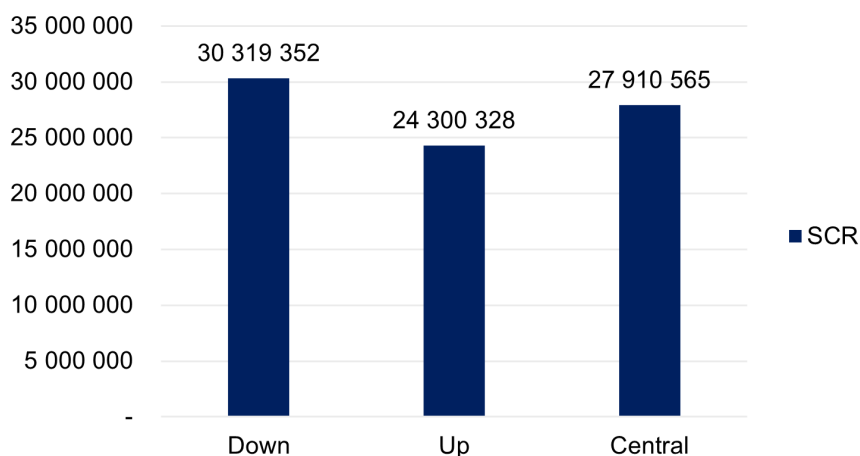


FIGURE 4.16 : SCR de l'assureur au 31/12/2025

Le scénario central est obtenu à partir de la courbe des taux fournie par l'EIOPA au 31/12/2022 *forwardée*. Ce scénario correspond par conséquent à un contexte de remontée brutale des taux d'intérêts. Dans ce scénario, l'environnement économique n'est donc pas optimal pour l'assureur, d'autant plus qu'il est toujours contraint par l'inertie obligataire.

Nous présentons dans la figure 4.17 le ratio de solvabilité de l'assureur dans les trois scénarios. Le scénario pour lequel la situation de solvabilité de l'assureur est la meilleure est le scénario *Down*. En effet, malgré un BE et un SCR plus élevés en scénario de baisse des taux, le ratio de solvabilité de l'assureur s'élève à **298%**. Ce scénario peut être perçu comme un équilibre pour l'assureur. Il représente un contexte de remontée progressive des taux. Le taux cible de revalorisation est plus bas que dans les autres scénarios. L'assureur réussit par conséquent à l'atteindre plus aisément. Les taux de coupons des obligations détenues en portefeuilles ne sont pas très élevés mais sont assez proches du niveau de taux cible souhaité. L'assureur se libère progressivement de son inertie obligataire en réinvestissant dans des obligations plus rentables. De plus, la valeur de marché initiale de l'actif en scénario de baisse

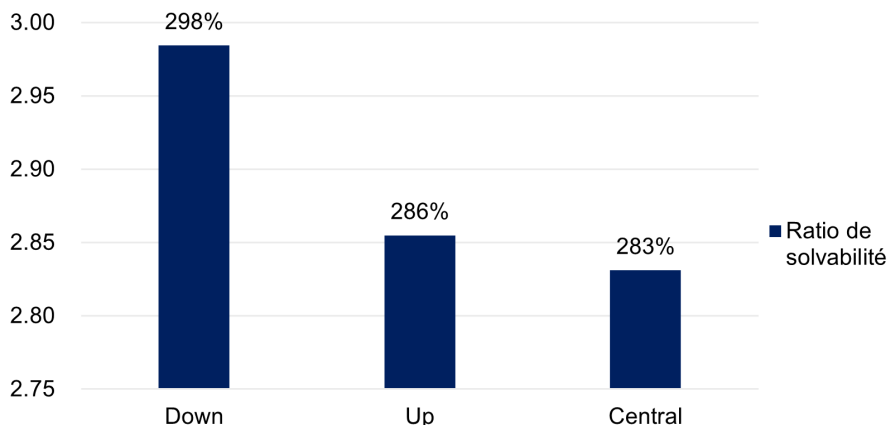


FIGURE 4.17 : Ratio de solvabilité de l'assureur au 31/12/2025

des taux est plus élevée. L'assureur possède plus de richesse, sa NAV est par conséquent plus élevée et compense les niveaux de BE et de SCR observés.

Nous appliquons maintenant les modifications envisagées dans le cadre de la révision de la Directive Solvabilité 2. Nous présentons dans les figures suivantes l'évolution du ratio de solvabilité après application de chaque amendement et pour les trois scénarios : central4.18, à la hausse 4.19 et à la baisse des taux 4.20.

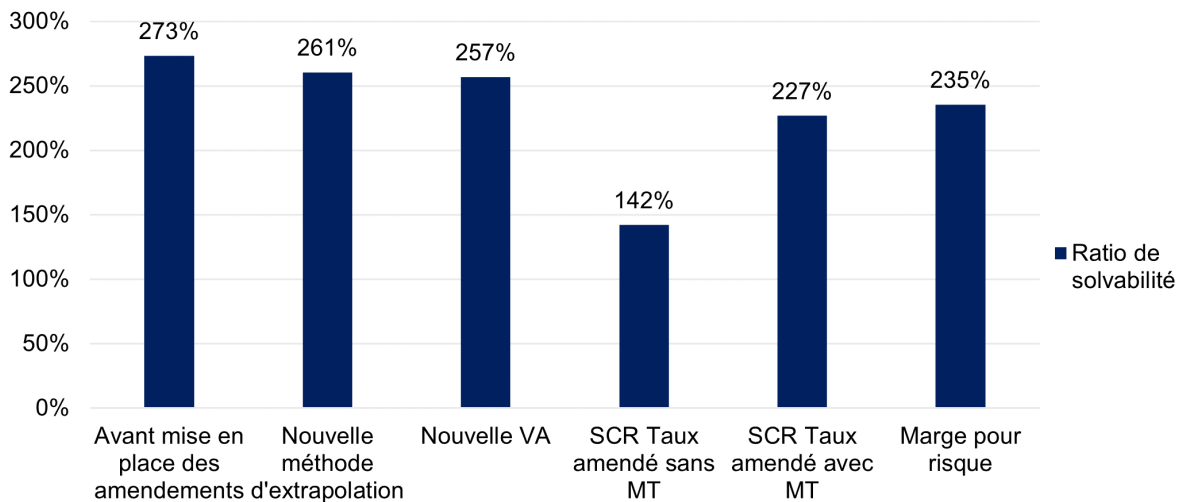


FIGURE 4.18 : Variation du ratio de solvabilité au 31/12/2025 après mise en place des amendements en scénario central

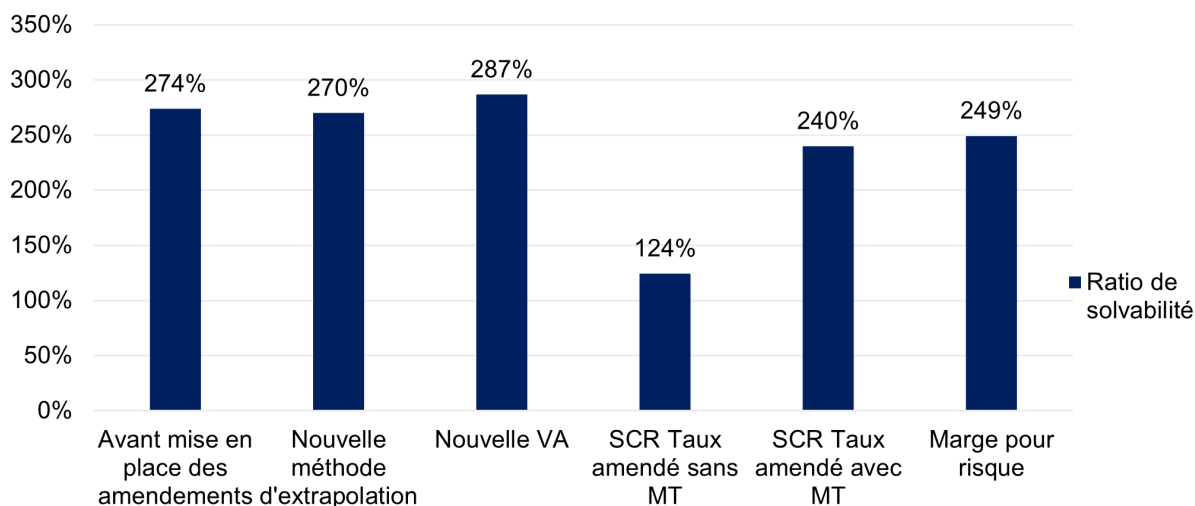


FIGURE 4.19 : Variation du ratio de solvabilité au 31/12/2025 après mise en place des amendements en scénario *Up*

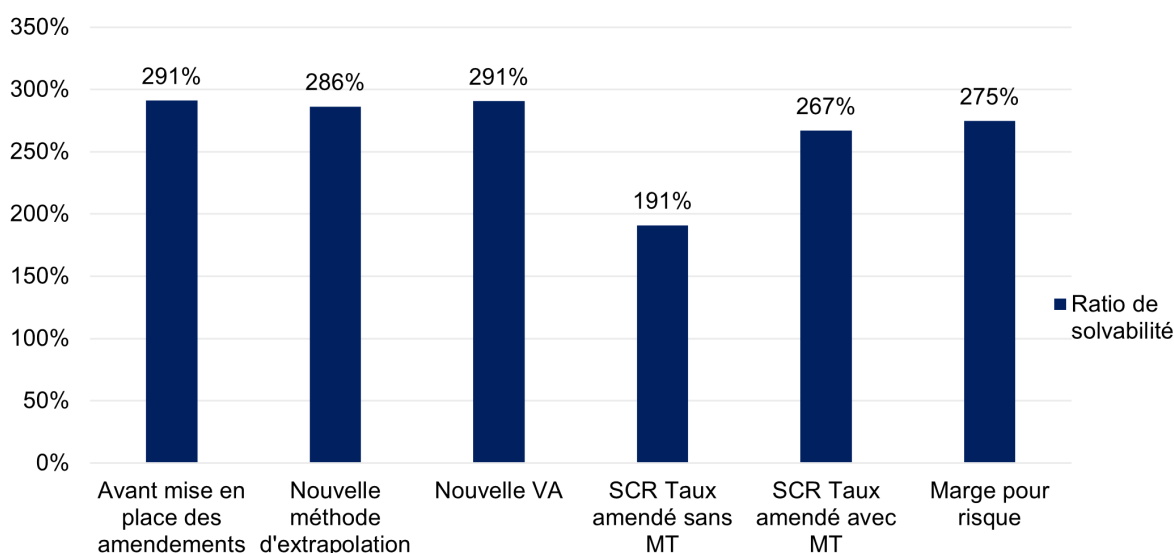


FIGURE 4.20 : Variation du ratio de solvabilité au 31/12/2025 après mise en place des amendements en scénario *Down*

L'impact sur la solvabilité de l'assureur est comparable à celui observé fin 2021. Sauf dans le cas de l'application d'une VA propre à l'assureur en scénario central où l'on observe une baisse du ratio de solvabilité. Le niveau de VA étant élevé au 31/12/2022 (19 bps), l'introduction de la VA propre à l'assureur a un impact plus marqué qu'au 31/12/2021. Nous présentons dans le tableau 4.9 ci-dessous, les niveaux de VA (en bps) obtenus à l'aide de la nouvelle approche de calcul. Cette modification entraîne une baisse du BE dans les scénarios *Down* et *Up* due à l'effet d'actualisation.

Le scénario central correspond à une remontée brutale des taux, le fait d'appliquer un niveau de VA plus élevé à la courbe augmente la sensibilité de l'assureur au risque de rachats de masse. La hausse du niveau des taux engendrée par ce changement entraîne une hausse du taux de rentabilité

VA nouvelle approche		
Central	Down	Up
31.44	34.60	32.41

TABLE 4.9 : VA propre à l'assureur au 31/12/2025

des actions. L'assureur est par conséquent plus exposé au risque action. La baisse de BE ne compense pas la hausse de SCR observée.

Le recalibrage du SCR Taux dégrade significativement la situation de solvabilité de l'assureur dans les trois scénarios. Cet effet est dû au mismatch de duration actif/passif qui rend l'assureur plus sensible au risque de taux. La solvabilité de l'assureur est particulièrement dégradée dans le scénario *Up*. La nouvelle approche de choc des taux permet d'obtenir une amplitude finale plus importante. La baisse des taux est très marquée dans ce scénario. Nous observons de ce fait une importante baisse des rachats conjoncturels au cours de la projection. De plus, au vu de la baisse des rachats nous observons une hausse du terminal surplus. La hausse du terminal surplus et de l'encours euro durant la projection entraîne une augmentation significative du BE de l'assureur.

Malgré la remontée des taux et la présence de nouvelles obligations plus rentables en portefeuille, l'assureur fait toujours face à une inertie obligataire et reste sensible à la baisse des rachats sur les contrats euros. Son passif appartient toujours à la catégorie 2 d'illiquidité. Nous intégrons alors une poche de LTEI à son portefeuille. Elle représente 20% de la valeur de marché initiale de ses actions. Le risque action constitue toujours la principale exposition de l'assureur. L'activation de cette stratégie d'optimisation permet donc une amélioration de sa situation de solvabilité dans les trois scénarios due au choc amoindri appliqué à ces investissements.

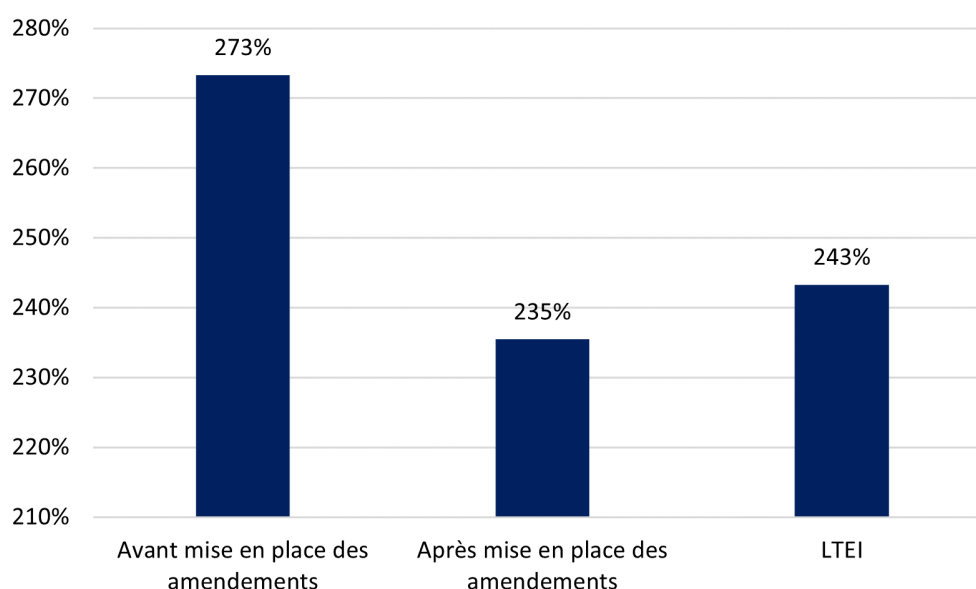


FIGURE 4.21 : Ratio de solvabilité au 31/12/2025 après introduction d'une poche LTEI en scénario central

L'intensité des chocs liés à une éventuelle entrée en vigueur de la Directive S2 amendée, dépend de l'environnement économique dans lequel évolue l'assureur et de son profil de risque. Comme précisé

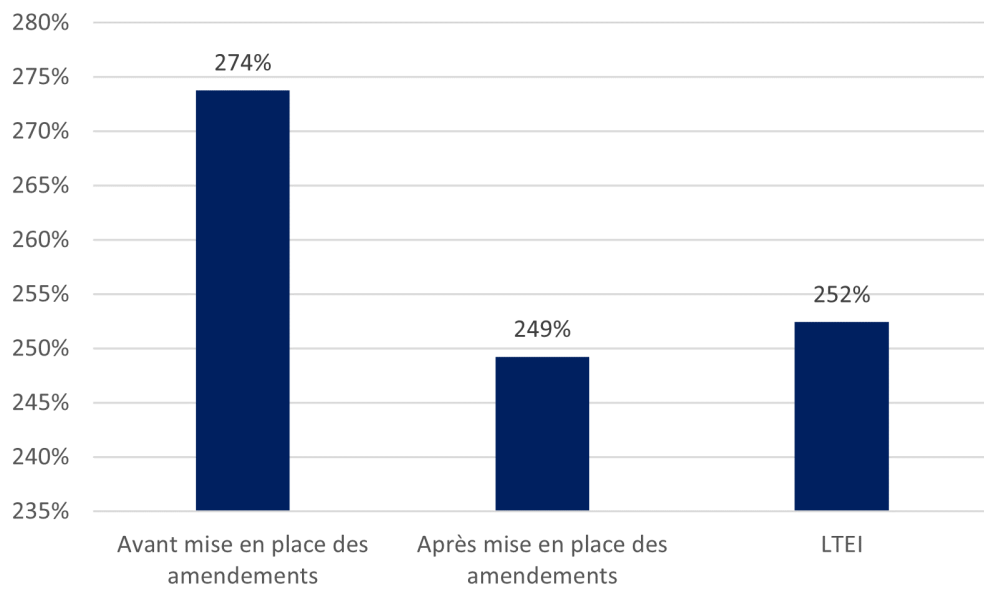


FIGURE 4.22 : Ratio de solvabilité au 31/12/2025 après introduction d'une poche LTEI en scénario Up

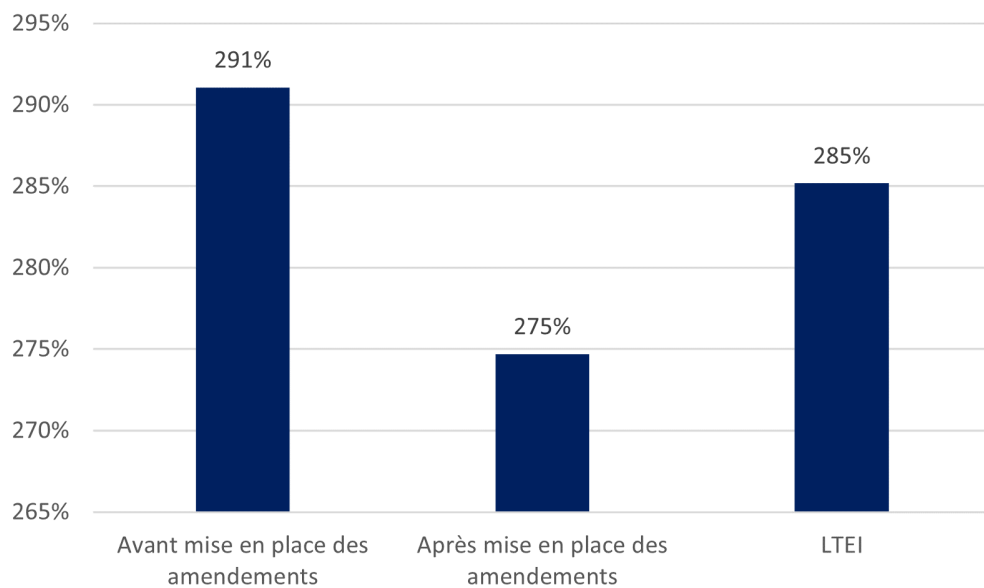


FIGURE 4.23 : Ratio de solvabilité au 31/12/2025 après introduction d'une poche LTEI en scénario Down

dans le précédent chapitre, la spécificité des hypothèses retenues dans le modèle ALM comme le paramétrage du taux cible impacte significativement les variations observées lors de cette étude, d'autant plus que l'assureur évolue dans un contexte de remontée des taux. Le portefeuille de contrat simplifié de l'assureur fictif et la modélisation simpliste ne permettent pas une généralisation de ces résultats.

Conclusion

Une revue de la Directive Solvabilité 2 est en cours de discussion au sein de la Commission européenne, elle entrerait en vigueur entre 2025 et 2026. Elle vise à réduire la complexité du cadre prudentiel, à lever les freins au financement de long terme et à adapter le régime au contexte économique. Cette revue constitue un enjeu majeur pour les assureurs-vie ayant des engagements de longue durée. Un large spectre de sujets sont balayés par ce projet. Nous étudions l'impact sur un assureur-vie de l'entrée en vigueur des amendements prévus. A savoir, la refonte du calibrage du risque de taux, la modification de la méthode d'extrapolation de la courbe des taux, l'introduction d'une correction pour volatilité spécifique à l'assureur ou encore la modification du calcul de la marge pour risque. L'étude est réalisée à différentes dates d'arrêté comptable permettant ainsi de capter l'impact d'une éventuelle entrée en vigueur de la révision S2 dans différents contextes économiques.

La méthode actuelle d'extrapolation de la courbe des taux sous-estime fortement les taux de marchés au-delà du dernier point de liquidité. Pour cette raison, l'EIOPA envisage une modification de la méthode d'extrapolation de la courbe des taux sans risques, utilisée pour l'évaluation des engagements de l'assureur. Nous commençons par appliquer cette mesure dans le cadre de notre étude. Le changement de structure de la courbe des taux dégrade la solvabilité de l'assureur. En effet, la baisse du niveau des taux au-delà du premier point de lissage, induit une hausse du BE. Une perte de fonds propres est par conséquent observée entraînant une diminution marquée du ratio de solvabilité de l'assureur. Dans un second temps, une correction pour volatilité spécifique à l'assureur est introduite. Au regard du niveau relativement faible de la VA au 31/12/2021, l'impact d'une VA propre à l'assureur est négligeable à cette date-là. Dès lors que le niveau de VA est plus élevé, le changement de méthode de calcul entraîne une baisse du BE et donc une hausse du ratio de solvabilité.

La seconde mesure la plus impactante pour l'assureur, est la refonte du calibrage du choc de taux. En effet, l'approche actuelle ne considère pas de choc à la baisse pour les taux négatifs. Le recalibrage du risque de taux proposé par l'EIOPA permet de choquer ces taux, prenant ainsi en compte l'environnement de taux bas. Les assureurs-vie sont particulièrement exposés au scénario à la baisse des taux. De ce fait, le calcul du SCR Taux selon la *relative shift approach* conduit à une hausse significative de la charge en capital de l'assureur. La situation de solvabilité de l'assureur est considérablement dégradée dans le cas où la mesure transitoire n'est pas appliquée. La mesure transitoire atténue significativement l'impact sur le SCR Marché. Le gap de duration constaté explique l'intensité de ce choc. Une diminution du désadossement de l'actif permettrait à l'assureur de diminuer sa sensibilité au risque de taux et par conséquent sa sensibilité au recalibrage du SCR Taux. Finalement, le changement de méthodologie pour le calcul de la marge pour risque engendre une diminution de la RM de l'assureur et permet ainsi d'atténuer l'impact constaté.

Après avoir mesuré l'impact de la révision sur les indicateurs prudentiels de l'assureur, la deuxième partie de notre étude a consisté en l'exploration de stratégies. Nous mettons en place des stratégies d'optimisation des indicateurs de suivi de risque et de performances de l'assureur, dans le cadre de

l'amendement du référentiel prudentiel. L'assureur étudié est fortement exposé au risque actions. La première stratégie consiste à introduire au portefeuille d'actions de l'assureur une poche d'actions de long terme. Ce type d'investissement, bénéficiant d'un choc amoindri dans le cadre du calcul de l'exigence de capital, permet à l'assureur d'alléger son SCR Action et d'améliorer par conséquent son ratio de solvabilité. La présence de contrats 100% Euros, et plus particulièrement de contrats avec TMG, est très couteuse pour l'assureur en termes de BE. Une stratégie d'orientations de l'investissement des assurés est alors mise en place. L'assureur est moins exposé au risque sur les contrats UC. Encourager les assurés à se tourner vers ce genre de supports permettrait une diminution de la PM euros. Cette diminution induit une baisse du BE et engendre par conséquent une hausse des fonds propres et du ratio de solvabilité. Ces deux stratégies combinées atténuent considérablement l'impact des nouveaux amendements et permettent à l'assureur d'améliorer sa solvabilité, dans le cadre de notre étude.

Les résultats quantitatifs obtenus sont à interpréter avec prudence, ils dépendent fortement de la structure de risque et des spécificités de l'assureur sur lequel l'étude a été menée. Toutefois, notre étude ainsi que nos analyses permettent de mettre en avant les principales tendances induites par l'entrée en vigueur de la révision, comme la dégradation de la situation de solvabilité de l'assureur suite au changement de méthode d'extrapolation de la courbe des taux ainsi que la refonte de la formule de calcul du capital en face du risque de taux. D'autres mesures phares comme le changement de la RM et l'allègement des critères d'éligibilité aux investissements de long terme, auront vocation à compenser les pertes liées aux autres mesures. Les assureurs-vie devront être prêts à adapter leur stratégie d'investissement et de gestion pour répondre aux exigences de la révision de la Directive Solvabilité 2. Cela peut inclure des ajustements dans leur portefeuille d'investissement ou encore des améliorations dans la gestion des risques.

Bibliographie

- ACPR (4 avr. 2022). Réglementation européenne : Solvabilité 2. *Banque de France [en ligne]*.
- AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (26 nov. 2021). no 139-2022 La situation des assureurs soumis à Solvabilité II en France fin 2021. *Banque de France [en ligne]*.
- AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (2022a). La revue en cours de Solvabilité II. *Banque de France [en ligne]*.
- AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (ACPR) (4 avr. 2022b). Le marché de l'assurance-vie en 2021. *Banque de France [en ligne]*.
- BANQUE DE FRANCE (2022-12-02). Les Français et l'inflation en 2022. *Le Bulletin de la Banque de France [en ligne]*.
- CERISIER, V. (2021). Application de méthodes de machine learning dans le calcul de la solvabilité infra-annuelle. Mémoire d'actuariat. Paris : Université de Paris-Dauphine.
- COMMISSION EUROPÉENNE (2021). Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. Final 2021/0295 (COD). European Economy. Bruxelles.
- DECUPÈRE, S. (2011). Agrégation des risques et allocation de capital sous Solvabilité II. Mémoire d'actuariat. Paris : ENSAE ParisTech.
- DETROUILLEAU, S. et MOURET, S. (2013). Modèle ALM : Apport de la Logique Floue dans la modélisation des comportements. Mémoire d'actuariat. Paris : ENSAE ParisTech.
- EIOPA (2020). BACKGROUND DOCUMENT ON THE OPINION ON THE 2020 REVIEW OF SOLVENCY II Analysis. EIOPA-BoS-20/750.
- EIOPA (2021a). OPINION ON THE 2020 REVIEW OF SOLVENCY II. EIOPA-BoS-20/749. URL : https://www.eiopa.europa.eu/document-library/opinion/opinion-2020-review-of-solvency-ii_en.
- EIOPA (2021b). Technical documentation of the methodology to derive EIOPA's risk-free interest rate term structures. (EIOPA-BoS-21/475). URL : https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/risk_free_interest_rate/12092019-technical_documentation.pdf.
- FALEH, A., PLANCHET, F. et RULLIÈRE, D. (2010). Les générateurs de Scénarios Économiques : de la conception à la mesure de la qualité. Caisse des Dépôts et Consignations, ISFA- Université Lyon. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00530868/document>.
- FRANCE ASSUREURS (3 fév. 2022). 2021 une année record pour l'assurance vie. *France Assureurs [en ligne]*.
- GVM (2021). Historique des PVL des assureurs-vie fin 2020. URL : <https://www.goodvalueformoney.eu/documentation/plus-values-latentes-globales-non-obligataires-des-assureurs-vie-fin-2020-detail-par-assureur>.
- PELLÉ, A. (2021). Impact des mesures sur les taux d'intérêts de la revoyure Solvabilité II dans le cadre d'un portefeuille épargne. Mémoire d'actuariat. Paris : Université de Paris-Dauphine.
- PLANCHET, F. et KAMEGA, A. (17 oct. 2021). Générateurs de Scénarios Économiques en assurance. Présentation, illustration et utilisation des modèles (Version 1.3).
- SPAC ACTUAIRES (2022). TME : Historique du TME depuis 1996. *SPAC Actuaires [en ligne]*.
- VENARD, B. (2013). L'histoire du marché de l'assurance en France. *Banque de France [en ligne]*.

VIÉ, S. (2022-01-12). Rendements assurance vie : le palmarès 2021 des fonds en euros. *Argus de l'assurance [en ligne]*.

Annexe A

Annexes

A.1 Construction de l'assureur fictif

Pour déterminer le bilan, l'allocation d'actif ainsi que les *Model Points* de passif de l'assureur nous sommes basés sur un benchmark de marché. Grâce aux SFCR de certains assureurs français et à des historiques de rendements nous avons pu établir un profil moyen.

	PT UC/ PT vision sociale	FP/PT euro vision sociale	PTeuro/PT
Moyenne d'acteurs de marché	35%	7%	65%

TABLE A.1 : Ratios moyens de Provisions Techniques

	SCRop/BSCR
Moyenne d'acteurs de marché	8%

TABLE A.2 : Ratio moyen pour l'estimation du SCR opérationnel

	Primes/PM
Moyenne d'acteurs de marché	6%

TABLE A.3 : Ratio moyen pour le montant de primes reversées au cours de l'année 2021

L'estimation de la PPE de la réserve de capitalisation ainsi que du stock initial de plus-values pour les actions et l'immo est obtenu grâce à l'historique de GVFM (2021).

	RKPI/Encours	PPE/Encours
Moyenne d'acteurs de marché	2%	3%

TABLE A.4 : Ratios moyens pour l'estimation de la PPE et de la réserve de capitalisation

	PVL Actions	PVL Immo
Moyenne d'acteurs de marché	21%	40%

TABLE A.5 : PVL moyenne du stock des assureurs à fin 2021

Frais d'acquisition	0.30%
Frais d'administration	0.53%
Frais de gestion des placements	0.20%
Frais gestion de sinistres	0.02%

TABLE A.6 : Taux de frais utilisés pour l'estimation des frais de l'assureur

Proportion moyenne d'actions	6%
Proportion moyenne d'obligations	67%
Proportion moyenne d'OPCVM	25%
Proportion moyenne d'immobilier	2%

TABLE A.7 : Allocation moyenne d'actif

Les frais sont calibrés en cohérence avec ce qui peut être observé sur le marché. Néanmoins, certains ajustements sont réalisés, permettant par exemple de prendre en compte les mécanismes de rétrocessions dans le cas de contrats en UC.

Plus précisément, ils sont implémentés dans notre outil ALM de la manière suivante :

- Les frais de placements : 0.10% pour le fonds en euros et 0.07% pour le fonds en UC ;
- Les frais d'administration : ils prennent également en compte le pourcentage de frais de gestion est sont fixés à 0.3% pour le fonds en euros et 0.15% pour le fonds en UC ;
- Les frais d'acquisition : 0.10% pour l'euros et l'UC.

Les commissions sont considérées nulles dans le cadre de notre étude.

Par ailleurs, les taux de chargements sont calibrés de la façon suivante :

- Le taux de chargement sur acquisition : est défini comme étant égal au taux de frais d'acquisition augmenté de 15 bps pour représenter la marge de l'assureur ;
- Le taux de chargement sur encours : est obtenu comme la somme des taux de frais de gestion et d'administration augmentée d'un certain pourcentage pour représenter la marge de l'assureur et pour prendre en compte les mécanismes de rétrocessions.

Les taux de chargements implémentés, dans le cadre de notre étude, sont détaillés dans le tableau A.8.

Taux de chargement d'acquisition Euro	0.25%
Taux de chargement d'acquisition UC	0.25%
Taux de chargement sur encours Euro	0.60%
Taux de chargement sur encours UC	0.75%

TABLE A.8 : Taux de chargements implémentés dans l'outil ALM

A.2 Model Points de passif de l'assureur au 31/12/2025

	Année de souscription	Age Moyen	PM Euro	PM UC	TMG	Taux servi N-1
stock	2008	69	23 300 944	0	2.50%	2.50%
stock	2012	59	31 826 432	0	1.25%	1.25%
stock	2014	54	53 107 930	12 977 870	0.00%	2.59%
stock	2015	52	45 057 567	18 898 431	0.00%	2.59%
stock	2017	51	38 689 230	25 232 409	0.00%	2.59%
stock	2018	49	40 015 588	26 090 899	0.00%	2.59%
stock	2019	46	33 043 510	32 335 482	0.00%	2.59%
stock	2020	44	33 093 833	32 378 495	0.00%	2.59%
stock	2021	39	53 061 867	39 109 382	0.00%	2.59%
stock	2021	37	46 442 133	45 704 572	0.00%	2.59%
stock	2022	38	35 810 617	58 655 192	0.00%	2.59%
stock	2022	36	29 115 961	65 324 445	0.00%	2.59%
stock	2023	37	8 723 770	10 689 332	0.00%	2.59%
stock	2023	35	7 361 873	14 032 007	0.00%	2.59%
stock	2024	36	8 397 734	10 853 297	0.00%	2.59%
stock	2024	34	7 086 237	14 246 183	0.00%	2.59%
stock	2025	35	7 585 772	10 090 944	0.00%	2.59%
stock	2025	33	6 400 495	13 244 364	0.00%	2.59%

TABLE A.9 : Portefeuille de contrats de l'assureur au 31/12/2025 en scénario central

	Année de souscription	Age Moyen	PM Euro	PM UC	TMG	Taux servi N-1
stock	2008	69	19 921 131	0	2.50%	2.50%
stock	2012	59	27 564 570	0	1.25%	1.25%
stock	2014	54	46 452 131	12 977 870	0.00%	3.31%
stock	2015	52	39 296 091	18 898 431	0.00%	3.31%
stock	2017	51	33 807 375	25 232 409	0.00%	3.31%
stock	2018	49	35 001 227	26 090 899	0.00%	3.31%
stock	2019	46	28 875 543	32 335 482	0.00%	3.31%
stock	2020	44	28 936 333	32 378 495	0.00%	3.31%
stock	2021	39	46 398 182	39 109 382	0.00%	3.31%
stock	2021	37	40 609 717	45 704 572	0.00%	3.31%
stock	2022	38	31 324 149	58 655 192	0.00%	3.31%
stock	2022	36	25 468 280	65 324 445	0.00%	3.31%
stock	2023	37	8 297 906	10 689 332	0.00%	3.31%
stock	2023	35	7 002 492	14 032 007	0.00%	3.31%
stock	2024	36	8 239 380	10 853 297	0.00%	3.31%
stock	2024	34	6 952 613	14 246 183	0.00%	3.31%
stock	2025	35	7 631 732	10 090 944	0.00%	3.31%
stock	2025	33	6 439 274	13 244 364	0.00%	3.31%

TABLE A.10 : Portefeuille de contrats de l'assureur au 31/12/2025 en scénario Up

	Année de souscription	Age Moyen	PM Euro	PM UC	TMG	Taux servi N-1
stock	2008	69	24 017 720	0	2.50%	2.50%
stock	2012	59	34 778 170	0	1.25%	1.25%
stock	2014	54	54 902 413	12 977 870	0.00%	1.90%
stock	2015	52	46 626 195	18 898 431	0.00%	1.90%
stock	2017	51	40 016 002	25 232 409	0.00%	1.90%
stock	2018	49	41 367 456	26 090 899	0.00%	1.90%
stock	2019	46	34 170 828	32 335 482	0.00%	1.90%
stock	2020	44	34 211 732	32 378 495	0.00%	1.90%
stock	2021	39	54 863 087	39 109 382	0.00%	1.90%
stock	2021	37	48 018 664	45 704 572	0.00%	1.90%
stock	2022	38	37 020 068	58 655 192	0.00%	1.90%
stock	2022	36	30 099 288	65 324 445	0.00%	1.90%
stock	2023	37	8 751 715	10 689 332	0.00%	1.90%
stock	2023	35	7 385 456	14 032 007	0.00%	1.90%
stock	2024	36	8 446 083	10 853 297	0.00%	1.90%
stock	2024	34	7 127 035	14 246 183	0.00%	1.90%
stock	2025	35	7 544 543	10 090 944	0.00%	1.90%
stock	2025	33	6 365 708	13 244 364	0.00%	1.90%

TABLE A.11 : Portefeuille de contrats de l'assureur au 31/12/2025 en scénario *Down*