

**Mémoire présenté devant l'ENSAE Paris  
pour l'obtention du diplôme de la filière Actuariat  
et l'admission à l'Institut des Actuares**

**le 10/11/2023**

Par : **Charlotte Briquet**

Titre: **Etude des conséquences de la remontée des taux  
obligatoires sur le portefeuille d'un  
Assureur-vie en euros**

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

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

*Membres présents du jury de la filière*

*Entreprise : Sia Partners*

Nom : Michaël Donio

Signature :



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

*Directeur de mémoire en entreprise :*

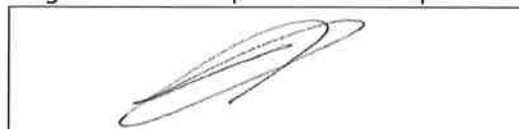
Nom : Antoine Mazurie

Signature :



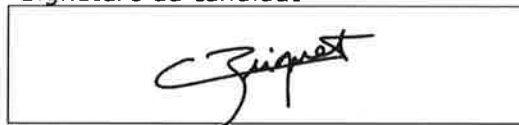
**Autorisation de publication et de  
mise en ligne sur un site de  
diffusion de documents actuariels  
(après expiration de l'éventuel délai de  
confidentialité)**

Signature du responsable entreprise




Secrétariat :

Signature du candidat



Bibliothèque :



ETUDE DES CONSEQUENCES DE  
LA REMONTEE DES TAUX  
OBLIGATAIRES SUR LE  
PORTEFEUILLE D'UN  
ASSUREUR-VIE EN EUROS  
ET TESTS DE DISPOSITIFS COMPTABLES  
CONTRACYCLIQUES VIA UNE PROJECTION ORSA

CHARLOTTE BRIQUET  
SIA PARTNERS  
21 rue de Berri, 75008 Paris

---

## Résumé

---

Les assureurs-vie faisaient face depuis plus de 30 ans à un contexte de baisse des taux, jusqu'à même atteindre des territoires négatifs. Dans un écosystème où les rendements sont difficiles à garantir, ils ont tenté de relancer la collecte des contrats en unités de compte dans lesquels le risque est porté par l'assuré.

A présent, la tendance s'est nettement inversée : ils doivent désormais appréhender une forte hausse des taux. Néanmoins, les contrats en euros étant toujours majoritaires dans les passifs des assureurs, le risque de rachats massifs s'intensifie dans un environnement économique inflationniste. Ces rachats pourraient amener des assureurs en manque de liquidité à réaliser d'importantes moins-values latentes obligataires (du fait de la baisse de valeur de marché des obligations), et à réaliser des pertes après épuisement de la réserve de capitalisation.

Dans le cadre de ce mémoire, nous étudierons les impacts de la levée de certaines contraintes comptables, ainsi que d'une mesure contracyclique permettant d'imposer des pénalités de rachat sur l'ensemble des contrats en euro sur le marché. Ces dispositifs contracycliques seront analysés à l'aune de leur efficacité, leur faisabilité et leurs effets sur les comportements des assurés.

*Mots-clés : taux obligataires, assurance vie, épargne en euros, ALM, ORSA, dispositifs comptables contracycliques, rachats*

---

## Abstract

---

For more than 30 years, life insurers had been dealing with a context of declining interest rates, eventually reaching negative territories. In an ecosystem where returns are challenging to guarantee, they attempted to boost the collection of unit-linked contracts in which the risk is borne by the policyholder.

Now, the trend has clearly reversed: they must now contend with a significant rise in interest rates. Nevertheless, as euro-denominated contracts still dominate insurers' liabilities, the risk of mass lapse intensifies in an inflationary economic environment. These surrenders could lead insurers lacking liquidity to realize substantial bond capital losses (due to bonds' market value decline) and accounting losses in PnL after draining the capitalization reserve.

In the context of this thesis, we will examine the impacts of certain accounting constraints' relief, as well as a countercyclical measure allowing for imposing redemption penalties on all euro-denominated contracts in the market. These countercyclical mechanisms will be analyzed in terms of their effectiveness, feasibility, and their effects on policyholder behaviors.

*Key words: bond rates, life insurance, euro-based savings contracts, ALM, ORSA, countercyclical accounting policies, surrenders*

# Note de synthèse

Cette note de synthèse reprend les trois grandes parties qui composent ce mémoire de manière très condensée. Pour plus de détails, se référer aux parties concernées.

- **Cadre de l'étude**

L'assurance vie demeure, avec le Livret A, l'un des deux placements préférés des Français. Plus de deux Français sur cinq détiennent une assurance vie en 2021, pour un montant total d'encours de 2 160 milliards d'euros, dont les 2/3 sont investis en obligations.

L'année 2022 signe la remontée des taux des obligations d'États la plus importante depuis presque 30 ans. Cela fait suite à la concomitance de deux crises : l'épidémie de coronavirus et la guerre en Ukraine. Entre janvier 2021 et juin 2022, le taux d'intérêt des obligations de l'État français à dix ans est passé de -0,3% à 2,1%, soit 240 points de base en seulement 18 mois (dont 180 uniquement sur le dernier semestre).

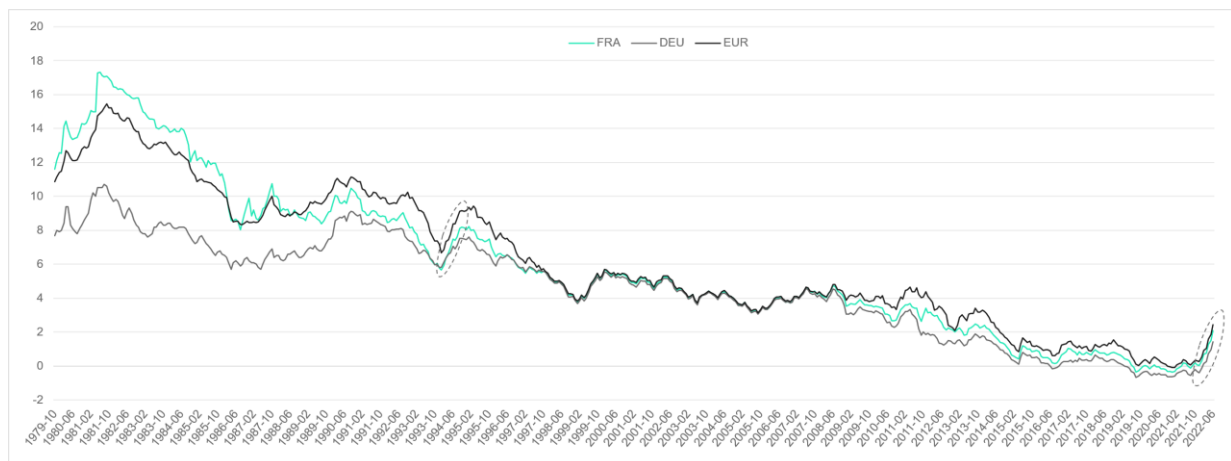


Figure A : Historique des taux d'intérêt des obligations d'Etat français et allemand à maturité 10 ans

Une élévation de la courbe des taux d'intérêt rend les obligations émises sur le marché primaire plus attrayantes que celles déjà en possession des investisseurs car elles offrent de meilleurs rendements. Les investisseurs, pour renouveler leur portefeuille ou faire face à un besoin de liquidité, se mettent donc à vendre leur stock d'obligations qui inonde le marché secondaire. Par la loi de l'offre et de la demande, la valeur de marché des obligations détenues par les investisseurs décroît. Les obligations basculent alors en moins-values latentes.

De plus, la problématique autour du rachat, avant même la remontée des taux, est une préoccupation importante pour les assureurs. Lorsqu'un assuré décide d'interrompre son contrat, il part avec la quote-part d'actifs qui lui est attribuée. En plus de représenter un manque à gagner pour l'assureur qui se rémunère sur les gains réalisés par ses placements, les obligations en sa possession perdent de la valeur en période de taux croissants. Il court le risque de devoir vendre ses actifs en moins-values latentes pour répondre à la volonté de ses assurés. Si ses besoins en liquidités sont trop importants, ils ne peuvent être entièrement

absorbés par les réserves constituées en amont. Les pertes alors engendrées peuvent mener à la faillite de l'assureur.

Pour quantifier et contrôler les risques qu'il encourt, un assureur est tenu par la Directive Solvabilité II d'effectuer des calculs réglementaires et de publier des rapports. L'ORSA en est un exemple.

- **L'ORSA, une projection décalée**

L'Own Risk Solvency Assessment est un dispositif mis en place par les organismes assurantiels dans le cadre de leur système de gestion des risques et conformément aux prérogatives réglementaires de la Directive Solvabilité II pour l'auto-évaluation prospective de la solvabilité et des risques, et cela au service d'un pilotage stratégique. Le pilotage est défini sur un horizon de temps prédéfini, en général trois ou cinq ans, à l'image d'un business plan d'entreprise.

Ce dispositif permet donc l'évaluation et le suivi sur plusieurs années des indicateurs de risque, et a pour vocation de comparer ces indicateurs à ceux obtenus dans des contextes différents. Dans ce mémoire, ces contextes correspondent à des tests de mesures contracycliques dans le but de venir en aide aux assureurs durant un remontée des taux obligataires.

Comme cette évaluation doit être prospective, les sociétés d'assurance doivent disposer d'un modèle de projection dite « décalée ».

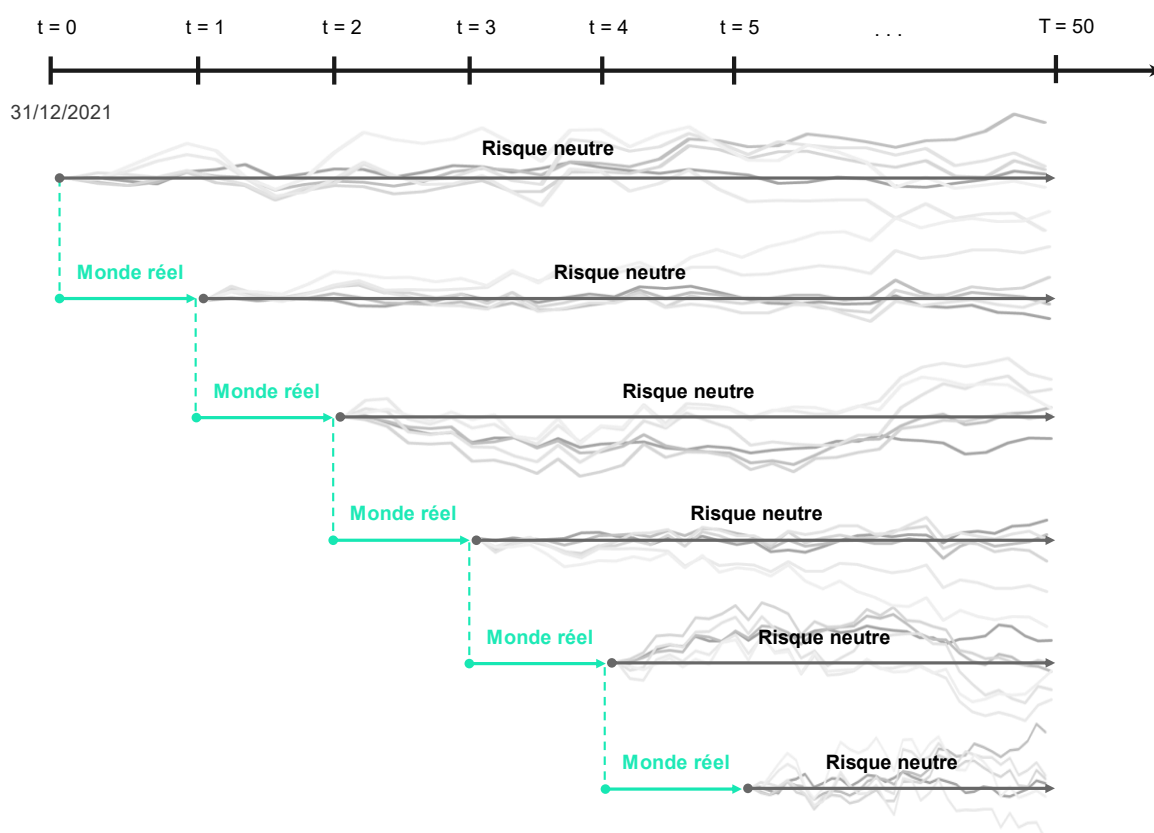


Figure B : Projection décalée de type ORSA sur 5 ans

Des développements ont été nécessaires au modèle ALM préexistant pour réaliser la projection ORSA. En premier lieu, le modèle ne permettait pas la gestion de primes périodiques ou de versements libres ce qui est problématique pour la prise en compte d'affaires nouvelles. Le mécanisme de comptabilisation des primes et des chargements d'acquisition a donc été ajouté.

$$PM_{cl\acute{o}ture} = PM_{ouverture} - prestations - chargements\ reels + IT + PB_{distribuee} + primes\ nettes$$

Il a aussi fallu déterminer une approche pour calculer les valeurs de marchés et les valeurs comptables des obligations en amont du passage en univers Risque-Neutre.

Un choix a été fait quant à la manière de définir le coefficient de défaut Monde-Réel. Il est exprimé en pourcentage du spread implicite calculé en  $t = 0$  et s'écrivant :

$$s = argmin \left( VM_0^{hyp} - \sum_{i=1}^M CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-(r_0^i + s) \times i} \right)$$

Avec  $CF_{0,i}$  le futur cash-flow  $i$  vu au temps  $t = 0$ ,  $M$  la maturité de l'obligation,  $r_0^i$  le taux Zéro-Coupon de maturité  $i$  en année 0.

Sur la partie stochastique Risque-Neutre de la projection, le coefficient de défaut Monde-Réel vaut 100% mais est fixé à 10% sur la déterministe Monde-Réel. La valeur de marché est alors modifiée par rapport au calcul en univers risque neutre puisque le nominal, et donc les cash-flows, sont écartés différemment :

$$CF_{t,i} = (nominal_0^{hyp} \times tauxCoupon + \mathbb{1}_{\{i=M\}} \times nominal_0^{hyp} \times tauxRemb) \times e^{-s \times coefficient_{defautMR} \times t}$$

Enfin des hypothèses d'évolutions d'indicateurs de l'environnement économique ont été posées en tenant compte des estimations d'acteurs du marché au moment de la mise en place de l'étude en été 2022.

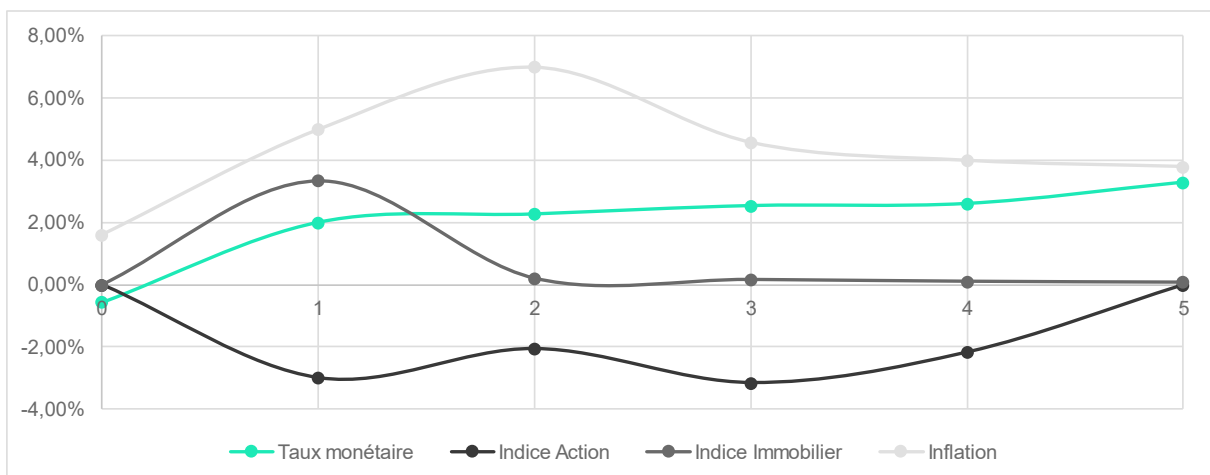


Figure C : Evolution des différents facteurs de risque du GSE déterministe Monde Réel pour les 5 années d'ORSA

L'ensemble de ces résultats est donc par principe limité par les hypothèses posées pour la modélisation et la projection de ces différents indicateurs de risque et dans la mesure de l'utilisation d'un modèle ALM préexistant.

La limite principale de cette projection ORSA réside dans l'absence de calcul du ratio de solvabilité. En effet, dans l'optique d'arbitrer entre le temps dédié au développement du modèle et celui dédié à l'analyse des différentes mesures comptables, le choix a été fait d'utiliser des indicateurs plus simples à mettre en œuvre que le SCR comme le ratio NAV/PM.

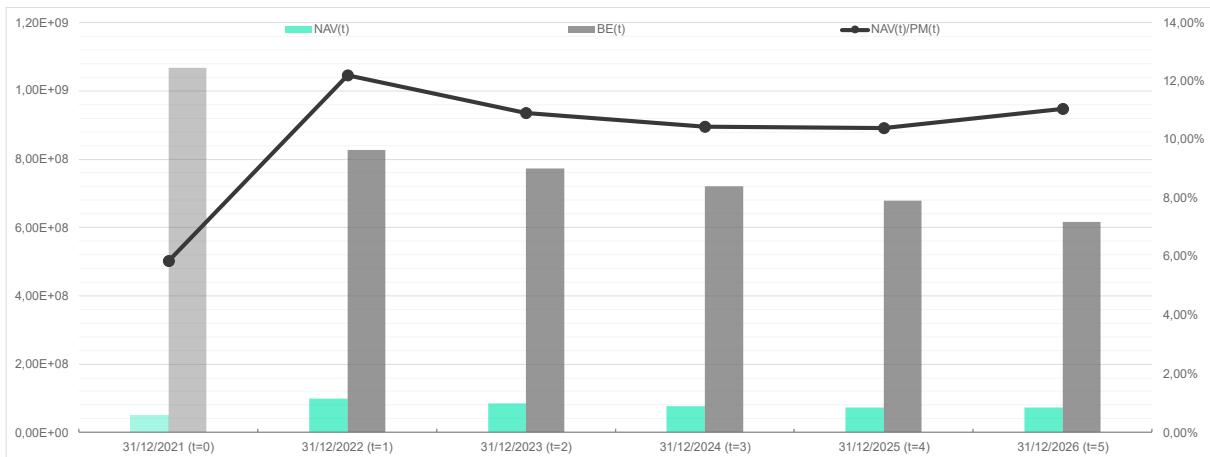


Figure D : Volumes de NAV et BE initiaux et leurs évolutions sur les 5 années d'ORSA

On remarque qu'en réinvestissant dans des obligations aux coupons plus élevés, les assureurs s'émancipent dans un premier temps de la problématique des taux négatifs et des TMG difficiles à honorer. Il y aurait donc une baisse du coût d'option lié aux TMG plus forte que l'augmentation du coût d'option lié aux rachats, le BE baisse davantage que la NAV. En revanche, le stock obligataire passe brutalement et sévèrement en moins-values latentes, jusqu'à épuiser la réserve de capitalisation dans certains cas, forçant les assureurs à enregistrer des pertes.

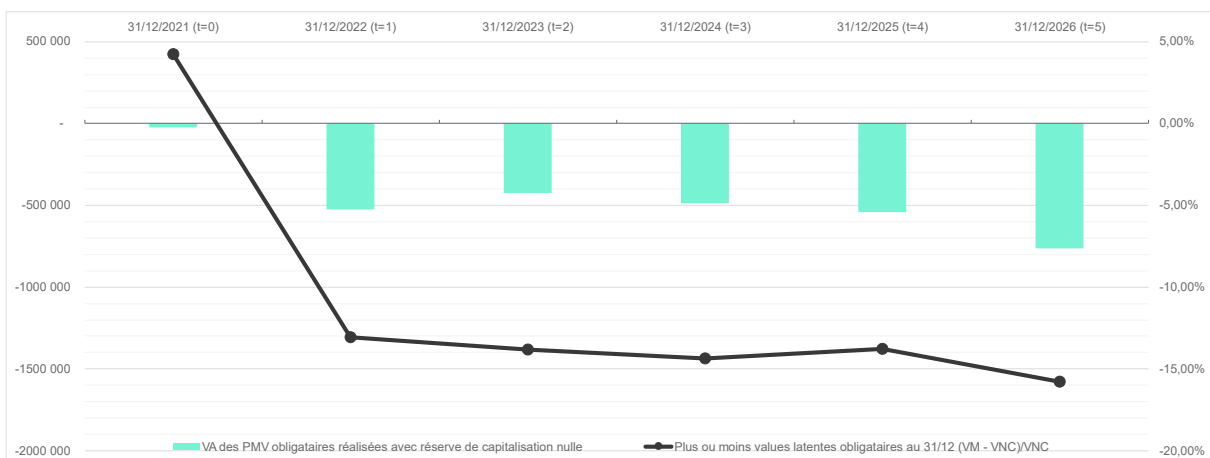


Figure E : Plus ou Moins-Values Latentes obligataires et valeur actualisée des Moins-Values réalisées après l'épuisement de la RC par année



Plusieurs idées de remaniement comptable ou mesures contracycliques sont testées et analysées dans le but de soutenir les sociétés d'assurance durant cette période.

- **Etude de plusieurs mesures contracycliques**

Après la réalisation et l'analyse du scénario central, les 4 tests sont conçus, exécutés et étudiés. Les 3 premiers tests s'intéressent en particulier à des allègements de contraintes comptables : le minimum de Participation aux Bénéfices réglementaire présenté dans l'article A.132-11 du Code des Assurances, la contrainte de durée de détention de la Provisions pour Participation aux Excédents (article A.132-16) et enfin l'emploi de la Réserve de Capitalisation (article A.333-2). Le 4<sup>ème</sup> test, décliné en 3 versions (A, B et C), porte sur la mise en place de pénalités de rachats sur les affaires nouvelles et/ou sur le stock.

variation de NAV/PM pour chaque test	31/12/2021 (t=0)	31/12/2022 (t=1)	31/12/2023 (t=2)	31/12/2024 (t=3)	31/12/2025 (t=4)	31/12/2026 (t=5)
scénario central	5,85%	11,94%	10,51%	9,92%	9,79%	10,22%
test 1 : partage des pertes financières	+0,003%					
test 2 : allongement de la PPE	+0,167%					
test 3 : RC finance les IT	+0,651%					
test 4.A : chgt rachats NB	+0,000%	+0,015%	+0,030%	+0,052%	+0,081%	+0,147%
test 4.B : chgt rachats NB&IF	-0,415%	+0,341%	+0,331%	+0,409%	+0,471%	+0,801%
test 4.C : chgt rachats NB&IF en t = 2, 3, 4	+0,000%	+0,000%	+0,318%	+0,395%	+0,456%	+0,090%

Figure F : Variation du ratio NAV/PM par rapport au scénario central pour chacun des tests

Quelques éléments d'analyse sont donnés ci-dessous :

1. La première idée testée consiste à proposer un nouveau partage du résultat financier entre les assurés et l'assureur. Dans le cas d'un résultat financier négatif, l'assureur est autorisé à faire porter une part de cette perte aux assurés contrairement à ce que le minimum de PB réglementaire exige en temps normal. La part de pertes attribuées aux assurés est fixée à 15% de manière symétrique aux profits financiers (dont 85% revient aux assurés et 15% à l'assureur). Les variations engendrées sont faibles et les bénéfices de cette mesure sont peu significatifs. De plus, ce dispositif pourrait avoir un effet négatif sur l'attractivité de l'assureur, les assurés étant attachés aux garanties que leurs contrats en euros offrent. Il serait de surcroît difficilement compréhensible et acceptable car les pertes financières dépendent de l'assureur et de sa stratégie d'investissement, il devrait donc en être le garant.
2. Dans un deuxième test, il s'agit d'étudier la prolongation de la durée de détention maximale de la PPE de 8 à 15 ans. Il arrive que dans certains cas, l'assureur se voit

contraint de libérer la richesse dotée en PPE au moment le moins opportun. Si le taux technique est déjà suffisant grâce à des résultats techniques et financiers permettant de satisfaire les assurés, il n'est pas utile voire désavantageux, si l'assureur se retrouve en difficultés les années suivantes, de relâcher de la PPE à ce moment-là. Cette richesse ne serait pas exploitée de manière optimale. L'attrait de cette mesure est de réduire la fréquence de ces situations en rallongeant la durée de détention maximale. Les résultats obtenus sont un peu plus significatifs que ceux du premier test mais restent limités. Concernant les conséquences sur les assurés, plus le délai de détention de la PPE est long plus ils risquent d'être sortis du portefeuille, pour cause de décès ou de rachat, avant que cette richesse ne leur soit octroyée. Néanmoins, ils n'ont pas connaissance de cela car l'ancienneté de la PPE n'est pas communiquée par l'assureur, et il ne s'agit que du principe de mutualisation. De plus, une mesure contracyclique a déjà été adoptée par le passé sur la PPE. Compte tenu de l'absence de contre-indication majeure à la mise en place de cette mesure, son efficacité peut être considérée comme convenable.

3. Le troisième scénario de test mis en œuvre autorise les assureurs à puiser dans la Réserve de Capitalisation pour assumer les besoins contractuels liés aux Intérêts Techniques lorsque les produits financiers sont insuffisants. Il s'agit donc d'ajouter un levier supplémentaire dans la fonction de Participation aux Bénéfices dans le but d'atténuer le risque de devoir puiser dans les Fonds Propres. Même si ce test génère l'amélioration de la NAV la plus significative, sa mise en application serait la moins probable car cela inciterait les assureurs à gonfler leur résultat présent au détriment du futur. En puisant dans la Réserve de Capitalisation pour financer les Intérêts Techniques, le résultat serait meilleur cependant la RC ainsi vidée ne pourrait plus remplir sa fonction principale d'absorption des moins-values obligataires alors même que le contexte de remontée des taux fait basculer les obligations en moins-values latentes. Ce serait se priver de l'outil justement mis en place pour parer ce genre de situation et les assurés finiraient par en pâtir.
4. Le quatrième et dernier dispositif, décliné en trois sous tests A, B et C, consiste à imposer un coût de résiliation aux assurés. Ainsi, les prestations de rachats versées aux assurés sont amputées d'un montant de chargements sur rachats de 0,5%. Ces pénalités ont un double effet : l'aspect monétaire avec le chiffre d'affaires supplémentaire que génèrent ces chargements et l'aspect psychologique sur les assurés qui les inciterait à éviter les comportements de rachats. Plusieurs versions du test sont proposées de manière à trouver un arbitrage plus optimal entre la faisabilité et l'efficacité de la mesure. On observe alors que la mise en place de frottements sur les rachats après l'initiation de la remontée de taux permet d'améliorer la NAV et de réduire les pertes réalisées lorsque la Réserve de Capitalisation est épuisée, de façon assez significative. D'autant plus que l'ACPR détient déjà le pouvoir de bloquer ou limiter les rachats sur les contrats d'assurance vie lorsqu'une crise financière systémique grave a lieu. Il serait donc relativement envisageable de mettre en place une mesure transitoire autorisant l'application de chargements sur rachats aux contrats déjà en stock (In Force) en plus des affaires nouvelles (New Business).

# Executive Summary

This Executive Summary summarizes the three main sections of the thesis in a very condensed form. For further details, please refer to the relevant sections.

- **Framework of the study**

Along with the Livret A passbook savings account, life insurance remains one of French people's two favorite investments. In 2021, more than two out of five French people hold life insurance, with total assets of 2,160 billion euros, 2/3 of which invested in bonds.

The year 2022 marks the biggest rise in government bond yields in almost 30 years. This follows the concomitance of two crises: the coronavirus epidemic and the war in Ukraine. Between January 2021 and June 2022, the interest rate on ten-year French government bonds rose from -0.3% to 2.1%, i.e. 240 basis points in just 18 months (180 of which in the last six months alone).

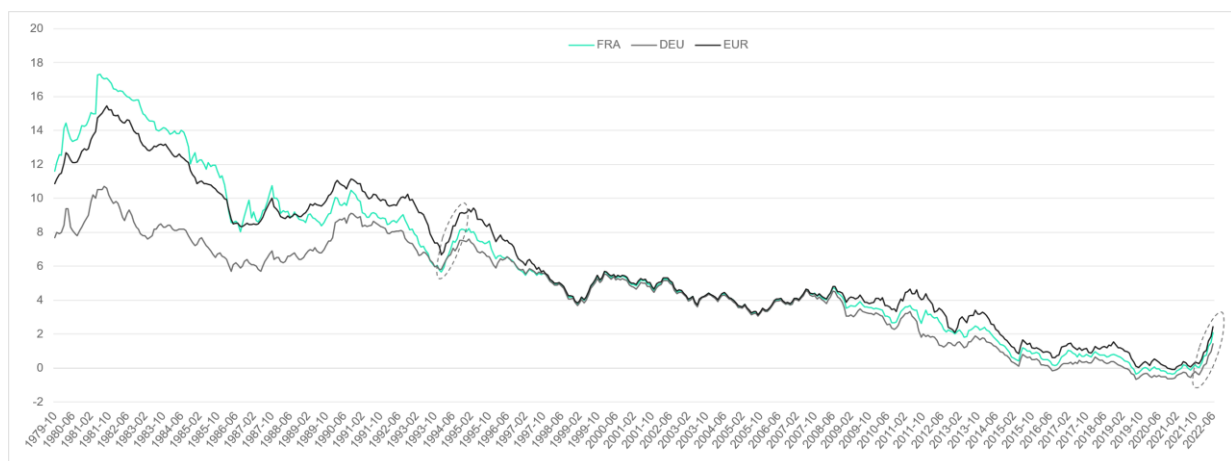


Figure A: Historical interest rates on 10-year French and German government bonds

A rise in the yield curve makes bonds issued on the primary market more attractive than those already in the hands of investors, as they offer higher yields. To renew their portfolios or meet liquidity needs, investors start selling their stock of bonds, which floods the secondary market. By the law of supply and demand, the market value of the bonds held by investors declines. As a result, the bonds become unrealized capital losses.

In addition, the issue of surrenders, even before interest rates rise, is a major concern for insurers. When policyholders decide to terminate their contracts, they leave with the share of assets allocated to them. In addition to representing a loss of earnings for the insurer, who is remunerated on the gains made by his investments, the bonds in his possession lose value in periods of rising rates. The insurer runs the risk of having to sell its unrealized capital losses in order to meet the needs of its policyholders. If liquidity needs are too great, they cannot be

fully absorbed by reserves built up in advance. The resulting losses can lead to the insurer's bankruptcy.

To quantify and control the risks they incur, insurers are required by the Solvency II Directive to carry out regulatory calculations and publish reports. ORSA is one example.

- **ORSA, a time-shifted projection**

Own Risk Solvency Assessment is a system implemented by insurance companies as part of their risk management system, and in accordance with the regulatory prerogatives of the Solvency II Directive, for the prospective self-assessment of solvency and risks, in the service of strategic management. Steering is defined over a predefined time horizon, generally three or five years, similar to a company's business plan.

This system enables risk indicators to be evaluated and monitored over several years and is designed to compare these indicators with those obtained in different contexts. In this study, these contexts correspond to tests of countercyclical measures designed to assist insurers during a rise in bond yields.

As this assessment has to be forward-looking, insurance companies need a "time-shifted" projection model.

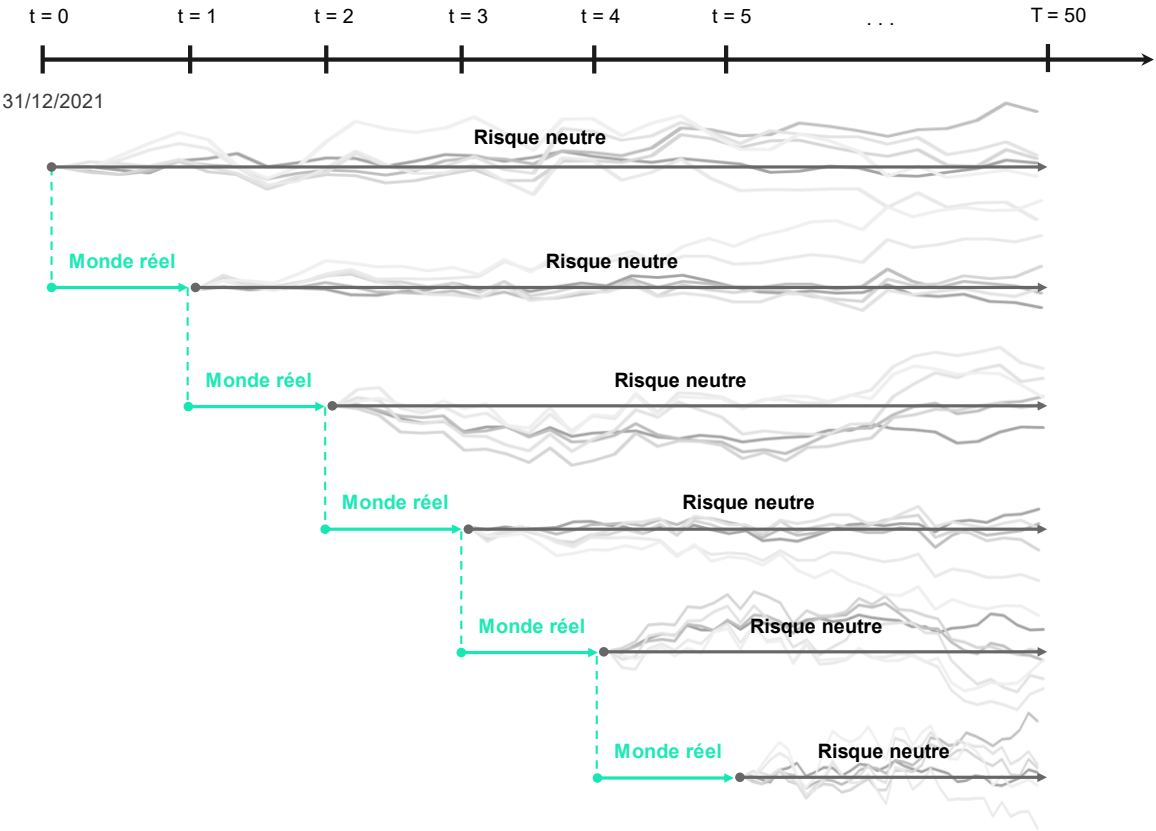


Figure B: Time-shifted 5-year ORSA projection

The pre-existing ALM model had to be further developed in order to carry out the ORSA projection. Firstly, the model did not allow for the management of periodic premiums or free payments, which is problematic when taking new business into account. The mechanism for accounting for premiums and acquisition charges was therefore added.

$$MR_{close} = MR_{open} - services - real\ charges + TI + PS_{distributed} + net\ premium$$

With  $MR$  the mathematical reserves,  $TI$  the technical interests, and  $PS$  the profit sharing.

We also had to determine an approach for calculating the market and book values of bonds prior to the transition to the Risk-Neutral universe.

A choice was made as to how to define the Real-World default coefficient. It is expressed as a percentage of the implicit spread calculated at  $t=0$  and is written as:

$$s = argmin \left( MV_0^{hyp} - \sum_{i=1}^M CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-(r_0^i + s) \times i} \right)$$

With  $MV$  the market value,  $CF_{0,i}$  the future cash flow  $i$  seen at time  $t = 0$ ,  $M$  the maturity of the bond,  $r_0^i$  the Zero-Coupon rate of maturity  $i$  in year 0.

On the stochastic Risk-Neutral part of the projection, the Real-World default coefficient is 100%, but is fixed at 10% on the deterministic Real-World part. The market value is then modified compared with the calculation in the risk-neutral universe, since the nominal value, and therefore the cash flows, are clipped differently:

$$CF_{t,i} = (nominal_0^{hyp} \times couponRate + \mathbb{1}_{\{i=M\}} \times nominal_0^{hyp} \times reimbursementRate) \times e^{-s \times coefficient_{default_{RW}} \times t}$$

Lastly, assumptions regarding changes in economic environment indicators have been made considering the estimates of market stakeholders at the time of the study's implementation in summer 2022.

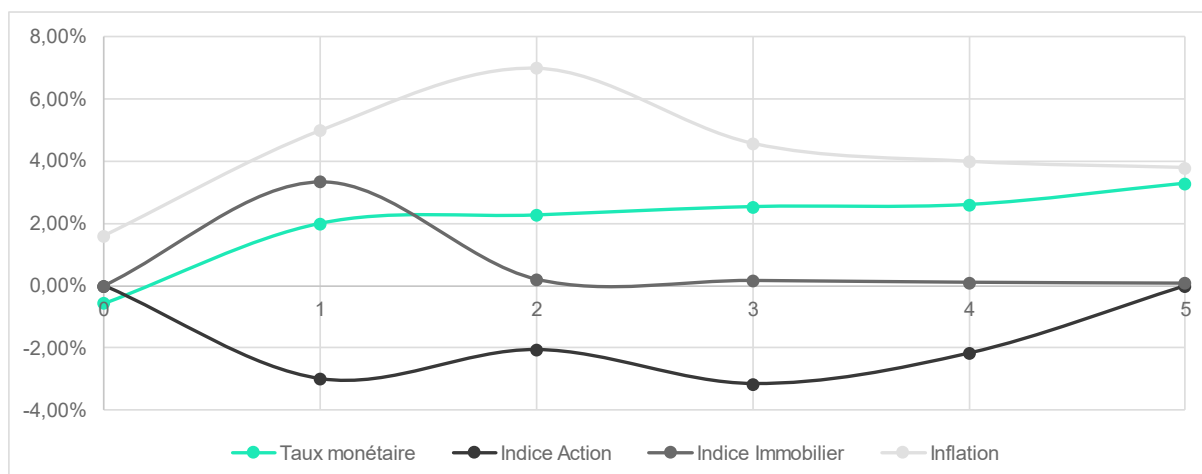


Figure C: Evolution of the various risk factors of the Real World deterministic GSE for the 5 years of ORSA

All these results are therefore limited by the assumptions made for modeling and projecting these various risk indicators, and by the extent to which a pre-existing ALM model is used.

The main limitation of this ORSA projection is the absence of a solvency ratio calculation. In order to balance the time needed to develop the model against the time needed to analyze the various accounting measures, it was decided to use indicators that are simpler to implement than the SCR, such as the NAV/TR ratio (TR: Technical Reserves).

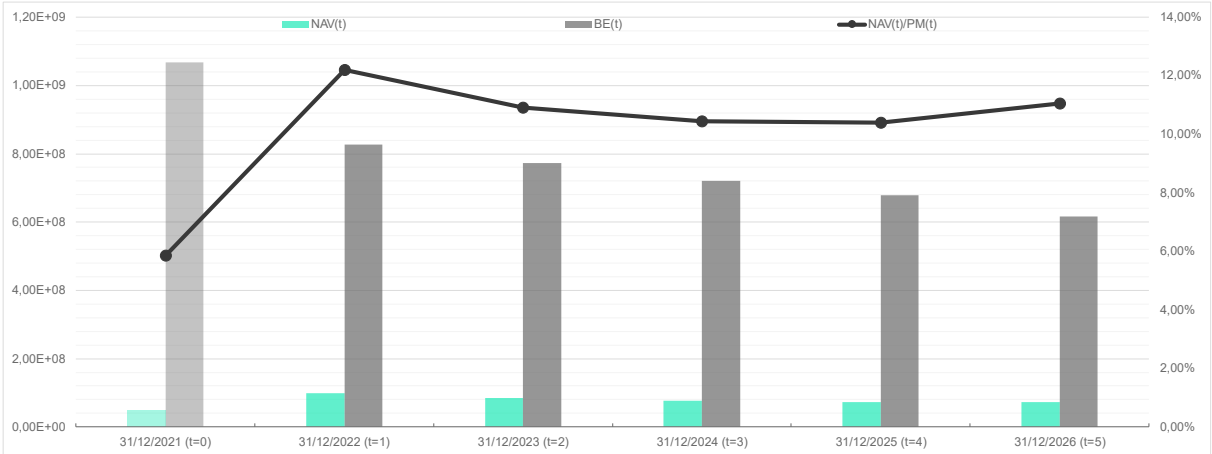


Figure D: Initial NAV and BE volumes and changes over the 5-year ORSA period

By reinvesting in bonds with higher coupons, insurers initially free themselves from the problem of negative rates and minimum guaranteed interest that are difficult to honor. As a result, the cost of options and guarantees linked to minimum interest rates would fall more than the increase in the cost linked to surrenders, and the BE would fall more than the NAV. On the other hand, bond holdings would suddenly and severely fall into unrealized capital losses, to the point of exhausting the capitalization reserve in some cases, forcing insurers to book losses.

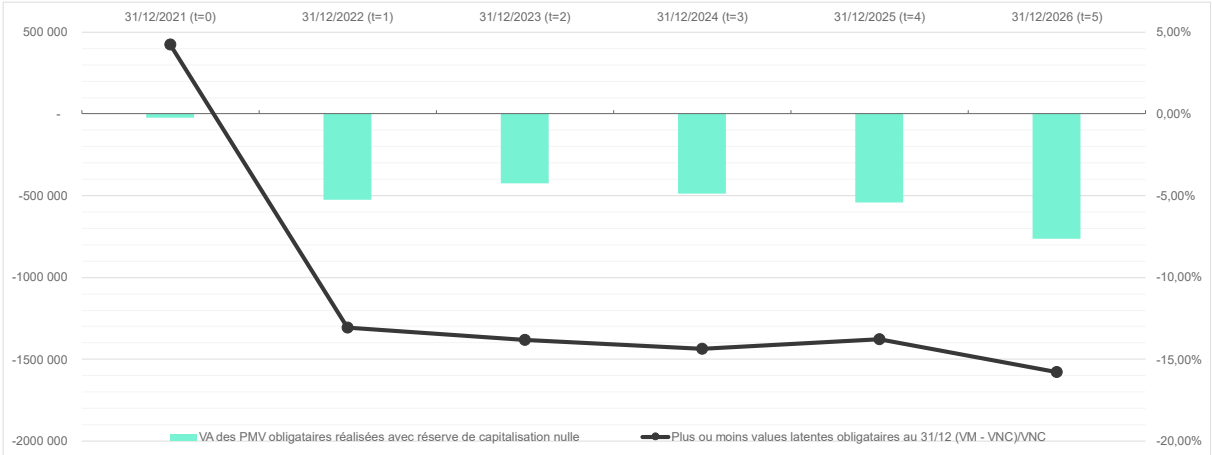


Figure E: Unrealized bond capital gains or losses and present value of realized capital losses after full depletion of Capitalization Reserve of the 5-year ORSA

In the next section, several ideas for accounting reorganization or counter-cyclical measures are tested and analyzed, with the aim of supporting insurance companies during this period.

- **Study of several countercyclical measures**

Once the central scenario has been produced and analyzed, the 4 tests are designed, executed and studied. The first 3 tests focus in particular on relieving accounting constraints: the regulatory minimum profit-sharing requirement set out in article A.132-11 of the French Insurance Code, the holding period constraint for the Profit-Sharing Reserve (article A.132-16) and, finally, the use of the Capitalization Reserve (article A.333-2). The 4th test, available in 3 versions (A, B and C), concerns the introduction of surrender penalties on new business and/or stock (In Force).

variation de NAV/PM pour chaque test	31/12/2021 (t=0)	31/12/2022 (t=1)	31/12/2023 (t=2)	31/12/2024 (t=3)	31/12/2025 (t=4)	31/12/2026 (t=5)
scénario central	5,85%	11,94%	10,51%	9,92%	9,79%	10,22%
test 1 : partage des pertes financières	+0,003%					
test 2 : allongement de la PPE	+0,167%					
test 3 : RC finance les IT	+0,651%					
test 4.A : chgt rachats NB	+0,000%	+0,015%	+0,030%	+0,052%	+0,081%	+0,147%
test 4.B : chgt rachats NB&IF	-0,415%	+0,341%	+0,331%	+0,409%	+0,471%	+0,801%
test 4.C : chgt rachats NB&IF en t = 2, 3, 4	+0,000%	+0,000%	+0,318%	+0,395%	+0,456%	+0,090%

Figure F: Change in NAV/PM compared with the central scenario with New Business for each of the tests.

Some elements of analysis are given below:

1. The first idea tested consists in proposing a new sharing of the financial result between policyholders and the insurer. In the event of a negative financial result, the insurer is authorized to pass on a share of this loss to policyholders, contrary to what the regulatory minimum profit-sharing normally require. The share of losses attributed to policyholders is set at 15%, symmetrically with financial profits (85% to policyholders and 15% to the insurer). The variations generated are small, and the benefits of this measure are insignificant. Moreover, this measure could have a negative effect on the insurer's attractiveness, as policyholders are attached to the guarantees offered by their euro-linked contracts. Besides, it would be difficult to understand and accept, since financial losses depend on the insurer and his investment strategy, and he should therefore be the guarantor.
2. In a second test, the maximum holding period of the profit-sharing reserve (PSR) is extended from 8 to 15 years. In some cases, the insurer may be forced to release PSR assets at the least opportune moment. If the technical rate is already sufficient, thanks to technical and financial results that satisfy policyholders, it is not useful, or even disadvantageous, if the insurer finds itself in difficulties in subsequent years, to release

PSR at this time. This wealth would not be optimally exploited. The appeal of this measure is to reduce the frequency of such situations by extending the maximum holding period. The results obtained are slightly more significant than those of the first test but remain limited. Regarding the impact on policyholders, the longer the holding period, the greater the risk that they will be removed from the portfolio, due to death or surrender, before this wealth is granted to them. However, they are not aware of this, as the insurer does not disclose the length of time the PSR has been held, and it is only a question of the mutualization principle. Furthermore, a counter-cyclical measure has already been adopted in the past on the PSR. Given the absence of any major contraindication to the introduction of this measure, its effectiveness can be considered satisfactory.

3. The third test scenario implemented authorizes insurers to draw on the Capitalization Reserve to meet contractual Technical Interest requirements when financial income is insufficient. The aim is therefore to add additional leverage to the profit-sharing function, in order to mitigate the risk of having to draw on shareholders' equity. Even if this test generates the most significant improvement in NAV, its implementation would be the least likely, as it would encourage insurers to inflate their present results to the detriment of the future. Drawing on the capitalization reserve to finance technical interest would improve results, but the drained reserve would no longer be able to fulfil its main function of absorbing bond capital losses, even though rising interest rates are pushing bonds into unrealized capital losses. This would mean depriving themselves of the very tool that is put in place to counter such situations, and policyholders would end up suffering as a result.
  
4. The fourth and final test scenario, divided into three sub-tests A, B and C, consists in imposing a cancellation cost on policyholders. In this way, surrender benefits paid to policyholders are reduced by a surrender penalty of 0.5%. These penalties have a twofold effect: the monetary aspect, with the additional profit generated by these penalties, and the psychological aspect, which encourages policyholders to avoid surrendering. Several versions of the test are proposed in order to find a more optimal trade-off between the feasibility and effectiveness of the measure. We then observe that the introduction of friction on surrenders after the initiation of the rate rise improves the NAV and reduces the losses realized when the Capitalization Reserve is empty, quite significantly. In addition, so as the ACPR already has the power to block or limit surrenders on life insurance contracts when a serious systemic financial crisis occurs. It would therefore be relatively feasible to introduce a transitional measure authorizing the application of surrender penalties to contracts already in force, in addition to new business.



# Remerciements

Je remercie en premier lieu Michaël Donio, Partner de la Business Unit Actuarial & Quantitative Services de Sia Partners, de m'avoir offert l'opportunité de réaliser mon mémoire au sein du cabinet.

Je tiens ensuite à remercier mon tuteur, Antoine Mazurie, Managing Director, pour son encadrement et l'aide qu'il m'a apportée dans l'écriture et les travaux liés à ce mémoire. Merci aussi à Nicolas Langevin et Murielle Ravelonandro pour leur disponibilité pendant mon stage et leurs conseils notamment sur la partie programmation.

Je souhaite également remercier l'équipe pédagogique du Mastère Actuarial de l'ENSAE Paris, en particulier Caroline Hillairet, professeure en charge de la formation et mon tuteur Nicolas Baradel, enseignant-chercheur.

Je remercie aussi toute l'équipe de la BU AQS de Sia Partners et mes camarades de promotion pour leur accueil chaleureux et bons moments vécus ensemble.

Enfin, je remercie mes proches et ma famille pour leur soutien sans faille.

# Table des matières

Note de synthèse .....	3
Executive Summary .....	9
Remerciements .....	15
Table des matières.....	16
INTRODUCTION.....	18
PARTIE 1 : CADRE DE L'ETUDE .....	20
I.    Revue de l'assurance vie en France .....	21
A. Fondements de l'assurance vie.....	21
B. Contexte historiquement favorable .....	24
II.   Dégradation de l'écosystème des assureurs vie.....	25
A. Etat des lieux du marché obligataire.....	25
B. Incidences sur l'économie .....	28
C. Quels recours pour les assureurs ?.....	30
III.  Les exigences de la Directive Solvabilité II.....	30
A. Disparité des bilans économiques et comptables .....	30
B. Éléments prudentiels.....	33
C. Nécessité de modifier les règlements ?.....	37
IV.  Quantification des risques grâce à l'ALM.....	38
A. Principes généraux.....	38
B. Socle de modélisation .....	40
PARTIE 2 : L'ORSA, UNE PROJECTION DECALEE.....	44
I.    Analyse des risques spécifiques.....	45
A. Pilier II de la Directive.....	45
B. Principe de projection décalée .....	48
II.   Le modèle ALM utilisé pour l'étude.....	51
A. Propriétés du modèle préexistant.....	51
B. Fonction de Participation aux Bénéfices.....	68
III.  Implémentation de la projection ORSA.....	73
A. Développements pour la partie déterministe.....	73
B. Traitement de la partie stochastique.....	76
C. Cohérence du modèle .....	81
PARTIE 3 : ETUDE DE PLUSIEURS MESURES CONTRACYCLIQUES.....	91
I.    Scénarios de tests.....	92
A. Dispositif de partage des pertes financières .....	92

B.	Mesure comptable sur les Provisions pour Participation aux Excédents.....	93
C.	Réemploi de la Réserve de Capitalisation .....	94
II.	Efficacité comparée des différents scénarios en $t=0$ .....	96
A.	Appréciation de leur faisabilité.....	96
B.	Analyse des résultats .....	99
III.	Etude sur les rachats.....	102
A.	Mise en place de frottements sur les rachats.....	102
B.	Tests sur la projection ORSA .....	104
C.	Conclusion sur l'efficience de ces mesures .....	110
	CONCLUSION .....	112
	Bibliographie .....	114
	Annexes .....	116
Annexe 1	.....	116
Annexe 2	.....	118
Annexe 3	.....	119

# INTRODUCTION

L'assurance vie demeure, avec le Livret A, l'un des deux placements préférés des Français. Plus de deux Français sur cinq détiennent une assurance vie en 2021, pour un montant total d'encours de 2 160 milliards d'euros, dont les 2/3 sont investis en obligations.

L'année 2022 signe la remontée des taux des obligations d'États la plus importante depuis presque 30 ans. Cela fait suite à la concomitance de deux crises : l'épidémie de coronavirus et la guerre en Ukraine. Entre janvier 2021 et juin 2022, le taux d'intérêt des obligations de l'Etat français à dix ans est passé de -0,3% à 2,1%, soit 240 points de base en seulement 18 mois (dont 180 uniquement sur le dernier semestre).

Le krach obligataire est particulièrement significatif : la courbe de taux a subi un choc en six mois presque deux fois supérieur à ce que prévoient les exigences en capital de la Directive Solvabilité II pour couvrir le risque de taux d'intérêt sur une année. Comme une hausse des taux obligataires se traduit par une chute de la valeur des obligations, les assureurs, faisant partie des plus gros détenteurs d'obligations, sont largement impactés par la dépréciation brutale de leurs obligations.

De plus, la problématique autour du rachat, avant même la remontée des taux, est une préoccupation importante pour les assureurs. Lorsqu'un assuré décide d'interrompre son contrat, il part avec la quote-part d'actifs qui lui est attribuée. En plus de représenter un manque à gagner pour l'assureur qui se rémunère sur les gains réalisés par ses placements, les obligations en sa possession perdent de la valeur en période de taux croissants. Si ses besoins de liquidités sont trop importants, l'assureur peut être amené à vendre des obligations en moins-values latentes. Après reprise de la totalité de la réserve de capitalisation, il peut être contraint de réaliser des pertes.

Les assureurs ont tenté d'anticiper une remontée des taux en relançant fortement la collecte sur les contrats en unités de compte pour lesquels le risque est porté par les assurés. La hausse des taux est désormais factuelle mais les assurés n'ont pas renoncé à leurs contrats en euros, toujours majoritaires dans le passif des assureurs.

Du côté prudentiel, la hausse des taux a eu plusieurs impacts. En 2022, malgré la diminution des richesses latentes (liée à la diminution des plus ou moins-values latentes), l'augmentation des taux a entraîné une amélioration du ratio de solvabilité et de la NAV. La diminution du coût d'option lié aux garanties de TMG n'a été que partiellement compensée, dans les modèles, par l'augmentation du coût d'option lié aux rachats. Par ailleurs, le marché a assisté à une bascule entre le risque de taux qui est devenu moins coûteux que risque de rachat (du fait du rachat massif).

Si en 2022, la remontée des taux a amélioré les ratios de solvabilité, rien ne permet d'affirmer qu'une prolongation de la tendance à la hausse qui semble se dessiner ne soit favorable. Cela incite à envisager comment le législateur pourrait influencer sur une situation dégradée pour éviter les risques systématiques, notamment à travers l'allègement de certaines contraintes réglementaires.

Des dispositifs analogues ont été adoptés par le passé : en 2020, pour pallier la baisse des taux, le ministère de l'économie et des finances a autorisé les assureurs à intégrer dans leurs calculs de ratio de solvabilité une partie de la PPE en cas de pertes techniques enregistrées sur leur dernier exercice comptable et de défaut de couverture du SCR.

L'objectif de ce mémoire est d'étudier certains dispositifs qui pourraient être mis en place, en s'appuyant sur une projection ORSA dans la cadre de la Directive Solvabilité II.

Cet outil d'aide au pilotage permet l'évaluation et le suivi sur plusieurs années d'indicateurs de risque ou de solvabilité dans le cadre de la stratégie d'un assureur. Cela nécessite un modèle ALM retranscrivant les interactions entre l'actif et le passif de son bilan. Dans l'optique d'arbitrer entre le temps dédié au développement du modèle et celui dédié à l'analyse des différentes mesures comptables, le choix a été fait d'utiliser des indicateurs de risque plus simples à mettre en œuvre que le ratio de solvabilité traditionnellement attendu pour une projection ORSA. Il sera question de comparer ces indicateurs à ceux obtenus dans un contexte différent, ici il s'agira d'étudier les évolutions induites par la mise œuvre des mesures contracycliques.

Les trois premières mesures contracycliques qui seront testées seront centrées sur les allègements de contraintes comptables :

1. La mise en place d'un dispositif de partage des pertes financières à l'instar de celui effectué lorsque le résultat technique est négatif
2. Le rallongement de la durée de détention de la Provision pour Participation aux Excédents à plus de 8 ans
3. Le réemploi de la Réserve de Capitalisation pour servir les Intérêts Techniques

La dernière mesure sera quant à elle orientée vers la prévention des rachats à travers l'application de pénalités.

Dans une première partie, nous présenterons le contexte économique qui a mené à une remontée des taux obligataires, le cadre réglementaire dans lequel se place l'étude et les concepts d'assurance-vie qui nous seront utiles.

Dans un second temps, nous détaillerons le modèle ALM dans lequel nous avons développé notre module ORSA, ainsi que les tests réalisés pour nous assurer de la cohérence de nos résultats.

Enfin, la troisième partie portera sur la présentation, et l'analyse de 4 dispositifs particuliers, à la lumière de leurs impacts potentiels sur l'assureur et les assurés, tout en nous interrogeant sur la possibilité que le législateur accepte leur mise en place.

# PARTIE 1 : CADRE DE L'ETUDE

## SOMMAIRE DE LA PARTIE

- I. Revue de l'assurance vie en France
  - A. Fondements de l'assurance vie
    - 1. Gamme de produits
    - 2. Options proposées aux assurés
  - B. Contexte historiquement favorable
    - 1. Économique et financier
    - 2. Fiscalité avantageuse
- II. Dégradation de l'écosystème des assureurs vie
  - A. Etat des lieux du marché obligataire
    - 1. Un krach historique
    - 2. Premiers effets sur le secteur assurantiel
  - B. Incidences sur l'économie
    - 1. Baisse potentielle du cours des actions
    - 2. Conséquences auxiliaires de l'inflation
  - C. Quels recours pour les assureurs ?
- III. Les exigences de la Directive Solvabilité II
  - A. Disparité des bilans comptables et économiques
    - 1. Pluralité des normes
    - 2. Composition en normes French GAAP
  - B. Éléments prudentiels
    - 1. Formule standard
    - 2. Exposition aux risques
  - C. Nécessité de modifier les règlements ?
- IV. Quantification des risques grâce à l'ALM
  - A. Principes généraux
    - 1. Interaction Actif-Passif et Management Actions
    - 2. Coût des Options et Garanties
  - B. Socle de modélisation
    - 1. Simulations stochastiques
    - 2. Générateur de scénarios économiques

# I. Revue de l'assurance vie en France

## A. Fondements de l'assurance vie

### 1. Gamme de produits

L'assurance vie est un sous-ensemble de garanties liées à l'assurance de personnes portant des engagements sur la durée de vie humaine. Concrètement, le fait générateur de la garantie du contrat dépend d'une table de mortalité toute cause. Contrairement à l'assurance dommage, l'aléa ne porte pas sur la réalisation ou non d'un risque mais sur la date de réalisation de ce risque car le décès est certain.

On distingue en réalité les contrats d'engagements en cas de vie de ceux en cas de décès, la combinaison des deux étant communément appelée « assurance vie ». L'assurance décès est un outil de prévoyance, elle consiste au versement d'un capital ou d'une rente aux bénéficiaires de l'assuré après le décès de ce dernier. En revanche, l'assurance en cas de vie est assimilée à la constitution d'une épargne dont le montant dépend des cotisations versées par l'assuré à l'assureur et de la durée du placement.

Le support d'investissement est un des paramètres essentiels d'un contrat d'assurance vie, il en existe principalement trois formes :

- **Les contrats en euros** : les montants garantis et les primes sont exprimés en euros. L'assureur est tributaire du risque. Il est tenu de reverser une certaine quantité d'euros à l'assuré.
- **Les contrats en Unités de Compte** : les garanties sont exprimées en nombre de parts, par exemple un nombre de parts dans un Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières. L'assureur s'engage uniquement sur un nombre d'UC, pas leur valeur qui fluctue selon l'état du marché. Le risque de pertes potentielles est totalement supporté par l'assuré.
- **Les contrats multi-supports** : le couplage des supports précédents. Une partie des garanties sont référencées sur un ou plusieurs supports en unités de compte tandis qu'une autre partie est en euros. L'assureur garantit le nombre d'euros pour la part du contrat en euros et le nombre d'UC pour la part en UC. Le risque est ainsi partagé entre l'assureur et l'assuré. Un cas particulier du multi-support est le contrat sur fonds euro-croissance : à la frontière entre les fonds euros et les unités de compte, le capital n'est garanti qu'après un placement d'au moins huit ans. Si le souscripteur retire son capital avant le temps imparti, il récupère la performance acquise à date de son épargne sur le marché, peut-être déficitaire.

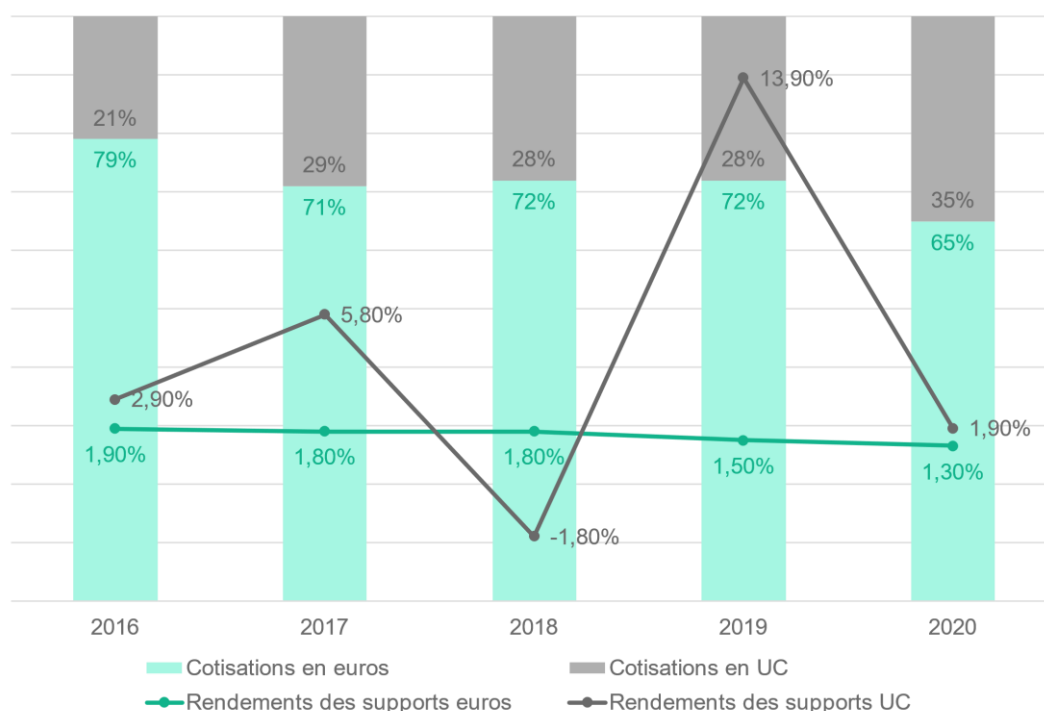


Figure 1 : Répartition des cotisations en euros et en unités de compte (y compris euro-croissance) et évolution des rendements des supports

Même si les assureurs encouragent de plus en plus les assurés à se diriger vers des contrats en UC ou sur des fonds euro-croissance, plus risqués mais susceptibles de proposer des rendements plus élevés, les contrats en euros restent les plus répandus (figure 1).

Cela s'explique par l'effet cliquet dont bénéficient généralement les contrats en euros, les gains réalisés sont définitivement acquis. Ces gains sont matérialisés à l'aide d'un taux de rémunération du capital ou « taux servi » révisé chaque année. Le taux servi minimal est un élément contractuel fondamental dans un contrat d'épargne en euros. Le taux servi se décompose entre le taux d'intérêt technique (Taux Minimum Garanti) et la Participation aux Bénéfices. Le TMG représente le niveau de rendement minimal de l'épargne de l'assuré, défini à la souscription pour toute la durée du contrat. Il est encadré par la réglementation qui plafonne sa valeur sous un certain seuil pour éviter que les assureurs ne prennent trop de risques. Les seuils sont décroissants selon la durée pendant laquelle le taux technique est garanti. Les taux techniques sont régis par l'article A132-1 du code des assurances. Les taux techniques doivent être au plus égaux à 75% du Taux Moyen des Emprunts de l'Etat français et au-delà de huit ans ils ne peuvent dépasser le plus bas des deux taux suivants : 3,5% ou 60% du TME. Le TME est défini par le taux le plus élevé entre le taux à l'émission et le taux de rendement sur le marché secondaire (figure 2).

Ainsi, si une assurance vie en euros est contractée à un taux technique de 1%, l'assureur s'engage à verser au minimum un rendement de 1% par an à l'assuré jusqu'au terme du contrat, en cas de décès ou de rachat. Le taux technique est également un paramètre de tarification d'un contrat, il intervient dans le calcul du tarif de la garantie.

Le taux technique peut être complété par une Participation aux Bénéfices, elle aussi soumise à la législation. Les assureurs doivent verser 85% de leurs bénéfices financiers et 90% de leurs bénéfices techniques aux assurés, dans le cadre de la participation minimale réglementaire à laquelle peut s'ajouter une clause contractuelle. Les assureurs peuvent, pour



des raisons commerciales, aller au-delà de la PB minimale réglementaire en servant une PB cible.

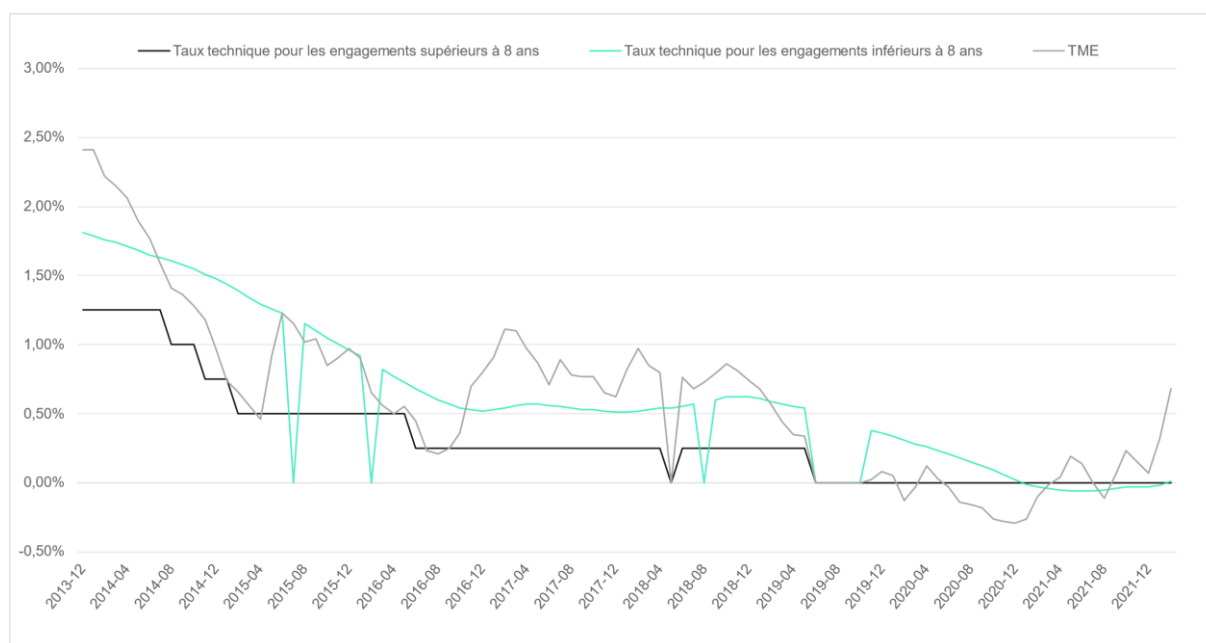


Figure 2 : Historique des taux techniques pour les engagements supérieurs et inférieurs à huit ans.

## 2. Options proposées aux assurés

D'autres paramètres contractuels peuvent être évoqués à la souscription d'une assurance vie.

Un contrat d'assurance vie peut par exemple disposer d'une option de la conversion en rente permettant à l'assuré de choisir entre le versement d'une rente ou d'un capital au terme, en fonction de ses besoins.

Une autre option très répandue est l'option de rachat qui donne à l'assuré le droit de retirer à tout moment le capital épargné. Le rachat peut être partiel ou total. Le rachat est partiel lorsque seule une fraction de la valeur du contrat, constituée des versements de l'assuré et des intérêts capitalisés, est récupérée. Le rachat partiel peut être ponctuel lorsqu'il répond à un besoin particulier de l'assuré ou programmé. Un rachat partiel programmé intervient généralement quand l'assuré arrive à l'âge de la retraite et n'a pas opté pour la conversion en rente. Il peut bénéficier d'un versement régulier d'une somme déterminée à l'avance jusqu'à l'épuisement du capital et des intérêts dans le but d'augmenter ses revenus. Un rachat partiel programmé peut aussi être déclenché à d'autres moments que celui de la retraite ou simplement pour les avantages fiscaux qui en découlent.

A contrario, lorsqu'un rachat est total, l'intégralité de la valeur du contrat est restituée à l'assuré au même moment, le contrat prend fin et l'assuré perd alors l'antériorité fiscale.

Pour les contrats multi-supports, il existe également une option d'arbitrage octroyant à l'assuré la possibilité de modifier la répartition de son épargne entre les différents supports. Dans ce type de contrat, la répartition retenue dépend de l'appétence aux risques de l'assuré.

Dans le cadre de ce mémoire, les produits d'assurance vie modélisés seront majoritairement des contrats d'épargne en euros avec option de rachat mais sans possibilité de conversion en rente ni de pilotage entre euros et UC.

## **B. Contexte historiquement favorable**

### **1. Économique et Financier**

L'assurance vie demeure, avec le Livret A, l'un des deux placements préférés des Français. Plus de deux Français sur cinq détiennent une assurance vie en 2021, pour un montant total d'encours de 2 160 milliards d'euros. Ce chiffre est en forte progression depuis 40 ans.

En 1981, l'épargne sous forme d'assurance vie en France représentait seulement 102 milliards de francs soit un peu plus de 15 milliards d'euros.

Les années 80 sont marquées par un revirement du secteur de l'assurance vie auparavant mal réputé en raison d'un manque de juridiction claire dans le domaine et de démarcheurs parfois peu scrupuleux. La naissance du code des assurances en 1976 permet à l'assurance vie de se moraliser et de gagner en clarté. Son image s'améliore et les Français reprennent confiance.

Contrairement aux anciennes pratiques, les assurés ne sont plus captifs de leurs contrats, ils jouissent d'options de retrait de leur épargne et décident du montant de leurs cotisations. De plus, ce type de placement est à cette époque particulièrement attractif et sécurisé. En 1987, les rendements des fonds euros atteignent 6% après déduction de l'inflation.

La performance d'un contrat en euros est étroitement liée aux rendements des obligations d'États, en continuelle baisse ces 20 dernières années et jusque très récemment. Malgré cela, l'engouement autour des fonds euros reste présent au cours du temps, aujourd'hui soutenu par la montée en puissance des contrats multi-support.

Cet enthousiasme peut en partie s'expliquer par les difficultés rencontrées par le système de retraite par répartition. Avec l'allongement de la durée de vie, et donc de la durée de versement des retraites, la stagnation de la population de cotisants, la baisse de la natalité, le recul de l'âge d'entrée dans la vie d'active, le ralentissement des hausses de salaire, le chômage, etc., ce régime connaît un déséquilibre progressif et ne semble plus adapté au contexte démographique actuel. Les Français ont tendance à se tourner vers l'assurance vie pour compléter le financement de leur retraite.

### **2. Fiscalité avantageuse**

Comme évoqué, l'assurance vie est un produit populaire, d'utilité sociale et qui finance l'économie productive. C'est pourquoi elle dispose d'un traitement fiscal préférentiel qui soutient le secteur assurantiel et renforce son attractivité.

Depuis le 20 novembre 1991, les contrats d'assurance en cas de décès sont totalement exonérés d'impôt sur les successions pour les proches survivants de l'assuré (époux, personne pacsée, conjoint, frère, sœur), ou pour les transmissions à un organisme reconnu

d'utilité publique. En revanche, dans le cas d'autres bénéficiaires (enfants, petits-enfants, neveux ou toute autre personne désignée), le taux d'imposition relève de l'âge de l'assuré au moment du versement des primes mais reste limité : si l'assuré avait moins de 70 ans lors du versement, l'exonération est de 152 500 euros (ou totale si le versement est antérieur au 13 octobre 1998). Si l'assuré avait plus de 70 ans, un droit de succession s'applique sur les versements supérieurs à 30 500 euros, les gains sont quant à eux exonérés.

Cependant, ces aménagements fiscaux tendent à changer. D'après le rapport « Les grands défis économiques », publié en 2021 par les économistes Olivier Blanchard et Jean Tirole, la fiscalité des assurances vie est trop généreuse et aux dépens des finances publiques. Une révision à la baisse de l'exonération d'impôt sur les successions dont bénéficient les assurances vie rehausserait les recettes fiscales de 20%. Une disposition aussi recommandée par l'Organisation de Coopération et de Développement Économique dans son rapport « L'impôt sur les successions » paru la même année, où il est question d'équité : « ces supports fiscalement avantageux sont constitués des mêmes produits de placement que ceux que les individus peuvent détenir autrement ».

Le nouveau système imposerait l'ensemble des transmissions, toutes sources confondues. Le taux d'imposition serait progressif en fonction de la quantité de capitaux transmis et éventuellement réduit selon la relation entre donateur et hériter.

## **II. Dégradation de l'écosystème des assureurs vie**

### **A. Etat des lieux du marché obligataire**

#### **1. Un krach historique**

L'année 2022 signe la remontée des taux des obligations d'États la plus importante depuis presque 30 ans. Cela fait suite à la concomitance de deux crises : l'épidémie de coronavirus et la guerre en Ukraine.

Dès le début de la pandémie de coronavirus, en mars 2020, les banques centrales sont massivement intervenues craignant l'ampleur de la crise sanitaire et de ses répercussions sur l'économie globale et la croissance. Les bilans de la Banque Centrale Européenne et de la Federal Reserve ont explosé, passant de 4700 à 8700 milliards d'euros (resp. 4000 à 8500 milliards de dollars pour la Fed). Ces politiques monétaires expansionnistes ajoutées à la fermeture partielle de l'économie chinoise et au choc sur les prix des matières premières et de l'énergie dû à la guerre en Ukraine ont fait flamber le niveau de l'inflation.

Entre janvier 2021 et juin 2022, le taux d'intérêt des obligations de l'Etat français à dix ans est passé de -0,3% à 2,1%, soit 240 points de base en seulement 18 mois (dont 180 uniquement sur le dernier semestre). Tandis que sur la même période l'inflation française est passée de 0,6% à 5,8%. Avec une croissance du Produit Intérieur Brut faible et un taux de chômage autour des 8%, la France est menacée par un phénomène de stagflation accentuant la problématique de flambée de l'inflation. Un outil à disposition des banques centrales pour réduire les pressions inflationnistes est de remonter ses taux directeurs, les taux d'intérêt des

obligations d'Etat, ce qui va à l'encontre des politiques de Quantitative Easing et de l'environnement de taux bas des vingt dernières années.

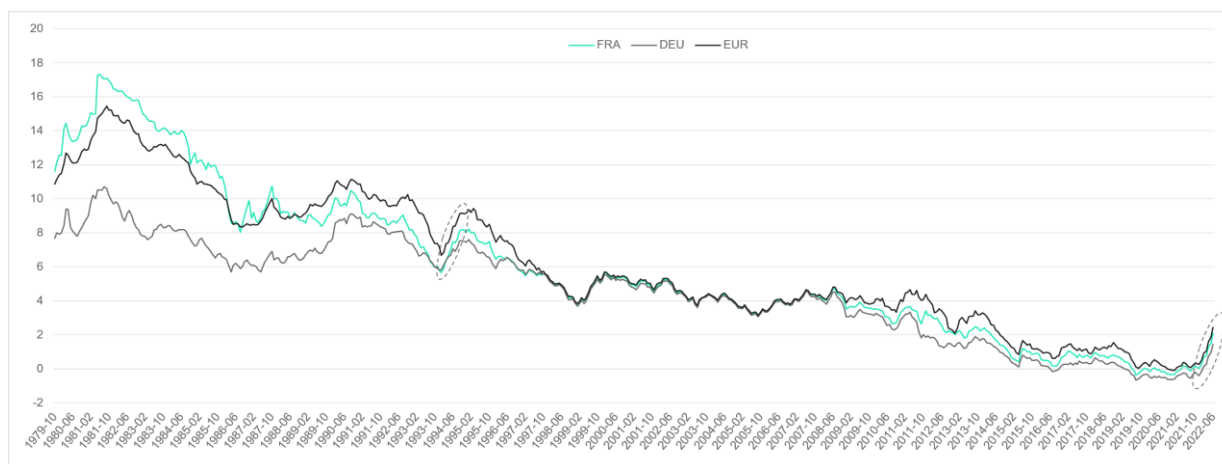


Figure 3 : Historique des taux d'intérêt des obligations d'Etat français et allemand à maturité 10 ans

La dernière inflexion des taux obligataires semble à celle que nous vivons actuellement remonte au krach de 1994 (figure 3) lorsque la Fed prit le marché de court en relevant ses taux directeurs. Le caractère inattendu de cette politique monétaire restrictive affola les investisseurs qui bradèrent leurs anciennes obligations déclenchant une colossale vague de pertes et de volatilité rapidement propagée aux grandes places internationales. A l'époque, le taux de l'Obligation Assimilable du Trésor français à dix ans était passé de 5,7% à 8,2% en moins d'un an.

De tels évènements fragilisent doublement les Etats : les investisseurs n'acceptent de prêter aux pays affaiblis qu'en contrepartie d'une prime de risque élevée. L'augmentation du coût du crédit, induisant une baisse généralisée de l'activité économique et une hausse du chômage, aggrave encore davantage leurs difficultés. Certains économistes estiment que le taux obligataire à 10 ans pourrait rapidement atteindre 4% ce qui freinerait de plus belle les investissements des entreprises mais aussi des ménages.

## 2. Premiers effets sur le secteur assurantiel

Les investisseurs, devenus frileux à l'idée de posséder des obligations émises par un Etat pour financer son déficit public, voient leur propension à vendre leurs obligations s'accroître. Le surplus d'offre sur le marché engendre mécaniquement une baisse du prix. Le coupon lui ne change pas car il est fixé à l'émission en pourcentage de la valeur nominale, mais il devient en proportion plus grand par rapport au prix réduit de l'obligation sur le marché et le taux d'intérêt s'en trouve amplifié. C'est pourquoi une baisse de prix s'accompagne d'une hausse de taux. Et inversement, une élévation de la courbe des taux d'intérêt rend les obligations émises sur le marché primaire plus attrayantes que celles déjà en possession des investisseurs qui, pour renouveler leur portefeuille ou faire face à un besoin de liquidité, doivent vendre une partie de leur stock obligataire à perte.

Les assureurs, faisant partie des plus gros détenteurs d'obligations, sont largement impactés par la dépréciation brutale des obligations. Le mouvement de panique que peut entraîner une remontée des taux intensifie les comportements de rachats des assurés. En manque de liquidité, les assureurs n'ont alors d'autre choix que de vendre leur portefeuille d'obligations en moins-values latentes et de réaliser des pertes, après avoir épuisé leurs réserves.

Le danger de cette remontée des taux est surtout qu'elle n'est pas lente et graduelle. Une hausse progressive des taux peut constituer une source d'opportunités pour les assureurs à long terme, avec une amélioration des performances servies aux assurés sur les fonds euros, grâce aux meilleurs rendements des obligations. D'autant plus que la loi Sapin II de 2016 permet au « Haut Conseil de Stabilité Financière » présidé par le Ministre de l'Economie et des Finances de protéger les organismes financiers en bloquant ou limitant les rachats sur les contrats d'assurance vie (pour une durée maximale de six mois consécutifs) lorsqu'une crise financière systémique grave a lieu à la suite d'un mouvement de panique des épargnants. Mais cette loi ne constitue pas un changement majeur puisque l'ACPR détient déjà le pouvoir de mettre en place ce type de mesures restrictives pour un assureur depuis 2010. Une telle décision ne peut être prise à tout moment : elle doit être motivée, justifiée et publiée. Le conseil d'Etat pourra être saisi s'il s'avère qu'il existe un déséquilibre entre les intérêts des assurés et la décision du HCSF.

Toutefois, la hausse actuelle des taux est brutale et rapide, pouvant potentiellement causer des problèmes de liquidité et de solvabilité. Le krach obligataire est significatif pour les bilans des assureurs : la courbe de taux a subi un choc sur ces six derniers mois presque deux fois supérieur à ce que prévoient les exigences en capital de Solvabilité II pour couvrir le risque de taux d'intérêt sur une année (figure 4).

Les assureurs ont tenté d'anticiper une remontée des taux en promouvant fortement les contrats en unités de compte dans lesquels ce ne sont pas eux qui supportent le risque mais les assurés et qui en contrepartie laissent envisager davantage de rendements dans un contexte de taux en décroissance continue jusqu'en territoires négatifs.

La hausse des taux est désormais factuelle et les assurés n'ont pas exactement renoncé à leurs contrats en euros, toujours majoritaires dans les passifs des assureurs. De tels contrats feraient payer un lourd tribut aux assureurs à court terme dans l'optique d'une modification des comportements des épargnants en recherche de rendements plus élevés ailleurs. Cela induirait une vague de rachats massifs qui forcerait les assureurs en manque de liquidité à réaliser des moins-values, à épuiser leurs réserves voire à enregistrer des pertes.

Si des grands groupes d'assurance se mettent à reconnaître des résultats négatifs cela représenterait la mise en danger d'investisseurs institutionnels, plus capables de rembourser leurs assurés ou de poursuivre leurs activités et dans les cas les plus extrêmes cela pourrait se solder par un effondrement du système. Il y a un réel intérêt pour la société à venir en aide aux assureurs en limitant les mouvements de panique sur les marchés et en les soutenant par des actions réglementaires.

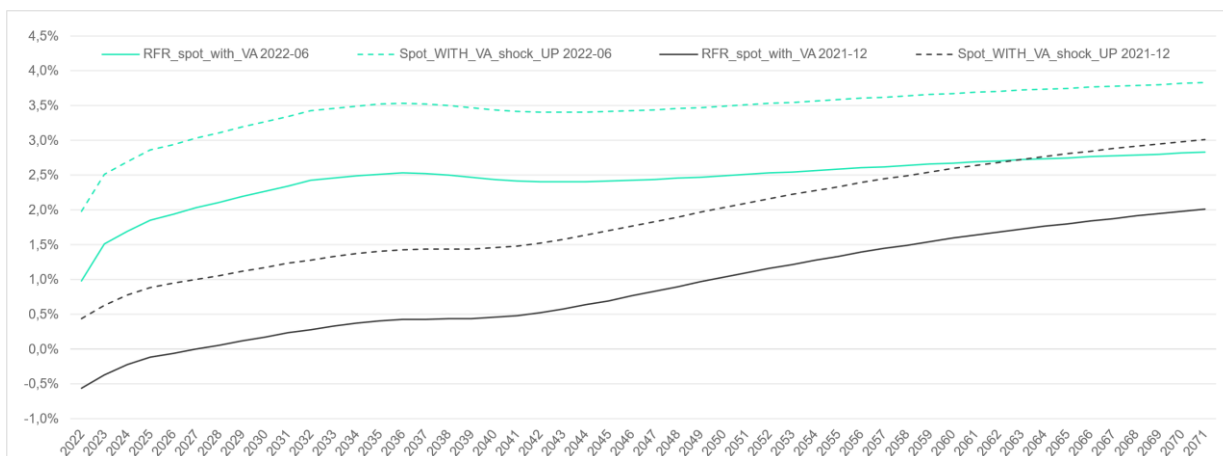


Figure 4 : Courbes de taux sans risque publiées par l'EIOPA en décembre 2021 puis en juin 2022

## B. Incidences sur l'économie

### 1. Baisse potentielle du cours des actions

Les placements financiers des sociétés d'assurance sont principalement composés d'obligations mais les titres de capital (actions cotées, non cotées, investissements immobiliers, etc.) représentent aussi une part significative de l'actif des assureurs.

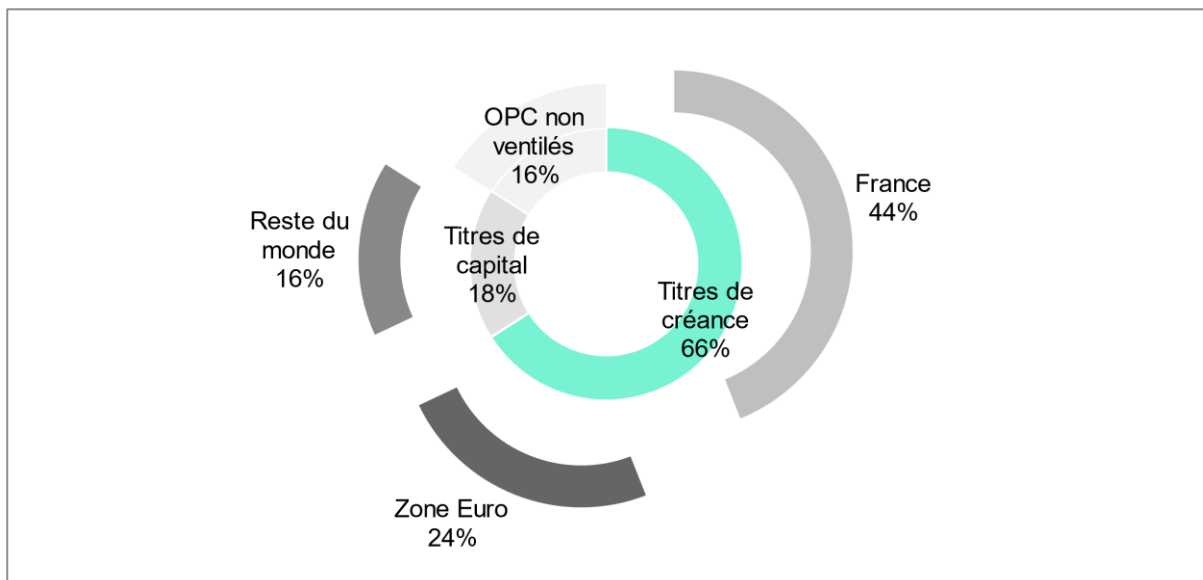


Figure 5 : Répartition des encours de placements titres par zone géographique ou par catégorie de titres, 1<sup>er</sup> trimestre 2022

La partie de l'actif investie en obligations est bien sûr influencée par le niveau des taux obligataires mais cela peut aussi être le cas de la partie investie en actions.

En effet, on observe historiquement en période de récession économique et d'inflation une corrélation négative entre les taux obligataires et le cours des actions, en raison d'arbitrages réalisés par les investisseurs. La hausse des taux d'intérêt accroît l'exigence de rentabilité des actionnaires en comparaison des rendements offerts par les obligations. Il y a alors un mouvement de désinvestissement en actions au profit d'actifs au rapport rendement-risque plus avantageux et donc un risque de dépréciation des actions. Pour mieux rémunérer le risque, les entreprises peuvent tenter de servir des dividendes plus élevés. Cependant, l'inflation pèse sur les coûts de leurs matières premières, de leur main d'œuvre et de leurs dettes, ce qui limite les profits et freine toute revalorisation de leurs dividendes.

Par ces mécanismes, la valeur des actions et des obligations évolue actuellement en tandem. La poche de « diversification » qu'est supposée être la part du portefeuille investie en titres de capital n'assure plus cette fonction. Cela représente évidemment un risque dans le cas où l'ensemble des placements de l'assureur serait en situation de moins-value latente.

Dans les faits, le CAC40 a perdu plus de 14% de sa valeur depuis le début de l'année.

## **2. Conséquences auxiliaires de l'inflation**

Au-delà des potentiels déséquilibres des bilans, un accroissement du niveau général des prix pourrait également avoir une incidence sur les comptes de résultat des assureurs, en entraînant une augmentation mécanique de leurs frais structurels (salaires du personnel, équipements, loyers, etc.). Ils seraient ainsi sujets à une baisse de rentabilité dans le cas où ils auraient sous-estimé le montant futur de leurs charges à payer. Une exposition accentuée par les politiques d'inflation salariales déployées en France, mais à relativiser puisqu'une revalorisation des salaires favorise les versements sur des contrats d'épargne, bénéfiques aux assureurs vie français.

Notons de plus que les phénomènes inflationnistes actuels ont considérablement réduit l'écart entre l'euro et le dollar jusqu'à atteindre la parité en juillet 2022, une première depuis 20 ans. Ces effets de change gonflent la compétitivité des assureurs français à l'étranger et les rendements de leurs actifs libellés dans une devise autre que l'euro. Néanmoins, ces derniers ne sont pas majoritaires, en moyenne 68% des placements sont issus de la Zone Euro, et une monnaie plus faible est aussi synonyme de dettes en devises étrangères plus lourdes.

Enfin, l'inflation entraîne mécaniquement la révision des taux d'intérêt du Livret A. Après être passé de 0,5% à 1% en février 2022, il atteint les 2% en août et devient un concurrent sérieux aux assurances vie, tout en étant plus flexible car les fonds sont disponibles à tout moment. Un nouveau concurrent qui risque d'accroître encore davantage les comportements de rachat.

La problématique autour du rachat est la préoccupation principale des assureurs vie. Lorsqu'un assuré décide d'interrompre son contrat, il part avec la quote-part d'actifs qui lui est attribuée. En plus de représenter un manque à gagner pour l'assureur qui se rémunère sur les gains réalisés par ses placements, les obligations en sa possession perdent de la valeur en période de taux croissants. Il court le risque de devoir vendre ses actifs en moins-values latentes pour répondre à la volonté de ses assurés. Si ses besoins en liquidités sont trop importants, ils ne peuvent être entièrement absorbés par les réserves constituées en amont. Les pertes alors engendrées peuvent mener à la faillite de l'assureur.

## **C. Quels recours pour les assureurs ?**

Dans l'hypothèse où la situation deviendrait critique, il semble nécessaire que les instances nationales viennent en aide aux assureurs dans la mesure où les actions à l'échelle européenne paraissent inefficaces : le soutien de la BCE, qui achète de la dette des Etats en difficulté pour éviter une trop forte augmentation de leur taux d'intérêt obligataire n'a pas eu l'effet escompté – une légère baisse dans les Etats du sud de la Zone Euro mais à des niveaux toujours élevés.

Les interventions précédentes de la BCE ont encouragé les Etats à augmenter leur dette et ont alimenté les pressions inflationnistes tout en muselant temporairement les taux. Or, la hausse des taux d'intérêt obligataires est un résultat naturel et logique de l'alourdissement des dettes publiques et de la flambée de l'inflation. Une inflation aujourd'hui telle que la BCE se retrouve dans l'obligation de freiner sa « planche à billet », ne pouvant plus lutter contre la réalité politico-économique. La disparité des taux d'intérêt obligataires entre les pays du sud et ceux du nord de la Zone Euro reflète leur écart de ratio dette publique sur PIB (150% pour l'Italie vs 72% pour l'Allemagne). Ces disparités pèsent sur la stabilité politique de l'Union Economique et Monétaire : l'inquiétude monte chez les investisseurs vis-à-vis de la volonté des pays leaders de continuer à soutenir les pays en péril. Lors de la crise grecque, il était recevable de fournir un effort pour sauver la Grèce alors que sa dette publique s'élevait à 350 milliards d'euros. Qu'en est-il à présent de l'Italie dont la dette publique se hisse à 2700 milliards d'euros ?

A ces égards et sans amélioration de la stabilité politique, les interventions de la BCE ne semblent pas adéquates et risquent même d'aggraver la bulle de la dette et de provoquer une crise financière bien plus dramatique que celle du début de la décennie dernière.

Une situation qui risque donc de continuer à se détériorer : la tendance haussière des taux d'intérêt des obligations de l'Etat français se poursuit, exacerbée par une inflation toujours grandissante et la nouvelle augmentation des déficits et de la dette de la France.

Nous sommes ainsi face à une tendance s'inscrivant dans la durée qui incite à réfléchir à des mesures visant à alléger certaines contraintes réglementaires et dont le but serait d'améliorer la résilience des assureurs dans un environnement de taux obligataires brusquement croissants.

## **III. Les exigences de la Directive Solvabilité II**

### **A. Disparité des bilans économiques et comptables**

#### **1. Pluralité des normes**

La Directive Solvabilité II a été conçue puis mise en vigueur à la suite de la crise financière qui a ébranlé l'économie mondiale il y a aujourd'hui plus de dix ans. L'objectif donné à ce régime prudentiel appliqué à tous les assureurs et réassureurs de l'Union Européenne depuis 2016 se décompose en trois piliers dont le premier définit les exigences quantitatives nécessaires à la pérennité de l'activité d'une société d'assurance. Ce pilier définit la méthode que les assureurs doivent suivre pour produire leur bilan en norme prudentielle. Ce type de bilan



s'ajoute à l'exercice en norme comptable qui dépend du pays dans lequel la société d'assurance se trouve. Les organismes d'assurance évoluent dans un environnement multinorme complexe. Chaque norme a une dénomination et une fonction qui lui est propre.

Les assureurs français établissent leurs comptes annuels conformément aux règles comptables French GAAP et leurs comptes consolidés selon les normes IFRS. La norme French GAAP est le système comptable appliqué à toutes les personnes physiques ou morales soumise à l'obligation légale de produire des comptes annuels, à savoir : bilan, compte de résultat et annexes. Les normes IFRS s'appliquent aux sociétés cotées en bourse et aux grands groupes internationaux, le but est d'uniformiser les méthodes de comptabilisation, notamment vis-à-vis des pays en dehors de l'Europe, pour une meilleure visibilité et une comparabilité des entreprises. Cette disposition améliore la transparence sur les marchés et facilite la concurrence. Les assureurs européens doivent aussi produire leur bilan sous un référentiel prudentiel, la norme Solvabilité II, suivant des principes énoncés ci-après. Une autre norme employée par les sociétés d'assurance, la norme MCEV, donne une représentation de la valeur économique de l'activité de la compagnie du point de vue de l'actionnaire.

Il en ressort 4 bilans présentant un mode de valorisation différent et une valeur différente.

Si dans leur essence, il peut être noté un point de vue convergent de ces systèmes de normes, visant en effet pour la MCEV, IFRS et Solvabilité II à évoluer vers un système en valeur de marché, il existe malgré tout des écarts de principe.

	French GAAP	Solvabilité II
Risques considérés	Risques techniques réglementaires	Ensemble des risques
Approche de constitution des réserves	Prudente	Best Estimate
Provisions en Epargne	Basées sur les flux de trésorerie historiques	Basées sur des calculs prospectifs

Figure 6 : Différences entre les normes French GAAP et Solvabilité II

## 2. Composition en normes French GAAP

Le bilan comptable en norme French GAAP élabore son passif autour de différentes provisions techniques décrites dans l'article R343-3 du code des assurances. Parmi ces provisions techniques, on compte principalement les Provisions Mathématiques, les Provisions pour Participation aux Excédents, les Provisions pour Risque d'Exigibilité et les Réserves de Capitalisation.

- Les Provisions Mathématiques correspondent à l'écart entre les valeurs actuelles des engagements pris par l'assureur et ceux pris par les assurés. En d'autres termes, il s'agit de la dette probable qu'à l'assureur envers ses assurés. Lors de la souscription, les engagements des deux parties sont identiques par construction. Dès la première prime versée par l'assuré, un déséquilibre s'instaure et la PM devient positive, l'engagement de l'assuré étant généralement inférieur à celui de l'assureur. Les provisions mathématiques doivent inclure une estimation des frais de gestion futurs supportés par l'assureur durant toute la durée du contrat. Dans un contrat d'épargne, la PM de l'année N correspond à la

PM N-1 à laquelle on retranche les prestations payées par l'assureur et on ajoute le montant de primes nettes de chargements versé par l'assuré, la participation aux bénéfices et les intérêts techniques.

- Les Provisions pour Participation aux Bénéfices (ou aux Excédents) correspondent au montant, non incorporable immédiatement, attribué aux assurés au titre de leur participation aux bénéfices. A la fois sur les bénéfices financiers réalisés par leurs placements et sur les bénéfices techniques résultant de la différence entre les frais prélevés par l'assureur et les frais réels. Dans le cadre d'une mutuelle, où les sociétaires reçoivent une participation aux gains mais aussi aux pertes, cette provision est appelée « Provisions pour Participation aux Excédents ». Le montant de participation aux bénéfices ou aux excédents peut être mise en réserve au sein de la PPE pour être attribuée aux assurés de manière différée. La somme provisionnée appartient aux assurés, l'assureur doit la redistribuer dans un délai maximum de huit ans. L'utilité de cette provision est de lisser les taux servis : les surplus de performance de certaines années sont conservés pour combler les manques d'années à venir moins fructueuses.
- Les Provisions pour Risque d'Exigibilité sont destinées à aider l'assureur à honorer ses engagements en cas de moins-value nette globale sur l'ensemble des actifs non amortissables tels que des actions. La PRE est constituée uniquement si ces actifs sont en situation de moins-value latente globale, et non titre par titre comme c'est le cas pour la Provisions pour Dépréciation Durable. Une moins-value est constatée lorsque la Valeur Nette Comptable des placements à l'achat est plus élevée que la Valeur de Marché à la revente. Si l'assureur satisfait les exigences de marge de solvabilité avant la dotation de la PRE, elle sera dotée d'un tiers de la moins-value latente nette. Dans le cas contraire, la PRE sera au moins égale au delta entre VNC et VM.  
Cependant, un assureur peut avoir un actif général en plus-value globale et en même temps certaines lignes de titres en moins-value. L'assureur doit doter sa PDD si la baisse de l'actif pris seul est de plus de 20% (30% en cas de forte volatilité des marchés) sur une durée minimale de six mois.
- Enfin, les Réserves de Capitalisation servent à parer les dépréciations des valeurs de l'actif et la diminution de leur revenu. Elles sont alimentées par les plus-values réalisées sur les cessions d'obligations et reprise qu'en en cas de matérialisation de moins-values sur ces actifs. Son rôle est donc de lisser le résultat et de dissuader les assureurs de vendre leurs obligations lors de baisses de taux obligataires et de dégager des gains illusoire en rachetant des obligations moins performantes par la suite. Le souhait du législateur à travers la Réserve de Capitalisation est de protéger les rendements des assurés.  
Lorsque les taux baissent, les obligations détenues par les assureurs sont plus intéressantes que celles émises sur le marché primaire, car leur valeur de marché augmente par rapport à la valeur comptabilisée. Ils peuvent alors réaliser des plus-values en vendant leurs obligations à des prix plus élevés. Mais au moment de renouveler leur stock, ils se retrouvent à acheter des obligations au taux bas offrant des rendements restreints aux assurés. Ainsi, comme les plus-values réalisées sont mises en réserves, les assureurs sont incités à conserver leurs obligations.  
Ipso facto, quand les taux augmentent et que les obligations sont en moins-values, les assureurs sont encouragés à vendre leurs actifs obligataires en échange d'autres aux coupons plus élevés dans la mesure où il n'y a pas d'incidence immédiate sur le résultat puisqu'ils peuvent puiser dans cette réserve. Cela dans la limite de sa capacité, bien entendu.

Il existe d'autres types de provisions que celles énoncées ici mais d'importances et de volumes moins significatifs dans le bilan des assureurs. Leur somme constitue le passif du bilan comptable à l'équilibre avec les valeurs nettes comptables des actifs (figure 7).

Il est essentiel de faire la différence entre la Valeur de Marché et la Valeur Nette Comptable d'un actif. La VM est le prix auquel s'échange l'actif sur les marchés. Elle fluctue en fonction de l'offre et de la demande. La VNC fait quant à elle référence au montant inscrit dans les livres de compte. Elle correspond à la valeur d'acquisition hors taxes d'un actif, c'est-à-dire la valeur brute de l'actif le jour de l'achat, minorée des amortissements et des provisions. L'amortissement est « la constatation comptable de la dépréciation de la valeur de certains actifs ». Le montant de l'amortissement est prévu et déterminé à l'avance, tandis que la provision est la constatation probable mais non attendue de l'actif. Les obligations sont des actifs amortissables tandis que les actions, les actifs immobiliers ou encore les parts d'OPCVM sont des actifs au coût historique donnant lieu au calcul de provisions pour risque d'exigibilité ou pour dépréciation durable.

La différence entre la VM et la VNC à un instant  $t$  représente les plus ou moins-values latentes.

Bilan comptable		Bilan économique		
Actifs	Passifs	Actifs	Passifs	
Immobilier	Fonds propres	Valeur de marché de l'actif (VM)	Excédent de capital	
Obligations	Réserve de capitalisation		Fonds Propres	SCR
	Provisions pour risque d'exigibilité			MCR
	Provisions pour participation aux bénéfices			
Actions	Provisions Mathématiques		Risk Margin	
Actif monétaire		Best Estimate des engagements (BEL)		

Figure 7 : Bilans en normes French GAAP et Solvabilité II

## B. Éléments prudentiels

### 1. Formule standard

Dans le cadre de la Directive Solvabilité II, une compagnie d'assurance ou de réassurance est dans l'obligation d'avoir une vision nette et précise des risques qu'elle encourt, de les comprendre et de s'en prémunir. La Directive n'impose pas de réaliser des placements spécifiques. Néanmoins, plus les choix d'investissement sont risqués, plus les fonds propres de base à constituer au titre de la solvabilité sont importants.

Contrairement au passif d'un bilan comptable en norme French GAAP composé de différentes provisions, le passif d'un bilan économique sous Solvabilité II est la somme de la meilleure estimation des engagements de l'assureur (BEL) et des fonds propres.

Le concept de meilleure estimation des engagements ou « Best Estimate Liabilities » est introduit par la Directive. Les provisions techniques en norme prudentielle sont définies comme la somme du Best Estimate et de la marge pour le risque. Le BE correspond à la moyenne

des flux de trésorerie futurs pondérés par leur probabilité et compte tenu de la valeur temporelle de l'argent. La valeur actuelle attendue des flux de trésorerie futurs est estimée sur la base de la courbe des taux sans risques pertinents. La Directive énonce que les informations et les hypothèses sous-jacentes au calcul du Best Estimate doivent être adéquates et réalistes. La marge pour le risque est calculée indépendamment du Best Estimate. Elle reflète le montant que devrait payer l'assureur à une autre société d'assurance ou de réassurance pour qu'elle accepte de reprendre et d'honorer les engagements qu'il a pris.

Les fonds propres doivent a minima correspondre au Minimum Capital Requirement. En dessous de ce niveau, l'autorité de contrôle considérera que les intérêts des assurés sont menacés et interviendra automatiquement pour mettre en place un plan de redressement. Le MCR est une condition sine qua non pour que les assureurs puissent exercer. Pour que leur activité soit jugée comme pérenne, les fonds propres doivent dépasser non seulement le MCR mais aussi le Solvency Capital Requirement, le capital nécessaire à l'absorption de pertes potentielles à horizon un an dans 99,5% des cas.

De ce fait, plus les investissements sont risqués, plus les pertes potentielles sont grandes et plus les fonds propres sont tenus d'être conséquents.

Pour que l'évaluation des risques soit la plus fidèle possible à la réalité, la Directive Solvabilité II reconnaît trois caractéristiques fondamentales :

- Market consistency, ou la conformité au marché : les actifs et passifs sont évalués suivant le montant auquel ils peuvent être échangés, transférés ou établis sur le marché
- Risk-based, ou basé sur le risque : des risques plus élevés entraînent une exigence en capital plus élevée pour couvrir les pertes inattendues
- Proportionnalité : les exigences réglementaires sont appliquées de manière proportionnelle à la nature, l'ampleur et la complexité des risques inhérents à l'activité des sociétés d'assurance et de réassurance

Concernant la détermination de leur SCR, les assureurs peuvent opter pour un mode de calcul basé sur la formule standard prévue par la Directive ou décider de prendre en compte la structure spécifique de leurs risques grâce à un modèle interne. Les assureurs sont libres aussi d'utiliser une méthode mixte, formule standard et modèle interne, suivant la branche ou le risque étudié.

Les risques à prendre en compte dans la formule standard du calcul du SCR sont décomposés en modules et sous-modules (figure 8).

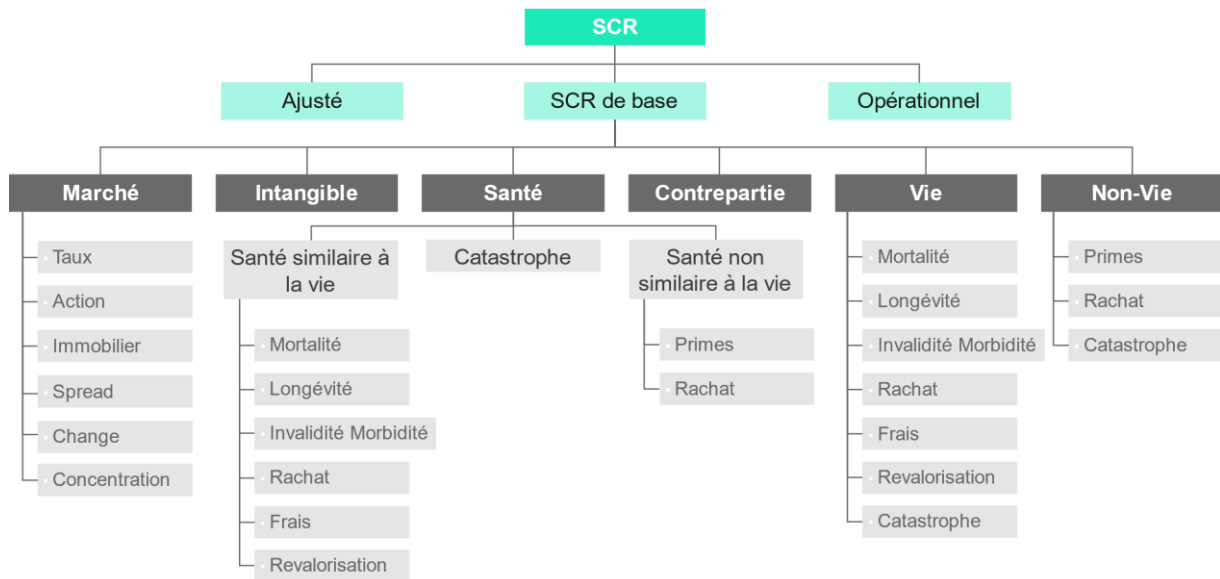


Figure 8 : Classification des risques de la formule standard du calcul de SCR

Pour l'étude dont fait l'objet ce mémoire, nous allons faire varier les taux obligataires et d'autres hypothèses en lien avec les conséquences de la situation économique actuelle dans le but d'observer non pas les effets d'un choc instantané, conformément aux préceptes du calcul des SCR selon la formule standard, mais les répercussions de ces altérations sur plusieurs années dans le cadre d'un Own Risk Solvency Assessment. L'ORSA est une notion de Solvabilité II, un exercice obligatoire pour les assureurs, qui consiste à évaluer des risques spécifiques auxquels ils peuvent être exposés.

## 2. Exposition aux risques

Les assureurs sont, comme vu précédemment, soumis au risque de marché. Ce sont des acteurs financiers cruciaux, les plus gros gestionnaires d'actifs en quantité d'Assets Under Management après les banques d'investissement.

Sur les marchés financiers, les assureurs sont exposés aux risques de taux, action, immobilier, de spread, de change et de concentration. Ce risque se mesure par la sensibilité des actifs et des passifs à des changements de paradigme des marchés.

Le risque de taux désigne le risque de diminution de la valeur des actifs (ou l'augmentation des provisions) liée à la variation des taux d'intérêts. Lorsque les taux varient à la baisse, on parle de risque de réinvestissement car les placements futurs seront faits à des taux plus faibles, voire inférieurs aux taux garantis par les contrats. Si l'assureur doit renouveler son stock car la durée de vie de ses actifs est inférieure à celle de ses engagements, les obligations arrivant à maturité seront remplacées par d'autres au niveau de taux moins favorable. A contrario, quand les variations de taux sont à la hausse, cela peut entraîner une intensification des rachats et les assureurs encourent un risque de liquidité.

Les risques action et immobilier correspondent au danger que représente la perte de valeur des actions ou des actifs immobiliers en possession de l'assureur.

Le risque de spread est engendré par « l'évolution de la qualité de la signature d'un émetteur ». Cela regroupe les risques liés à l'augmentation de l'écart entre le taux sans risque et le taux de rentabilité d'un actif, généralement d'une obligation, lorsque l'émetteur de l'obligation est susceptible de faire défaut ou lorsque les agences de notation dégradent son rating. Le risque de spread correspond dans la formule standard à une perte de valeur de l'actif après une augmentation du spread de crédit.

Le risque de change porte sur les potentielles pertes de valeur d'actifs et de passifs dues à la variation du taux de change, dans le cas de valeur libellées en devises étrangères. Ce risque est nul si le portefeuille est uniquement en euro.

Enfin, le risque de concentration représente le risque porté par l'assureur du fait d'un manque de diversification dans son portefeuille d'actifs. Il existe un danger si une part importante du portefeuille d'actifs est portée par un nombre restreint d'émetteurs de titres financiers.

Pour des assureurs vie, leur activité de souscription est aussi à l'origine de l'apparition de plusieurs risques : de mortalité, de longévité, d'invalidité ou de morbidité, de rachat, de frais, de revalorisation ou encore le risque catastrophe.

Dans un contrat d'épargne, le risque de mortalité se concrétise par des pertes de marge future puisque les décès mettent un terme aux contrats et suspendent définitivement les versements de l'assuré. Le risque est d'autant plus important si mortalité touche les contrats les plus profitables.

Au contraire, lorsque l'assureur est en possession de contrats d'épargne particulièrement onéreux, par exemple avec un TMG élevé, si l'assuré reste longtemps dans le portefeuille cela représente un risque pour l'assureur, appelé « risque de longévité ».

Le risque d'invalidité ou de morbidité est moins significatif en épargne mais il peut s'interpréter comme un manque à gagner futur dans la mesure où un assuré en invalidité peut réduire sa propension à épargner.

Le risque de rachat, comme le risque de mortalité, correspond à la perte de la duration du contrat sur laquelle l'assureur prélève sa marge car la cessation d'un contrat est un manque à gagner.

Le risque de frais ou de dépenses est dû à une augmentation des coûts ou des frais d'exploitation pour diverses raisons comme la hausse de l'inflation.

Le risque de revalorisation est quant à lui lié à la variation soudaine et permanente du taux de revalorisation servi aux assurés sur leurs contrats d'épargne par exemple due à une modification juridique.

Enfin, dans le cas de l'assurance vie, le risque catastrophe se traduit par une hausse soudaine de la mortalité.

La formule standard prend finalement en compte des risques généraux : les risques intangibles, les risques de contrepartie et les risques opérationnels.

Le risque intangible fait référence au risque d'observer une baisse de la valeur des actifs incorporels tels qu'un logiciel ou un brevet.

Le risque de contrepartie est défini comme le risque de perte dû à la défaillance inattendue des contreparties, entraînant une incapacité à respecter leurs devoirs de remboursement envers l'investisseur. Ce risque peut être couvert par des mécanismes de transferts ou de minimisation des risques comme la réassurance ou la titrisation.

Le risque opérationnel se manifeste en cas de dysfonctionnement ou d'inadéquation du système d'information ou en cas d'erreurs du personnel.

Les exigences de capital exprimées par le SCR sont supposées couvrir ces risques à hauteur d'une probabilité de faillite d'une fois tous les deux cents ans. En pratique, les assureurs utilisent des modèles de projection de type ALM « Asset-Liability Management » pour le calcul du SCR car les interactions entre actif et passif sont déterminantes.

On peut se demander dans quelles mesures vont évoluer les capitaux requis étant donné la dégradation actuelle du marché obligataire et les estimations de la situation à venir. Ce mémoire a pour objectif d'apporter des éléments de réponse à cette interrogation grâce à la mise en place d'un ORSA et d'analyser les effets de certains dispositifs d'allègements de contraintes comptables.

### **C. Nécessité de modifier les règlements ?**

Du côté prudentiel, malgré la volatilité actuelle des marchés et un risque accru de dégradation des richesses latentes, la hausse de taux devrait permettre une réduction du BE : en réinvestissant dans des obligations aux coupons plus élevés, les assureurs s'émancipent de la problématique des taux négatifs et des TMG difficiles à honorer. Il y a donc une baisse du coût d'option lié aux TMG que l'on peut imaginer plus forte que l'augmentation du coût d'option lié aux rachats. Le BE baisserait dans un premier temps davantage que l'actif. En revanche, le stock obligataire passera progressivement et de manière assez sévère en moins-values latentes.

En ce qui concerne les comptes sociaux, les assureurs disposent de provisions pour absorber les chocs de marché et lisser les rendements de leurs actifs. Mais les conditions actuelles du marché forcent potentiellement les assureurs à doter davantage leurs provisions comptables, notamment en Provisions pour Dépréciation Durable. En effet, les conséquences de la hausse des taux et de l'inflation vont au-delà du marché obligataire et peuvent entraîner un effondrement du CAC. Cela peut avoir un effet négatif sur les rendements servis aux assurés et sur leurs résultats. De plus, la Réserve de Capitalisation, élément constitutif de la marge de solvabilité, va s'éroder au fur et à mesure de la constatation de moins-values. Le Sénat a abrogé en 2012 une décision ministérielle concernant les dispositions fiscales particulières de la Réserve de Capitalisation, i.e. ne plus autoriser la déduction d'impôt sur les sociétés des dotations et de ne plus imposer les reprises. Une décision judicieuse puisqu'une telle taxation aurait alourdi la peine des assureurs déjà en souffrance.

Les Etats ont tout intérêt à mettre en œuvre des mesures nécessaires pour soulager les assureurs d'une menace de faillite. Ces derniers subissent les changements majeurs de l'économie. Après avoir connu des taux négatifs, voilà qu'ils doivent faire face à une situation de pandémie puis de guerre, d'inflation drastique et de remontée forte des taux. A ce titre, en qualité d'investisseurs institutionnels, finançant l'économie productive et la dette sociale, les assureurs pourraient bénéficier de mesures d'assouplissements de contraintes comptables françaises, à titre exceptionnel puisque la situation l'est. Rappelons que le choc de taux obligataire observé durant le premier semestre 2022 est presque deux fois supérieur à ce que la Directive considère comme le pire choc possible à horizon un an dans 99,5% des cas, autrement dit, apparaissant une fois tous les deux cents ans.

Des précautions analogues ont été adoptées par le passé : en 2020, pour pallier la baisse des taux, le ministère de l'économie et des finances a autorisé les assureurs à intégrer dans leurs calculs de ratio de solvabilité une partie de la PPE en cas de pertes techniques enregistrées sur leur dernier exercice comptable et de défaut de couverture du SCR. Rappelons que la PPE est une réserve appartenant aux assurés, constituée lors de surperformances des placements pour différer le versement du surplus de participation aux bénéficiaires. L'arrêté ministériel ne modifie pas les méthodes de calcul du BE ou du SCR mais permet de considérer le montant de PPE admissible en couverture parmi les fonds propres de l'assureur. En contrepartie, l'assureur ne peut verser de dividendes tant que les montants ne sont pas restitués et cela dans un délai maximum de huit ans.

L'étude dont fait l'objet ce mémoire porte notamment sur les effets d'un assouplissement de certaines provisions réglementaires pour accompagner les assureurs pendant cette remontée des taux.

## **IV. Quantification des risques grâce à l'ALM**

### **A. Principes généraux**

#### **1. Interaction Actif-Passif et Management Actions**

En assurance-vie, et en particulier en épargne, il est nécessaire de déployer des modèles ALM (Asset-Liability Management) permettant de prendre en compte les interactions actif-passif.

Par exemple, pour un produit d'épargne en euros, la performance financière de l'actif influence les comportements de rachat des assurés donc les volumes de passif puisque les résultats financiers sont directement rattachés à la revalorisation des contrats. La revalorisation a lieu selon le taux minimum garanti ou via le mécanisme de participation aux bénéficiaires. Elle a un effet sur les rachats des assurés dont une partie appelée « rachats dynamiques ou conjoncturels » dépend de l'écart entre le taux qu'ils reçoivent et ceux servis par la concurrence.

L'allocation d'actif choisie par le management est donc primordiale, tout comme la politique de souscription ou encore la politique de revalorisation. Ces éléments font partie de ce que l'on nomme « Management Actions » et entrent en compte dans une modélisation ALM.

Les Management Actions sont des décisions discrétionnaires du conseil d'administration d'une compagnie d'assurance. La motivation de la prise de ces décisions est généralement la réduction de la valeur du Best Estimate. Pour cela, on distingue les Management Actions directes et indirectes. Par exemple, les actions directes peuvent porter sur :

- La politique de participation aux bénéficiaires en ajustant la PB cible d'un assuré pour refléter l'expérience que l'assureur a de son comportement
- La tarification en modifiant le niveau des chargements de gestion ou d'acquisition
- La gestion des contrats en suspendant ou orientant la politique commerciale de collecte vers certains types de contrats ou de garanties

Des exemples de Management Actions indirectes sont :

- Les stratégies d'investissement visant à réduire le risque du portefeuille d'actifs



- Les stratégies de diversification pour gérer l'utilisation d'instruments financiers de couverture comme les futures, les swaps et les options dans le but de réduire la volatilité des actifs
- Les programmes de réassurance servant à partager le risque avec les réassureurs de manière à limiter l'incertitude liée aux garanties

Ces actions représentent en somme les leviers de pilotage à disposition du management pour faire face à une situation défavorable particulière conduisant à la dégradation de l'activité de la compagnie.

La possibilité de prendre en compte des Management Actions dans un modèle ALM représente un réel enrichissement en permettant la modélisation au plus juste de l'évolution future du profil de risque.

## 2. Coût des Options et Garanties

La revalorisation des contrats est donc la pierre angulaire des interactions entre l'actif et le passif d'une société d'assurance. Toutefois, le taux minimum garanti et le minimum réglementaire de participation aux bénéficiaires forment les garanties des contrats en euros faisant peser un risque sur les assureurs, de même que les options de rachat.

Le risque associé au TMG et la PB minimale est lié à l'asymétrie entre l'assureur et l'assuré. En cas de forte performance l'assuré récupère la plus grosse part des gains : au moins 85% du résultat financier et 90% du résultat technique. En revanche, en cas de mauvaise performance, avec un TMG généralement à 0% sur les contrats récents (voire négatif sur certains contrats du fait du prélèvement des chargements sur encours), l'assureur supporte seul les pertes (puisque les provisions mathématiques ne peuvent être revues à la baisse) et peut être amené à puiser dans sa marge.

L'option de rachat présente un risque pour l'assureur, comme mentionné auparavant, et la hausse des taux obligataires peut entraîner un accroissement des comportements de rachats. Les obligations nouvellement émises sur le marché ont un coupon plus élevé que les anciennes obligations détenues par l'assureur. La valeur de marché de ces anciennes obligations diminue fortement. En parallèle, les concurrents ayant un stock d'obligations plus récentes, par exemple un nouvel assureur arrivant sur le marché, sont capables de proposer de meilleurs taux de revalorisation. Lorsque les taux servis ne sont pas suffisants aux yeux des assurés en comparaison de ceux servis par la concurrence, ils ont tendance à exercer leur option de rachat, insatisfaits de leur assureur, pour se tourner massivement vers la concurrence. Si l'assureur subit une vague de rachats, il risque de devoir vendre ses obligations pour subvenir à un éventuel manque de liquidités. Or la moins-value réalisée est comptabilisée en pertes une fois la Réserve de Capitalisation épuisée.

Voici ci-dessous, un exemple du mécanisme d'épuisement de la RC qui amène à réaliser des pertes. Soit un actif de VNC égale à 100 avec en face 95 de PM et 5 de RC coté passif.

On suppose une hausse de taux obligataire de 3% avec une sensibilité de 10. La nouvelle VM est calculée  $VM'' = VM' \times (1 - 10 \times 3\%) = 77$  et l'actif passe en moins-value.

Actif		Passif			Actif		Passif	
VNC	100	PnL	0		VNC	100	PnL	0
		RC	5	→			RC	5
		PM	95	+3% taux oblig			PM	95
VM	110				VM	77		
PMVL	10				PMVL	-23		

On suppose une vague de rachat massif de 40%, en raison de la hausse des taux. La nouvelle PM est alors calculée  $PM'' = PM' \times (1 - 40\%) = 57$ . Il y a donc une variation de PM que l'on enregistre dans le compte de résultat (PnL). En contrepartie de ces rachats, l'assureur doit vendre 49% ( $= \frac{38}{77}$ ) de ses actifs. Cette vente provoque la réalisation d'une partie des plus ou moins-values latentes ( $-23 \times 49\% = -11,4$ ) que l'on enregistre aussi en PnL.

	Actif		Passif		PnL	
→	VNC	50,6	PnL	-6,4	variation de PM	38
40% de rachats			RC	0	rachats	-38
			PM	57	PMV réalisées	-11,4
	VM	39			variation de RC	5
	PMVL	-11,6			Total PnL	-6,4
	% vente	49%				

Finalement, la RC est épuisée et les pertes sont constatées. En l'absence de RC, les pertes constatées auraient été plus sévères. On note également que la réalisation de plus ou moins-values réduit le montant de plus ou moins-values latentes.

En outre, le rachat ne représente pas seulement un risque pour les contrats en euros dans des conditions économiques dégradées mais surtout une perte de marge future, autant sur les fonds en euros que sur les unités de compte. Un rachat est synonyme de la perte d'un client ce qui est pour tout type d'entreprise un manque à gagner, la disparition d'une opportunité de profits. Même durant les phases les plus fructueuses, les assureurs sont témoins de rachats dits « structurels » qui ne dépendent pas des taux de revalorisation mais de l'âge de l'assuré ou de l'ancienneté de son contrat.

Le coût que représentent les risques générés par ces options et garanties ne peut être déterminé par une formule fermée explicite. On utilise pour estimer ces coûts une méthode de modélisation particulière présentée dans la section suivante.

## B. Socle de modélisation

### 1. Simulations stochastiques

Pour évaluer le coût des options et garanties en assurance vie, comme l'exige Solvabilité II pour le calcul du Best Estimate, le secteur assurantiel a recours à un concept mathématique emprunté au monde de la banque qui a développé une méthodologie servant à pricer les produits dérivés, ne possédant pas non plus de formule fermée.

Le postulat de base est qu'il existe une probabilité dite « risque neutre » dans laquelle tous les actifs rapportent le taux sans risque et leurs valeurs actualisées sont martingales. On utilise ensuite des méthodes de Monte-Carlo sur des milliers de trajectoires pour obtenir les coûts des options et garanties, n'existant pas de formule fermée pour les calculer directement.

La propriété de martingalité signifie que sous la probabilité risque neutre  $Q$  équivalente à  $P$  la probabilité réelle ; pour tout actif de valeur  $S_t$  au temps  $t$  et pour tout  $t < T$ , connaissant l'information en  $t$  :

$$S_t = \mathbb{E}_Q[S_T \times D(t, T) | F_t] \Leftrightarrow S_0 = \mathbb{E}_Q[S_T \times D(0, T) | F_0]$$

Avec  $D(t, T) = \exp\left(-\int_t^T r_s ds\right)$  le coefficient d'actualisation entre  $t$  et  $T$  au taux sans risque  $r$ , différent du taux réel.

Dans le cas de l'évaluation d'une option, par exemple, un call de sous-jacent  $S$ , de strike  $K$  et de maturité  $T$ , le prix de l'option à  $t = 0$  est  $C_0 = \mathbb{E}_Q[(S_T - K)_+ \times D(0, T) | F_0]$

Avec  $N$  le nombre de simulations, d'après la Loi des Grands Nombres, on a :

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_T^i \times D_i(0, T) \underset{N \rightarrow \infty}{\approx} \mathbb{E}_Q[S_T \times D(0, T) | F_0] = S_0$$

Mathématiquement, le Best Estimate peut se définir comme :

$$BE = \mathbb{E}_{Q \times P} \left[ \sum_{t=1}^T CF_t \times D(0, t) \right]$$

Avec  $CF_t$  l'ensemble des flux du passif (prestations, primes périodiques, décès, rachats, frais...) au temps  $t$  et  $D(0, t)$  le coefficient d'actualisation. L'espérance est selon la mesure  $Q \times P$  car ce sont les probabilités réelles qui sont employées dans les hypothèses biométriques comme la mortalité.

Dans un modèle ALM, on calcule un Best Estimate qui intègre les coûts des options et garanties à l'aide d'une méthode de Monte-Carlo dont l'estimateur est la moyenne empirique, estimateur sans biais de l'espérance :

$$\widetilde{BE}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[ \sum_{t=1}^T CF_t^i \times D_i(0, t) \right]$$

Pour qu'un estimateur de Monte-Carlo ait une valeur statistique, il doit systématiquement être associé à un intervalle de confiance via le Théorème Central Limite.

### Théorème Central Limite :

Par le TCL, en supposant que les  $X_i = \sum_{t=1}^T CF_t^i \times D_i(0, t)$ , pour  $i = 1, \dots, n$ , des variables aléatoires réelles indépendamment et identiquement distribuées suivant la même loi d'espérance  $BE$  et de variance  $\sigma^2$  on a :

$$Z_N = \frac{\widetilde{BE}_N - BE}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}}$$

Et la variable aléatoire  $Z_N$  centrée et réduite suit une loi normale  $\mathcal{N}(0,1)$  quand  $N \rightarrow \infty$ . On peut ensuite construire un intervalle de confiance permettant d'encadrer l'erreur d'estimation avec une probabilité  $1 - \alpha$  :

$$|\widetilde{BE}_N - BE| = |\varepsilon| \leq z_{1-\frac{\alpha}{2}} \times \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Si  $\alpha = 5\%$  alors  $z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$ , quantile de la loi normale d'ordre  $\frac{\alpha}{2} = 2,5\%$ .

Ainsi, sous le régime prudentiel Solvabilité II, le Best Estimate est calculé en projetant le bilan de l'assureur en run-off, c'est-à-dire uniquement sur son stock de contrats sans ajouter d'affaires nouvelles et cela jusqu'à l'extinction du portefeuille. Il est impératif que le bilan projeté soit établi en norme comptable French GAAP, car elle reflète la réalité de la vie de la compagnie et de la gestion des contrats.

## **2. Générateur de Scénarios Économiques**

En pratique, on construit des Générateurs de Scénarios Économiques (GSE) permettant de créer des milliers de trajectoires économiques, en simulant l'évolution d'indices financiers (actions, taux, immobilier, inflation...), calibrés sur les prix du marché.

Les GSE utilisés pour les calculs de BE doivent d'appuyer sur la probabilité « risque neutre ». L'existence et l'unicité de cette probabilité repose sur les hypothèses de complétude des marchés et d'absence d'opportunité d'arbitrage.

Pour valider les sorties d'un GSE, il faut s'assurer que les propriétés de martingalité et de market consistency, de cohérence avec le marché, sont respectées. Il est par exemple nécessaire de vérifier que les prix des zéro-coupon ou des indices actions soient martingales, pour tout temps  $t$  :

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_t^i \times D_i(0, t) \approx S_0$$
$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_i(t, T) \times D_i(0, t) \approx B(0, T)$$

Avec  $B$  un mouvement brownien, et  $B_i(t, T)$  le prix au temps  $t$  d'un zéro-coupon de maturité  $T$  pour la simulation  $i$ .

Pour une obligation, un test de market consistency consiste à vérifier que :

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T CF_t^i \times D_i(0, t) \approx \text{PrixOblig}_0$$

L'ACPR préconise la réalisation de tests de "market consistency" pour s'assurer que les prix des actifs produits par le GSE soient cohérents avec ceux observés sur les marchés et martingales. Pour cela, une étape de calibrage intervient dans le processus de projection des courbes de taux. Les données nécessaires à la production de ces courbes sont les taux sans risque fournis par l'EIOPA et des données de marché tels que le prix de produits dérivés.

On peut distinguer deux types de GSE traduisant différents aspects. Alors qu'un GSE risque neutre se base uniquement sur les données à un instant  $t$  et reproduit des tendances sans lien avec la réalité, un GSE monde réel se calque sur les caractéristiques statistiques du passé en tenant compte des ruptures de tendance.

Le premier pilier de la Directive Solvabilité II permet d'obtenir une quantification du risque encouru par l'assureur, et de constater s'il détient suffisamment de fonds propres pour affronter le pire choc dans 99,5% des cas probables. Dans la partie suivante, nous aborderons le deuxième pilier de la Directive, axé sur la qualité des politiques de gestion et de pilotage des risques en fonction des anticipations des assureurs.

# **PARTIE 2 : L'ORSA, UNE PROJECTION DECALEE**

## SOMMAIRE DE LA PARTIE

- I. Analyse des risques spécifiques
  - A. Pilier II de la Directive
    - 1. Système de gestion des risques
    - 2. Concept stratégique d'ORSA
  - B. Principe de projection décalée
    - 1. Définition des méthodes envisageables
    - 2. Décalage du bilan
- II. Le modèle ALM utilisé pour l'étude
  - A. Propriétés du modèle préexistant
    - 1. Hypothèses de modélisation
    - 2. Méthode de projection
  - B. Fonction de participation aux bénéficiaires
- III. Implémentation de la projection ORSA
  - A. Développements pour la partie déterministe
    - 1. Prise en compte de primes et d'affaires nouvelles au passif
    - 2. Défauts obligataires « monde réel » à l'actif
  - B. Traitement de la partie stochastique
    - 1. GSE interne
    - 2. Calibration des scénarios Monde Réel
  - C. Cohérence du modèle
    - 1. Hypothèses simplificatrices
    - 2. Résultats du scénario central

# I. Analyse des risques spécifiques

## A. Pilier II de la Directive

### 1. Système de gestion des risques

Le deuxième pilier de la Directive Solvabilité II est dédié aux exigences qualitatives concernant la gestion des risques. Les choix relatifs au pilotage stratégique des risques au sein d'une société d'assurance doivent être faits de manière continue et la plus adéquate possible, en décelant, mesurant, contrôlant, gérant et déclarant les risques qu'elle encourt ou qu'elle pourrait encourir. Ces actions sont assignées à des fonctions clés qui, ensemble, forment un système de gestion des risques au sens de la Directive.

- **Déceler les risques** : L'univers des risques est classé par famille et typologie de risque. Réaliser une cartographie des risques est un exercice qui permet de les ordonner selon leurs impacts potentiels sur l'activité de l'assureur et leur fréquence de survenance, pour en avoir une vision claire et pouvoir s'en prémunir. Cette classification doit être établie et mise à jour régulièrement. Celle-ci doit être la plus exhaustive et détaillée possible pour correspondre en permanence au profil de risque de la société.

Deux approches existent pour identifier les risques : « top down » et « bottom up » (ou une combinaison des deux). Dans la première, les risques majeurs pouvant menacer le bilan de la société ou l'empêcher d'atteindre ses objectifs sont directement identifiés par le top management. Ces risques sont ensuite rattachés aux processus. Cette approche est rapide à exécuter mais se focalise sur les risques clés et peut donc être non exhaustive. En revanche, la seconde approche a cet atout puisqu'elle part du recensement précis des processus pour y déceler l'ensemble des risques. Cela rend aussi cette approche plus longue et lourde à mettre en œuvre.

- **Mesurer les risques** : La mesure des risques va dans ce cadre au-delà de la notion de SCR évoquée et détaillée auparavant dans ce mémoire. Même si la plupart du temps, ces mesures s'en approchent comme par exemple, la Value at Risk d'un résultat, le montant de capital économique, la probabilité d'occurrence d'événements clés comme une baisse de résultat en-dessous d'un certain seuil ou plus largement le franchissement par des indicateurs de risque ou Key Risk Indicator (KRI) d'une limite fixée en amont. Ces limites sont établies d'après l'appétence au risque de la société.

Cependant, d'autres types de mesures sont pris en compte, on peut par exemple évoquer le risque de manque de ressources humaines, mesuré par la proportion de postes vacants sur la masse salariale totale, ou encore le taux de satisfaction des clients.

- **Contrôler les risques** : Le contrôle des risques vient assurer le suivi des pratiques et des mesures définies ci-dessus. Des dispositifs de contrôles robustes font partie intégrante de la stratégie de risque de l'organisme d'assurance. Le suivi des KRI, tant quantitatifs que qualitatifs, est un élément de pilotage à la fois global mais aussi de

chaque fonction de l'entreprise (technique, opérationnelle, investissement, conformité...). Une autre attente du contrôle des risques tel que décrit dans le deuxième pilier de la Directive est d'harmoniser les activités de surveillance internes à celles du superviseur.

- **Gérer et déclarer les risques** : Après avoir acquis la meilleure connaissance possible de ses risques, l'assureur doit pouvoir les maîtriser et les piloter. Tout le système de gestion des risques décrit ici évolue selon le profil de risque spécifique de la société d'assurance et dans un système de gouvernance adapté. Ses décisions de pilotage doivent coïncider avec la nature, l'ampleur et la complexité des risques dans le but de garantir une gestion saine, prudente et efficace de l'activité. Dans la pratique, en matière de déclaration des risques, les assureurs doivent disposer de politiques écrites décrivant les objectifs poursuivis, les moyens mis en œuvre, les différentes tâches et responsabilités de chaque fonction, les procédures de reporting et de contrôle, etc. Pour cela, la Directive leur impose la rédaction de rapports annuels à destination de l'ACPR : rapport ORSA (Own Risk Solvency Assessment), rapport de la fonction actuarielle, etc.

Concrètement, le rapport ORSA s'articule en 4 points principaux : le business plan, la gestion des risques, la gestion du capital et de la solvabilité et les tests de résistance (ou stress tests).

C'est dans ce contexte que s'inscrit le concept d'ORSA (figure 9). Plus qu'un simple rapport, la Directive l'a conçu comme un véritable outil d'aide au pilotage.

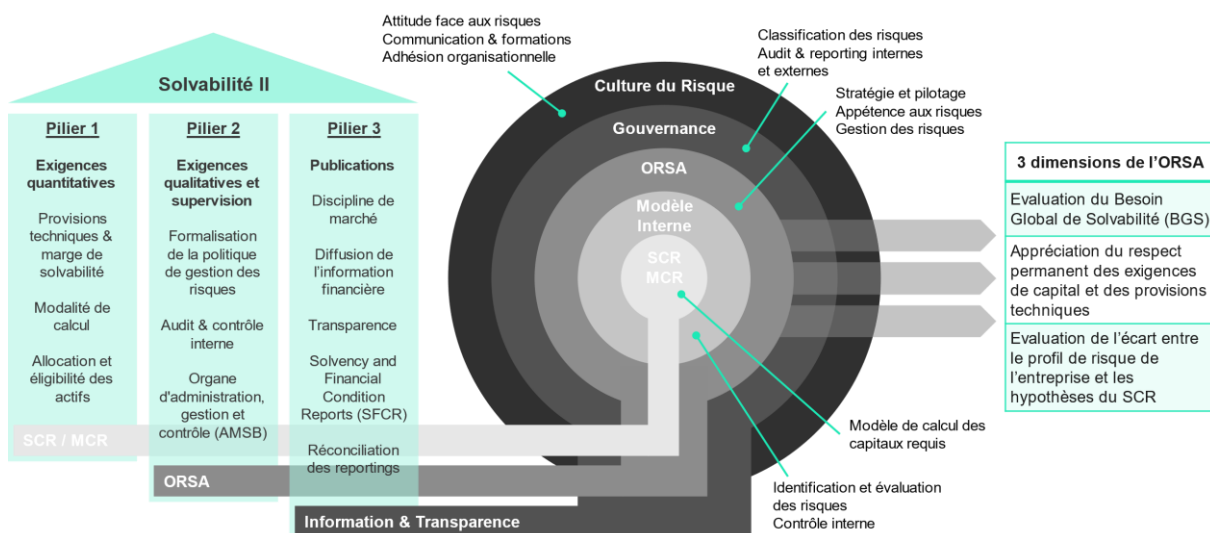


Figure 9 : Place de l'ORSA dans la Directive Solvabilité II



## 2. Concept stratégique d'ORSA

L'ORSA est un dispositif mis en place par l'organisme assurantiel dans le cadre de son système de gestion des risques et conformément aux prérogatives réglementaires pour auto-évaluer prospectivement sa solvabilité et ses risques, et cela au service d'un pilotage stratégique.

Le pilotage est défini sur un horizon de temps prédéfini, en général trois ou cinq ans, à l'image d'un business plan d'entreprise. En outre, cette évaluation doit comporter à minima les trois aspects suivants.

- **L'évaluation du Besoin Global de Solvabilité (BGS) :** Le BGS est le montant de Fonds Propres ou l'ensemble des moyens nécessaires à l'assureur pour garantir sa solvabilité sur les trois à cinq ans du plan stratégique, étant donné son profil risque spécifique, son appétence au risque et sa stratégie commerciale. Le BGS est croissant en fonction de l'appétence au risque et est par nature plus élevé que le SCR car il tient compte de risques absents de la formule standard.

Ainsi, le BGS doit intégrer une dimension prospective et prendre en considération les futures actions du management et l'évolution du profil de risque.

- **L'appréciation du respect permanent, même en situation de stress, des exigences en capital et des provisions techniques :** L'assureur doit vérifier qu'à l'horizon du business plan, le SCR est à tout instant couvert. Le taux de couverture du SCR peut être considéré comme une des composantes définissant l'appétence au risque. On peut définir l'appétence au risque comme la quantité maximale de risques auxquels une société d'assurance est prête à s'exposer pour poursuivre ses objectifs et développer son activité. Il s'agit donc d'une contrainte que doit respecter le plan stratégique sachant les risques en portefeuille.

La définition de l'appétence au risque commence donc par l'élaboration de métriques selon ses objectifs par exemple, protéger son taux de couverture (ne jamais être en dessous d'un certain taux, quelle que soit la situation), protéger son résultat (ne pas dégrader son résultat de plus d'un certain montant, quelle que soit la situation), maintenir la valeur de l'entreprise (ne pas réduire sa Market Consistent Embedded Value de plus d'un certain montant, quelle que soit la situation), etc.

L'assureur doit s'assurer que ses limites ne sont pas franchies même en situation de stress, ou revoir sa stratégie dans le cas contraire. Pour cela, il doit éprouver la résistance de son activité en la simulant selon des scénarios de tests.

- **L'évaluation de l'écart entre le profil de risque de l'entreprise et les hypothèses de calcul du SCR :** Dans la constitution de leur business plan, les sociétés d'assurance doivent vérifier la conformité de leur profil de risque avec les hypothèses qui sous-tendent les calculs du pilier I de la Directive. Un contraste peut apparaître lorsque les risques sont mal calibrés, par exemple au niveau de la corrélation entre les différents risques, mal considérés ou omis du modèle de calcul du SCR. Généralement, les modules de risques concernés sont les risques opérationnels, de souscription et de

marché. En particulier pour ce dernier, le risque de spread des obligations d'Etats n'est pas couvert. Il y a donc bien lieu de l'intégrer, a fortiori, avec les conditions de marché actuelles.

Il convient alors de mesurer et justifier ces écarts car ils peuvent entraîner des conséquences sur le besoin en capital. On parle dans ce cas de « capitaux add-on », c'est-à-dire, de surplus de capitaux requis en réponse à l'analyse de la conformité. Le capital ORSA peut en effet différer du capital évalué par la formule standard.

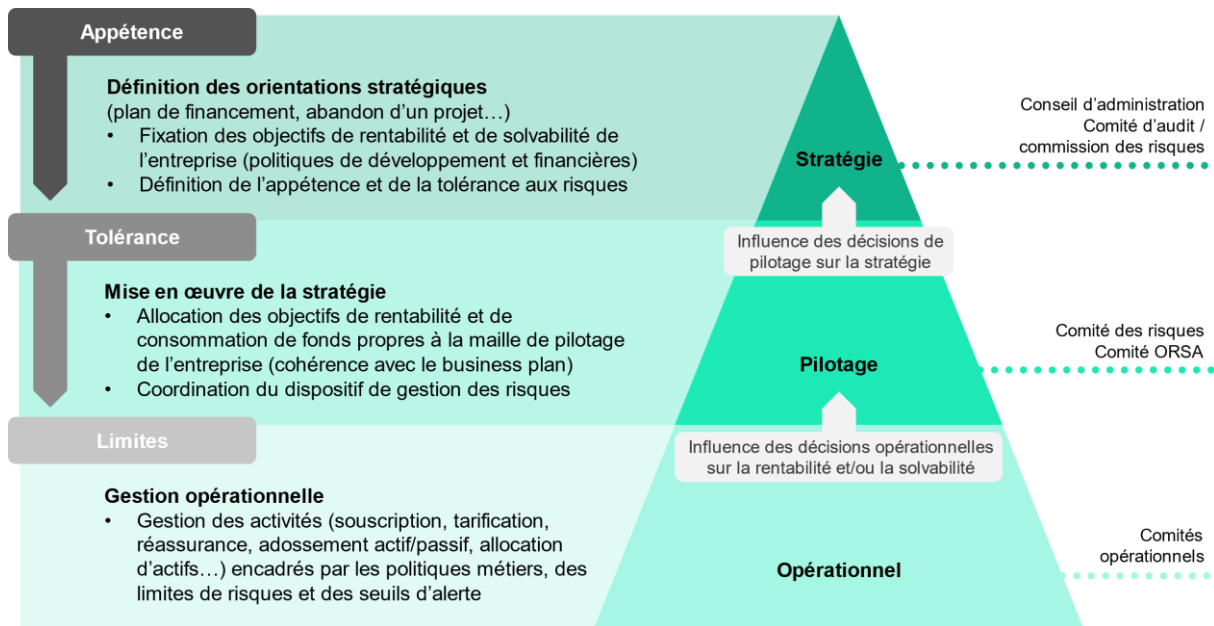


Figure 10 : Synthèse du dispositif ORSA

En somme, le dispositif ORSA permet l'évaluation et le suivi sur plusieurs années des indicateurs de risque ou de solvabilité dans le cadre de la stratégie d'un assureur, puis de comparer ces indicateurs à ceux obtenus dans un contexte différent, plus ou moins favorable. Comme cette évaluation doit être prospective, les sociétés d'assurance doivent disposer d'un modèle de projection dite « décalée ».

## B. Principe de projection décalée

### 1. Définition des méthodes envisageables

On dénombre trois approches à disposition des assureurs pour la projection d'indicateurs dans le cadre d'un ORSA.

La première, la plus complexe, est de type « modèle interne ». Pour valoriser les postes du bilan, du compte de résultat et calculer le SCR de chacun des scénarios, cette approche consiste à valoriser l'actif selon les évolutions des facteurs de risques donnés, à effectuer des simulations dans un univers risque neutre pour les calculs de BE et enfin à réaliser des simulations dans un univers monde réel puis risque neutre pour les calculs de SCR via un

modèle interne. Cette méthode nécessite un générateur de scénarios économiques, un outil de projection et un modèle interne performant. Elle peut donc être lourde et coûteuse à mettre en place.

La deuxième méthode est très similaire à la première à la différence que les calculs de SCR sont ceux de la formule standard afin de réduire le nombre de simulations à opérer et donc les temps et coûts d'exécution. Cette méthode nécessite également un générateur de scénarios économiques, un outil de projection et l'implémentation de la formule standard. Elle est également potentiellement longue à matérialiser.

La dernière approche est la plus simple à mettre en place car elle repose sur des « proxys ». Après avoir valorisé les actifs en fonction des évolutions des facteurs de risques, les calculs de BE sont accélérés en retenant seulement quelques proxys pour modéliser les principaux phénomènes de convexité. Ensuite, les calculs de SCR sont faits en appliquant les mêmes proxys ou en considérant un ratio SCR/BE stable au cours du temps. Cette approche est plus simple et plus rapide. L'utilisation pragmatique de proxys donne une vision synthétique du risque mais qui peut être parfois un peu trop approximative.

Quelle que soit la méthode retenue, la première étape est de valoriser les actifs dans les circonstances décrites par les hypothèses d'évolution des indicateurs de risques déterminées en amont. C'est-à-dire que l'on souhaite projeter le bilan en suivant un scénario économique déterministe qui suppose une certaine variation des taux obligataires, des indices actions, de l'inflation, mais aussi du volume d'affaires nouvelles, de la mortalité, etc.

A la suite de la projection déterministe, vient se concaténer une projection stochastique en univers risque neutre pour le calcul de SCR, ou d'autres indicateurs de risque, à date d'arrêt correspondante à la fin de la projection déterministe.

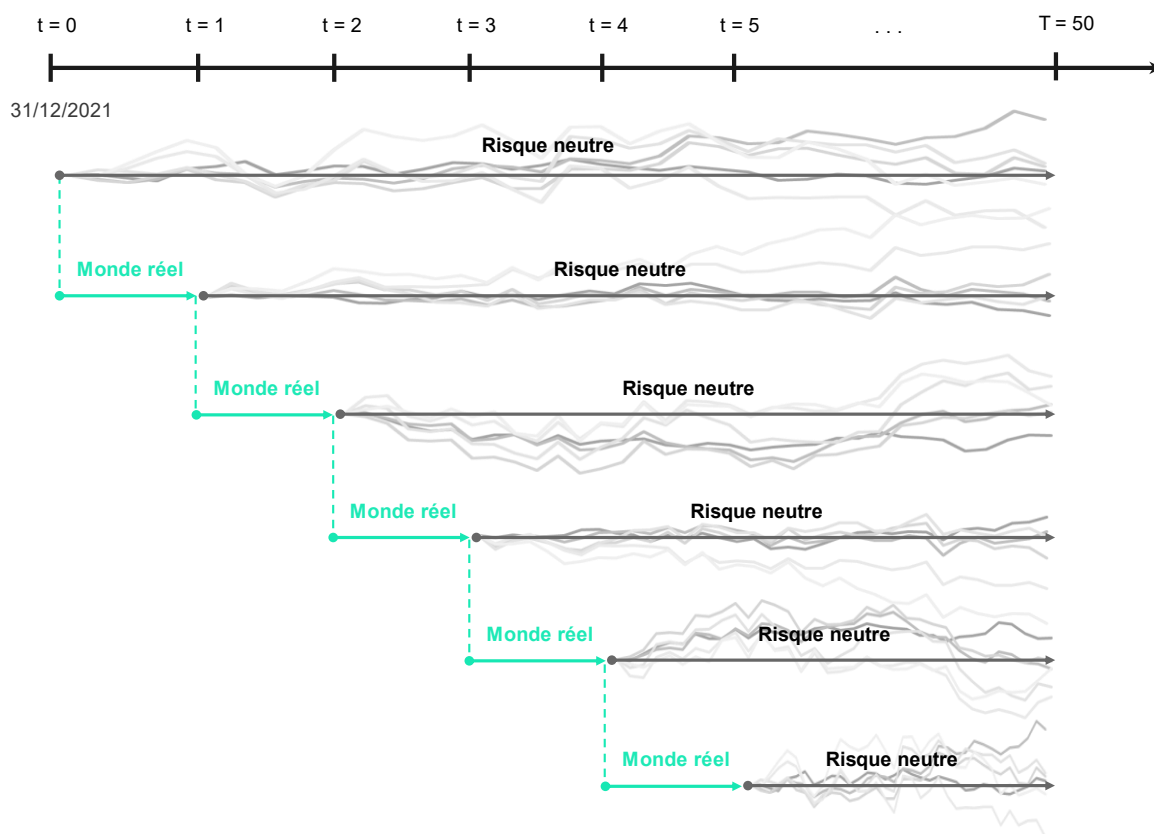


Figure 11 : Projection décalée de type ORSA sur 5 ans

## 2. Décalage du bilan

Ainsi, le décalage d'une projection se fait à l'aide d'un scénario économique déterministe d'une ou plusieurs années dans le futur. Les hypothèses de projection sont construites de manière à obtenir les Valeurs Nettes Comptables et les Valeurs de Marché de l'actif à une date donnée. Elles portent sur différentes variables de modélisation telles que les taux de marché, l'inflation ou les taux réglementaires.

En ce qui concerne les taux de marché, on peut par exemple faire une estimation des taux courts de type Euribor 3 mois ou des taux longs de type OAT 10 ans sur les 3 ou 5 prochaines années. On peut également supposer une certaine variation de spreads ou du risque de défaut sur la dette des États ("risque souverain"). Ces hypothèses doivent être cohérentes avec le contexte économique ou financier attendu sur la période. Si l'on veut illustrer une récession comme celle décrite dans la partie I, alors les taux s'accroîtront, les spreads s'élargiront et les risques s'intensifieront.

De même, l'hypothèse d'inflation doit refléter les taux prévus sur les prochaines années en prenant un point de départ réel, par exemple au 31 décembre 2021 l'inflation annuelle était de 1,6%.

D'autres hypothèses de marché doivent être définies : selon la composition des portefeuilles d'actifs des assureurs. Un assureur possédant actions et actifs immobiliers doit définir dans quelles directions vont évoluer ces actifs et donc faire une estimation de la variation d'indice actions, éventuellement basée sur le CAC 40, de taux de dividendes ou d'indice immobilier et de loyers.

De ces hypothèses sont déduits les taux concurrentiels (et les objectifs de taux servis) – et donc les rachats dynamiques – qui vont aussi influencer le bilan de l'assureur sur cette portion de projection.

Enfin sur la partie « actifs » du bilan, d'autres éléments peuvent entrer en compte comme les taux de change si certains actifs sont libellés en devise étrangère, ou bien les taux réglementaires de type taux du livret A ou TMG définis dans l'article A132-1 du code des assurances qui dépendent du taux moyen d'emprunt d'Etat.

Côté passif, le principe est le même : on impose certaines valeurs durant la projection des premières années déterministes. Ces hypothèses prévisionnelles de budget sont déterminées au sein de l'entreprise, par exemple, en estimant les flux entrants (primes périodiques, versements libres du stock ou d'affaires nouvelles) en fonction des flux constatés au trimestre précédent ou bien au même trimestre de l'année précédente en cas de pics saisonniers.

A noter que l'intégration d'affaires nouvelles n'a lieu que sur la partie déterministe de la projection, ensuite la société est en « run-off » et ne fait qu'écouler son stock. De plus, il faut déterminer les paramètres de ces nouveaux contrats : taux servis, participation aux bénéfices, chargements, etc.

Ainsi, l'assureur peut formuler des hypothèses sur son chiffre d'affaires futur mais aussi sur les comportements des assurés en termes de rachats, d'arbitrages entre euros et UC ou de prorogation (i.e. prolongation de la durée d'un contrat). Comme nous l'avons vu précédemment une hausse des rachats est une conjecture tout à fait plausible étant donnée la situation économique actuelle.

Les tables de décès peuvent aussi être modifiées pour traduire des aléas démographiques importants comme une pandémie... Les assureurs ont certainement fait des tests stratégiques en budgétant un accroissement de la mortalité en fin de table.

Finalement, il faut penser aux effets de ces postulats sur les frais généraux, à savoir toutes les charges indirectes fixes ou variables, exceptionnelles ou non, nécessaires au fonctionnement de l'entreprise.

Une fois le scénario économique déterministe élaboré, entre en jeu la partie stochastique de la projection. Pour passer d'un scénario déterministe à un scénario stochastique, il est essentiel de créer un ESG stochastique basé sur les conditions économiques décrites et les positions du bilan en fin de scénario déterministe : état du marché, taux courts, etc.

De plus, il faut passer de l'univers monde réel à un univers risque neutre dans lequel tout actif actualisé respecte la propriété de martingalité, et donc considérer une « risque-neutralisation ».

A l'issue de cette modélisation, on est en mesure de calculer les indicateurs de risque d'un arrêté plusieurs années dans le futur. Pour des besoins de comparaison, des scénarios de tests, adverses ou concordants, peuvent être mis en œuvre. Ainsi l'assureur a une vision plus précise de l'évolution de son activité dans différentes situations et peut prendre des décisions stratégiques en conséquence, tout en s'assurant du respect des exigences en capital.

## **II. Le modèle ALM utilisé pour l'étude**

### **A. Propriétés du modèle préexistant**

#### **1. Hypothèses de modélisation**

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous sommes basés sur un modèle ALM en construction, pour lequel nous avons intégré un module ORSA.

Comme évoqué à la fin de la partie précédente, en assurance vie et notamment pour des contrats d'épargne, les assureurs ont besoin d'un modèle simulant les interactions entre actifs et passifs pour estimer leurs engagements futurs.

Le modèle prend en entrée les scénarios économiques produits par le Générateur de Scénarios Économiques, qui reflète les possibles évolutions de l'état des marchés. Le générateur utilisé pour les besoins de ce mémoire est présenté par la suite. Le modèle est aussi alimenté par des hypothèses sur le bilan à  $t = 0$  (actif et passif), une politique de réinvestissement, et par des hypothèses de frais, de mortalité, de rachat, de réserves...

#### **Calcul de BE via une méthode de Monte-Carlo :**

Le modèle réalise des prévisions de flux, entrant et sortant, à l'aide de ces inputs. Il calcule des indicateurs, comme le Best Estimate.

Comme cela a été décrit précédemment, il n'existe pas de formule fermée pour calculer le coût des options et garanties en assurance vie. Pour obtenir un Best Estimate ou un autre indicateur qui intègre ces coûts, les actuaires font appel à la méthode de Monte-Carlo. Se référer au paragraphe IV de la partie précédente pour plus de détails. Le modèle emploie donc la méthode de Monte-Carlo pour obtenir une meilleure approximation de ces valeurs d'intérêt : la moyenne des valeurs des flux de trésorerie actualisés sur les  $N$  scénarios.

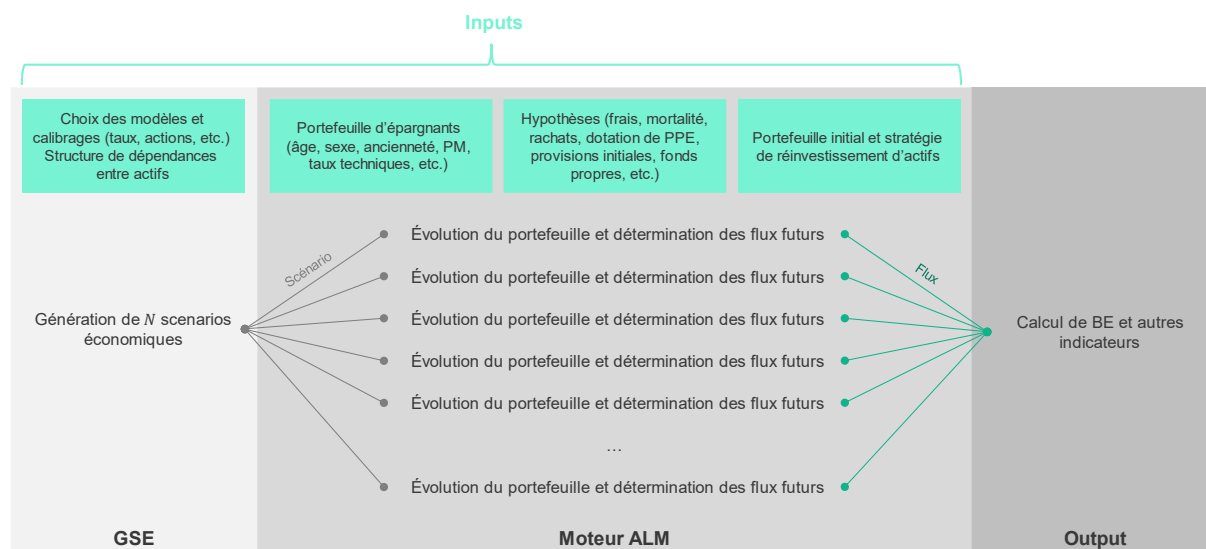


Figure 12 : Schéma de fonctionnement d'un modèle ALM

Cette approche consiste à calculer la somme des flux sur toute la durée de projection  $T$  pour une simulation spécifique dans le but de déterminer le BE associé à cette simulation, puis le calcul est réitéré sur toutes les simulations. On en déduit alors une estimation du BE moyen qui, grâce à la loi des grands nombres et pour un  $N$  suffisamment grand, se rapproche de l'espérance de sa valeur.

### Approche LSMC :

Une autre approche basée sur la méthode de Monte-Carlo est évoquée dans la littérature. Il s'agit de la méthode « Least-Square Monte-Carlo », qui peut être utilisée dans le cadre d'estimation infra-annuelle d'évolution de la solvabilité de l'entreprise, ou dans un cadre ORSA. Même si elle n'est pas utilisée dans cette étude pour les raisons évoquées par la suite, voici une courte présentation.

Au lieu de réaliser une simulation en univers « monde réel » sur la partie déterministe accolée à plusieurs centaines de simulations en univers « risque neutre » sur la partie stochastique, puis de répliquer le processus avec différentes simulations déterministes, la méthode LSMC repose sur la réduction du nombre de simulations risque neutre (voire à n'en conserver qu'une seule) tout en augmentant considérablement le nombre de simulation monde réel. Cette technique évite la production d'informations redondantes au niveau des simulations stochastiques mais nécessite la construction d'une base de régression ensuite approximée par les moindres carrés, car on suppose une relation fonctionnelle non connue entre les fonds propres économiques à horizon un an et les facteurs de risques (de marché et de souscription). La validation du modèle peut être fastidieuse si le pouvoir prédictif du LSMC n'est pas satisfaisant : il faut comparer les résultats prédits avec ceux issus d'un calcul complet. Sachant

de plus que cette méthode est connue pour avoir une faible stabilité temporelle, la méthode classique de Monte-Carlo a été retenue pour cette étude.

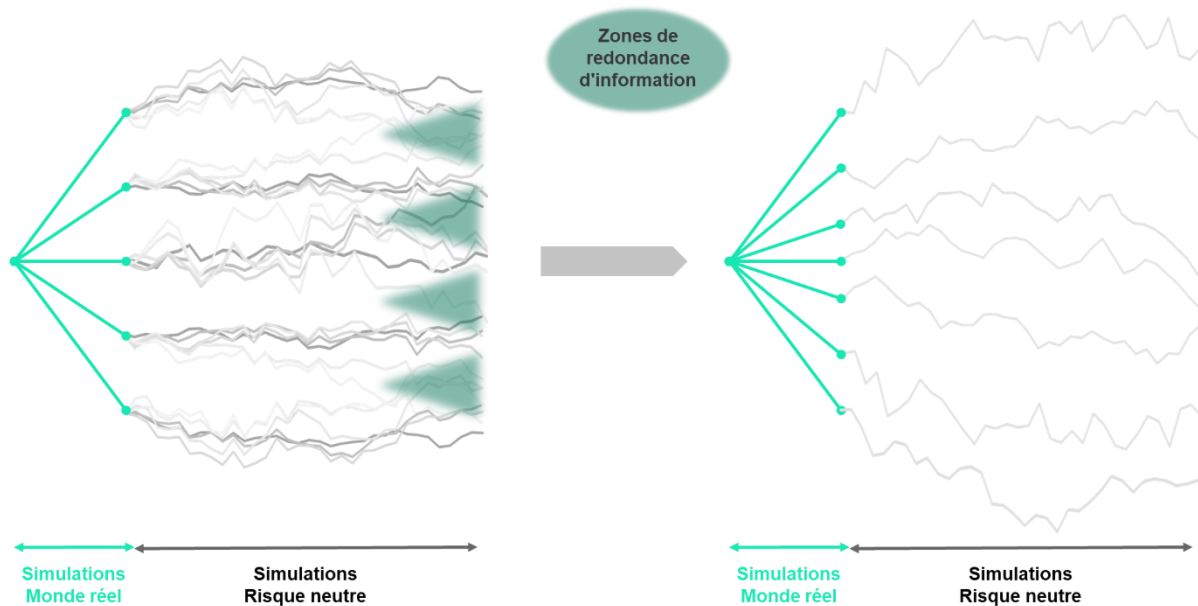


Figure 13 : Réduction du nombre de simulations risque neutre dans la méthode LSMC

En pratique, les interactions entre actifs et passifs d'une société d'assurance sont très nombreuses, complexes et lourdes à modéliser. Il convient d'émettre des hypothèses, essentiellement de simplification, pour contenir le temps d'exécution des simulations tout en modélisant le plus fidèlement possible les actions du management cohérentes en fonction des scénarios étudiés. Ces hypothèses portent sur des choix des méthodes de projections, tant à l'actif qu'au passif.

- **L'Actif**

Voyons l'actif en premier lieu. Il est fait l'hypothèse que les actifs détenus par l'assureur sont supposés infiniment divisibles et que le marché est tout à fait liquide. Cela signifie que l'assureur peut s'il le souhaite vendre ou acheter des actifs à tout moment quel que soit le type d'actif et que ces actifs sont échangeables entièrement ou en proportions aussi petites soient elles.

Les actifs génèrent des produits financiers ou flux entrants comme les coupons et remboursements à la maturité des obligations, les loyers immobiliers ou encore les dividendes actions. Pour ce qui est des actifs monétaires, ceux-ci sont placés au taux sans risque à maturité un an (le taux court dans le modèle dont le pas est annuel) et génèrent donc des intérêts, possiblement négatifs selon le niveau des taux.

La répartition initiale du portefeuille de l'assureur selon les quatre types d'actifs modélisables, à savoir, actions, obligations, immobiliers et monétaire, est composée de manière à refléter une société-type en 2021. Le modèle reçoit aussi en hypothèses un portefeuille d'actifs cible vers lequel il tendra au cours de la projection.

	Part de VNC initiale totale	Plus-values latentes initiales en % de la VNC	Allocation cible en % de VM totale
Action	20%	30%	18%
Obligation	70%	4,24%	74%
Immobilier	8%	37,5%	7%
Monétaire	2%	0%	1%

Figure 14 : Répartition des actifs dans le portefeuille initial et leur allocation cible

La composition initiale du portefeuille obligataire est illustrée dans la figure suivante :

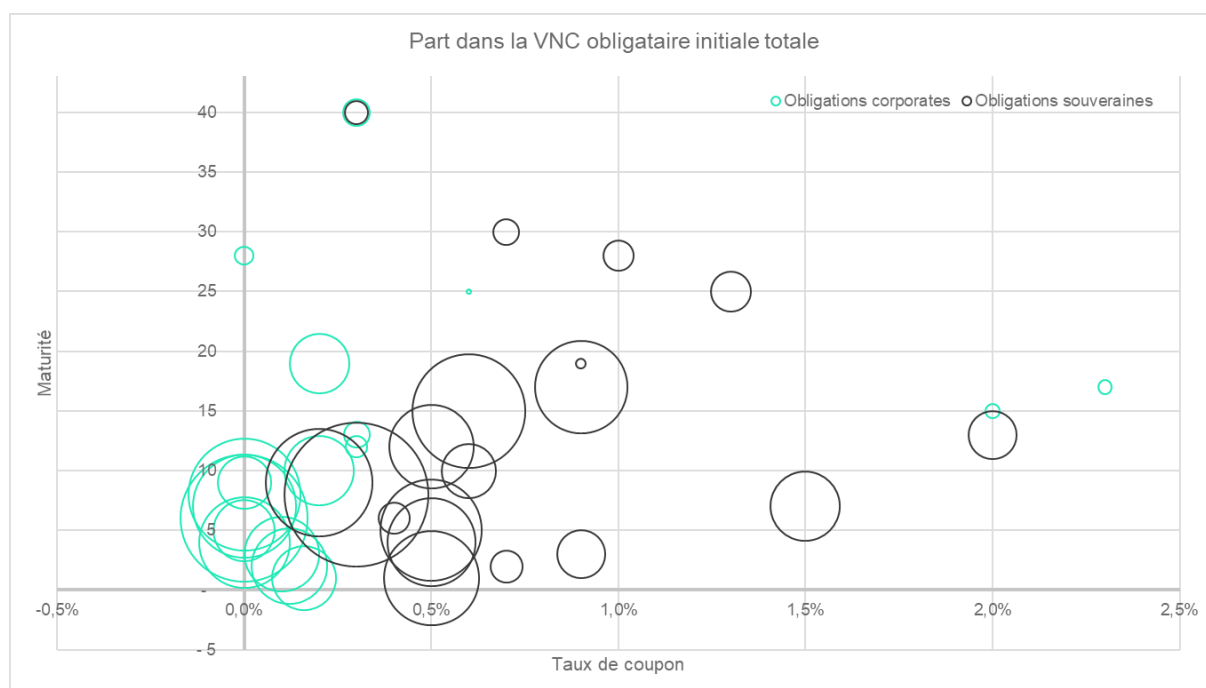


Figure 15 : Représentation de la composition du portefeuille obligataire initial

De plus, pour les obligations, la stratégie de réinvestissement est donnée en input et la réallocation se fait selon les proportions indiquées entre différentes maturités, ratings et types (souveraine ou corporate).



Maturité	Type	Rating	Proportion
3	corporate	AA	3,9%
4	corporate	AA	3,9%
5	corporate	AA	3,9%
6	corporate	AA	3,9%
6	souveraine	AA	5,8%
7	corporate	AA	3,9%
7	souveraine	AA	13,6%
8	corporate	AA	8,7%
8	souveraine	AA	11,7%
9	corporate	AA	8,7%
9	souveraine	AA	11,7%
10	corporate	AA	8,7%
10	souveraine	AA	11,7%

Figure 16 : Portefeuille obligataire de réinvestissement

- **Le Passif**

En second lieu, le passif est principalement composé des Fonds Propres et des Provisions Techniques. Les Fonds Propres, détenus par les actionnaires, sont la somme des capitaux propres, du Report à Nouveau et du résultat de l'exercice. Dans le cas de Report à Nouveau négatif, donc de pertes, les Fonds Propres sont réduits. Chaque année, dans le modèle, afin d'éviter une accumulation de fonds propres qui peut perturber l'analyse, il est fait l'hypothèse que 100% du résultat N-1 est extériorisé (i.e. distribué en dividendes aux actionnaires).

Les Provisions Techniques prises en compte dans la modélisation sont les Provisions Mathématiques, les Provisions pour Participation aux Bénéfices, les Provisions pour Risque d'Exigibilité et la Réserve de Capitalisation.

La projection stochastique est dite en "run-off" : on ne retient pas les affaires nouvelles mais uniquement le stock initial de contrats. Ces derniers prennent fin lors du décès de l'assuré ou d'un rachat total.

La composition initiale du passif et du portefeuille, décrivant les assurés et leur contrat, prise en compte pour l'étude correspond à celle d'un assureur fictif en 2021. Néanmoins, étant donné que le risque lié à la hausse des taux obligataires que ce mémoire étudie pèse essentiellement sur les contrats en euros, par souci de simplification, le portefeuille fictif ne contient pas d'autre type de support.

	Passifs
Fonds Propres	10%
Réserve de Capitalisation	1%
PPE	6%
Provisions Mathématiques	83%

Figure 17 : Composition initiale du passif de l'étude (en pourcentage du passif total)

Le portefeuille d'épargne contient pour chaque Model Points, agrégations de contrats aux paramètres similaires, des informations telles que :

- Le nombre de contrats agrégés
- Le sexe, l'âge et l'ancienneté des assurés
- Le montant de Provisions Mathématiques
- Le niveau du Taux Minimal Garanti
- Le taux de revalorisation de l'année précédente
- La quantité de participation aux bénéfices de l'année précédente
- Les taux de frais et de chargements

TMG	Proportion H – F	Age moyen	Ancienneté moyenne	Part dans la PM totale
0%	1/2 – 1/2	60	6	84%
0,5%	1/2 – 1/2	72	12	0,02%
1,5%	2/3 – 1/3	59	10	0,83%
2%	3/4 – 1/4	58	9	1,35%
2,25%	1/2 – 1/2	71	12	0,03%
2,5%	2/3 – 1/3	60	11	0,93%
2,75%	1/2 – 1/2	76	12	0,03%
3%	1/2 – 1/2	71	12	0,31%
3,25%	1/2 – 1/2	70	12	0,33%
3,5%	1/2 – 1/2	72	10	6,71%
4,5%	4/9 – 5/9	74	6	4,75%

Figure 18 : Composition initiale du portefeuille de l'étude

La prise en compte des versements de primes périodiques a été développée dans l'outil pour l'étude et sera décrite dans le paragraphe III détaillant les développements spécifiques réalisés pour ce mémoire.

La distinction des termes « frais » et « chargements » peut parfois être ambiguë. Ici, on désigne par « frais » les dépenses du point de vue de l'assureur pour la gestion ou le versement des prestations et les chargements sont un gain pour l'assureur et payés par l'assuré.

Les frais et chargements retenus dans le cadre des résultats présentés par la suite sont les suivants :

	Valeur du paramètre
Taux de chargement d'administration	0,8%
Taux de chargement d'acquisition	0,1%
Taux de frais de gestion	0,2%
Taux de frais d'acquisition	0%

Figure 19 : Valeurs des paramètres de chargement et de frais pour cette étude

Enfin, on ne considère pas de mécanisme de réassurance.

## 2. Méthode de projection

L'algorithme de projection, écrit dans le langage R, exécute les étapes suivantes dans cet ordre pour chaque année projetée de chaque simulation :

- (i) Vieillissement de l'actif
- (ii) Vieillissement du passif et paiement des prestations
- (iii) Calcul du compte de trésorerie et rebalancement de l'actif
- (iv) Gestion des provisions
- (v) Revalorisation des contrats via l'algorithme de distribution de la Participation aux Bénéfices
- (vi) Gestion de la fin de la projection s'il s'agissait de la dernière année projection

L'étape de revalorisation des contrats et d'attribution de la participation aux bénéfices est centrale dans le modèle ALM et sera décrite à part dans le sous-paragraphe B « Fonction de Participation aux Bénéfices ».

### (i) Vieillissement de l'actif

Commençons par la projection de l'actif. Celle-ci consiste à revaloriser les actifs puis encaisser les produits financiers et enfin décaisser les frais financiers. Pour revaloriser les actifs, le modèle fait une estimation de l'évolution de la valeur des actifs en fonction de l'évolution des marchés décrite par le GSE.

Les Valeurs de Marché et les Valeurs Nettes Comptables obligataires sont tout d'abord calculées pour être revalorisé lors de chaque exercice annuel.

### Calcul des Valeurs de Marché :

Les VM des obligations sont déterminées à l'aide de la formule suivante dans l'univers risque neutre :

$$VM_t = \sum_{i=t+1}^M CF_{t,i} \times e^{-(r_t^{i-t}+s) \times (i-t)}$$

Avec  $CF_{t,i}$  le futur cash-flow correspondant au coupon (taux de coupon multiplié par le nominal au temps  $t$ ) ou bien, si  $i = M$  i.e. si l'obligation est à maturité, à la somme du coupon et du remboursement (taux de remboursement multiplié par le nominal au temps  $t$ ). Donc  $M$  la maturité de l'obligation,  $r_t^i$  le taux Zéro-Coupon de maturité  $i$  en année  $t$  et enfin  $s$  le spread implicite constant.

Le spread implicite permet de risque-neutraliser les obligations d'un environnement risque neutre dans lequel toutes les obligations actualisées sont martingales. Il s'agit du surplus de rendement qu'un investisseur s'attend à recevoir pour une obligation risquée par rapport au rendement d'une obligations au taux sans risque.

La valeur du spread implicite est calculée au début de la projection en égalisant la valeur de marché inscrite en input dans le portefeuille obligataire avec la valeur de marché correspondant à l'actualisation des flux futurs :

$$s = \operatorname{argmin} \left( VM_0^{hyp} - \sum_{i=1}^M CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-(r_0^i+s) \times i} \right)$$

De plus, la risque-neutralisation des obligations est gérée à chaque pas de temps, donc chaque année de projection, sur le nominal de la manière suivante :

$$\operatorname{nominal}_t^{\text{écrété}} = \operatorname{nominal}_{t-1}^{\text{écrété}} \times e^{-s}$$

$$\operatorname{nominal}_t^{\text{écrété}} = \operatorname{nominal}_0^{hyp} \times e^{-s \times t}$$

Avec  $\operatorname{nominal}^{hyp}$  le nominal de l'obligation indiqué dans les hypothèses du modèle à  $t=0$  et  $\operatorname{nominal}_t^{\text{écrété}}$  le nominal au temps  $t$  résultant de la risque-neutralisation. La valeur du nominal écrété varie de ce fait en fonction de l'année de projection.

Le terme  $e^{-s}$  correspond au pourcentage de défaut obligataire annuel. Il matérialise l'écart de rendement entre une obligation risquée et une obligation équivalente sans risque, delta qui découle de la possibilité qu'un émetteur n'honore pas les versements dus au propriétaire de l'obligation.

Donc, **un flux pour la maturité  $i$  vu au temps  $t$**  est exprimé de la manière suivante, pour un taux de coupon fixe :

$$CF_{t,i} = \operatorname{nominal}_t^{\text{écrété}} \times \operatorname{tauxCoupon} + \mathbb{1}_{\{i=M\}} \times \operatorname{nominal}_t^{\text{écrété}} \times \operatorname{tauxRemb}$$

$$CF_{t,i} = \left( \operatorname{nominal}_{t-1}^{\text{écrété}} \times \operatorname{tauxCoupon} + \mathbb{1}_{\{i=M\}} \times \operatorname{nominal}_{t-1}^{\text{écrété}} \times \operatorname{tauxRemb} \right) \times e^{-s}$$

$$CF_{t,i} = CF_{t-1,i} \times e^{-s}$$

Et :

$$CF_{t,i} = (\text{nominal}_0^{\text{hyp}} \times \text{tauxCoupon} + \mathbb{1}_{\{i=M\}} \times \text{nominal}_0^{\text{hyp}} \times \text{tauxRemb}) \times e^{-s \times t}$$

$$CF_{t,i} = CF_{0,i}^{\text{hyp}} \times e^{-s \times t}$$

Il est possible d'exprimer la valeur de marché  $VM_t, \forall t \in [1, M[$ , en fonction de  $CF_{0,i}^{\text{hyp}}$ , sachant  $VM_t = 0 \forall t \geq M$  :

$$VM_t = \sum_{i=t+1}^M \left[ CF_{0,i}^{\text{hyp}} \times e^{-s \times t} \times e^{-(r_t^{i-t} + s) \times (i-t)} \right]$$

$$VM_t = \sum_{i=t+1}^M \left[ CF_{0,i}^{\text{hyp}} \times e^{-r_t^{i-t} \times (i-t) - s \times i} \right]$$

Grâce à l'égalité suivante, on peut démontrer que lorsqu'on utilise des taux forwards l'obligation rapporte exactement le taux court **sur le scénario dit « équivalent certain »** qui consiste en une unique simulation sur laquelle sur lequel tous les actifs rapportent le taux sans risque,  $\forall t \in [1, M[$  :

$$VM_t + (\text{nominal}_t^{\text{écrité}} \times \text{tauxCoupon}) = VM_{t-1} \times e^{\text{perf}_t}$$

$$\Leftrightarrow \text{perf}_t = \ln \left( \frac{VM_t + CF_{t,t}}{VM_{t-1}} \right)$$

$$\Leftrightarrow \text{perf}_t = \ln \left( \frac{\sum_{i=t+1}^M \left[ CF_{0,i}^{\text{hyp}} \times e^{-r_t^{i-t} \times (i-t) - s \times i} \right] + CF_{0,t}^{\text{hyp}} \times e^{-s \times t}}{\sum_{i=t}^M \left[ CF_{0,i}^{\text{hyp}} \times e^{-r_{t-1}^{i-(t-1)} \times (i-(t-1)) - s \times i} \right]} \right)$$

$$\Leftrightarrow \text{perf}_t = \ln \left( \frac{\sum_{i=t}^M \left[ CF_{0,i}^{\text{hyp}} \times e^{-r_t^{i-t} \times (i-t) - s \times i} \right]}{\sum_{i=t}^M \left[ CF_{0,i}^{\text{hyp}} \times e^{-r_{t-1}^{i-(t-1)} \times (i-(t-1)) - s \times i} \right]} \right)$$

Or, en considérant des taux forwards  $r_t^{i-t}$  et  $r_0^i$  le taux spot Zéro-Coupon de maturité  $i$  en  $t = 0$ , on a :

$$e^{-r_t^{i-t} \times (i-t)} = \frac{e^{-r_0^i \times i}}{e^{-r_0^t \times t}}$$

Cette relation découle de la relation fondamentale d'absence d'opportunité d'arbitrage entre les taux spots  $u_j$  de maturité  $j$  et les taux forwards  $F(i, j)$  entre  $i$  et  $j$ , en taux d'intérêt discrets :

$$(1 + u_j)^j = (1 + u_i)^i \times (1 + F(i, j))^{(j-i)}$$

Ou, comme dans notre cas, en taux d'intérêt continus :

$$e^{j \times u_j} = e^{i \times u_i} \times e^{(j-i) \times F(i, j)}$$

On obtient ainsi :

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow perf_t &= \ln \left( \frac{\sum_{i=t}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_t^{i-t} \times (i-t)} \times e^{-s \times i}]}{\sum_{i=t}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_{t-1}^{i-(t-1)} \times (i-(t-1))} \times e^{-s \times i}]} \right) \\ \Leftrightarrow perf_t &= \ln \left( \frac{\sum_{i=t}^M \left[ CF_{0,i}^{hyp} \times \frac{e^{-r_0^i \times i}}{e^{-r_0^t \times t}} \times e^{-s \times i} \right]}{\sum_{i=t}^M \left[ CF_{0,i}^{hyp} \times \frac{e^{-r_0^i \times i}}{e^{-r_0^{t-1} \times (t-1)}} \times e^{-s \times i} \right]} \right) \\ \Leftrightarrow perf_t &= \ln \left( \frac{\sum_{i=t}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_0^i \times i} \times e^{-s \times i}] \frac{1}{e^{-r_0^t \times t}}}{\sum_{i=t}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_0^i \times i} \times e^{-s \times i}] \frac{1}{e^{-r_0^{t-1} \times (t-1)}}} \right) \\ \Leftrightarrow perf_t &= \ln \left( \frac{e^{-r_0^{t-1} \times (t-1)}}{e^{-r_0^t \times t}} \right) \\ \Leftrightarrow perf_t &= \ln \left( \frac{e^{-r_0^{t-1} \times (t-1)}}{e^{-r_0^t \times t}} \right) = r_{t-1}^1 \end{aligned}$$

En effet, comme :

$$\begin{aligned} e^{-r_t^{i-t} \times (i-t)} &= \frac{e^{-r_0^i \times i}}{e^{-r_0^t \times t}} \Leftrightarrow \frac{e^{-r_0^t \times t}}{e^{-r_0^i \times i}} = e^{r_t^{i-t} \times (i-t)} \\ \Leftrightarrow r_t^{i-t} &= \frac{\ln \left( \frac{e^{-r_0^t \times t}}{e^{-r_0^i \times i}} \right)}{i-t} \\ \Leftrightarrow &= \frac{\ln \left( \frac{e^{-r_0^{t-1} \times (t-1)}}{e^{-r_0^t \times t}} \right)}{t - (t-1)} = r_{t-1}^1 \end{aligned}$$

Donc la performance en tout temps  $t$  de l'obligation est exactement le taux court (issu de la courbe des taux 1 an forward, dans le cas d'un modèle avec un pas de temps annuel).

Remarque : la démonstration présentée ci-dessus n'est valable que sur le scénario équivalent certain. Néanmoins, dans un monde stochastique Risque Neutre, cette propriété peut également être démontrée « en moyenne ».

Au moment de l'implémentation de la projection « monde réel », le calcul des VM obligataires sera déformé car ces formules ne sont valides qu'en univers « risque neutre ».

La risque-neutralisation permet de vérifier la propriété de martingalité en tout temps  $t$ . C'est-à-dire que pour toute obligation, sa valeur de marché  $VM_t$  au temps  $t$  s'écrit :

$$VM_t = \mathbb{E}_Q[VM_\tau | F_t] \Rightarrow VM_0 = \mathbb{E}_Q[VM_\tau | F_0]$$

Pour tout  $t \leq \tau$ , connaissant l'information  $F_t$  disponible en  $t$ , et sous la probabilité risque neutre  $Q$ .

En approximant l'espérance par la moyenne empirique des  $N$  simulations selon la méthode de Monte-Carlo. Les résultats des tests en martingalité sont donnés en fin de partie.

Dans le cadre du scénario équivalent certain, tous les actifs rapportent exactement de taux sans risque, les obligations mais aussi les actions et les actifs immobiliers.

$$VM_t^{immo} + loyers_t = VM_{t-1}^{immo} \times e^{perf_t^{immo}}$$

$$VM_t^{action} + dividendes_t = VM_{t-1}^{action} \times e^{perf_t^{action}}$$

Dans le cas pratique,  $\forall t, loyers_t = dividendes_t = 0$ .

### **Calcul des Valeurs Nettes Comptables :**

Les VNC obligataires sont traditionnellement calculées selon la formule suivante :

$$VNC_t = \sum_{i=t+1}^M CF_{t,i} \times e^{-r_a \times (i-t)}$$

Avec  $r_a$  tel que :

$$r_a = \operatorname{argmin} \left( VNC_0^{hyp} - \sum_{i=1}^M CF_{0,i} \times e^{-r_a \times i} \right)$$

Le  $r_a$  est le taux de rendement actuariel calculé en début de projection (à  $t = 0$ ).

A noter que la VNC tend vers la valeur de remboursement de l'obligation. Dans l'outil, le calcul de VNC par capitalisation au taux actuariel des flux futurs permet d'obtenir un résultat identique (cf. alinéa IV.A.1 dans la suite de cette partie).

Comme vu précédemment,  $CF_{t,i} = CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-s \times t}$ , et la  $VNC_t$  peut se réécrire :

$$VNC_t = \sum_{i=t+1}^M CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-s \times t} \times e^{-r_a \times (i-t)}$$

De même, on peut montrer que la performance en French GAAP est constante en univers risque neutre et qu'elle vaut exactement  $r_a - s$ , quelle que soit la simulation observée.

$$VNC_t + CF_{t,t} = VNC_{t-1} \times e^{perf}$$

$$\Leftrightarrow perf = \ln \left( \frac{VNC_t + CF_{t,t}}{VNC_{t-1}} \right)$$

$$\Leftrightarrow perf = \ln \left( \frac{\sum_{i=t+1}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_a \times (i-t) - s \times t}] + CF_{0,t}^{hyp} \times e^{-s \times t}}{\sum_{i=t}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_a \times (i-(t-1)) - s \times (t-1)}]} \right)$$

$$\Leftrightarrow perf = \ln \left( \frac{\sum_{i=t}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_a \times (i-t) - s \times t}]}{\sum_{i=t}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_a \times (i-(t-1)) - s \times (t-1)}]} \right)$$

$$\Leftrightarrow perf = \ln \left( \frac{\sum_{i=t}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_a \times (i-t) - s \times t}]}{\sum_{i=t}^M [CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-r_a \times (i-t) - s \times t}] \times e^{-r_a \times s}} \right)$$

$$\Leftrightarrow perf = \ln(e^{-(-r_a+s)}) = r_a - s$$

L'écriture des VNC obligataire en univers monde réel est donnée par la suite.

Les autres actifs non amortissables (actions et immobiliers) sont comptabilisés à leur valeur d'achat tenant compte éventuellement d'une stratégie d'allocation des actifs vers un portefeuille cible qui ferait évoluer les VNC dans le cas d'une vente partielle de l'actif. Néanmoins, une PDD (Provision pour Dépréciation Durable, non modélisée dans l'outil) ou une PRE peuvent être comptabilisées. Ce n'est pas le cas dans cette étude.

Après avoir revalorisé les actifs, le modèle vient déterminer les produits financiers : les coupons, les loyers et les dividendes sont récoltés en fonction des hypothèses du portefeuille obligataire ou des valeurs données par le GSE. Les taux de loyers et de dividendes sont appliqués aux Valeurs de Marchés des actifs associés. On recense également de produits financiers sur les actifs monétaires : la trésorerie est supposée rapporter le taux court (taux sans risque un an dans le modèle).

La dernière étape de projection de l'actif consiste à décaisser les frais financiers. On distingue dans le modèle les frais sur produits financiers et les frais de garde. Ils sont exprimés en pourcentage des produits financiers pour les premiers et en pourcentage des VM pour les seconds.

	Action	Obligation	Immobilier
Frais sur produits financiers	0,12%	0,035%	0%
Frais de garde	0,01%	0,01%	1,52%

Figure 20 : Frais sur produits financiers et frais de garde selon le type d'actif.

## (ii) Vieillessement du passif et paiement des prestations

La deuxième étape de projection est le vieillissement du passif qui correspond uniquement au paiement des prestations, avant le développement sur les encaissements de primes. Les prestations, pour nos produits d'épargne, se rapportent aux deux comportements d'assurés modélisés dans l'outil, à savoir le rachat ou le décès.

Les rachats structurels sont basés sur deux tables : l'une pour les rachats partiels, l'autre pour les rachats totaux. Pour rappel, un rachat est dit « partiel » lorsque seule une fraction de la PM de l'assuré est retirée.

Les décès sont modélisés sur la base des tables de mortalité TH00-02 et TF00-02. Ces tables ne sont pas des tables d'expérience « Best Estimate » mais des tables de provisionnement. Ne disposant pas de données assureur, elles ont été conservées en l'état.

Les prestations de décès s'expriment sur la base des Provisions Mathématiques et des taux de mortalité. Pour un Model Point  $p$ , les décès de l'année  $t$  sont déterminés ainsi :

$$Prestations\ Deces_t^p = PM_t^p \times q_x^p$$



Avec  $PM_x^p$  le montant de PM d'ouverture et  $q_x^p$  la probabilité de décès tirée de la table de mortalité pour l'âge  $x$  que les assurés du Model Point ont au temps  $t$ .

La formule permettant de calculer le montant des rachats structurels est très similaire à la différence que la probabilité de rachat dépend en plus de l'âge, de l'ancienneté du contrat à la maille Model Point. Les deux tables de rachats partiels et totaux utilisées s'inspirent de tables observées sur le marché.

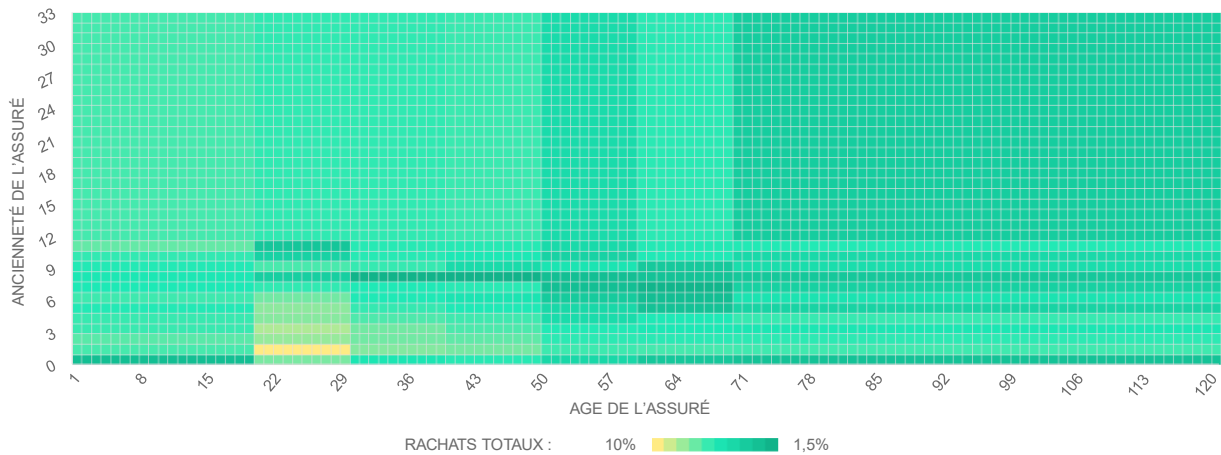


Figure 21 : Heatmap des rachats structurels totaux selon l'âge et l'ancienneté de l'assuré (en année).

On observe plusieurs facteurs explicatifs de la répartition des rachats structurels selon l'âge et l'ancienneté (figure 19). Les personnes âgées de plus de 70 ans gèrent davantage leur épargne dans une logique de transmission plutôt que d'optimisation et ont moins tendance à racheter. Les jeunes entre 20 et 30 ans présentent une plus forte propension à racheter car sont généralement enclins à réaliser d'autres types d'investissements, immobiliers essentiellement.

Horizontalement, la bande plus foncée au niveau de la 8<sup>ème</sup> année d'ancienneté met en évidence le fait que la fiscalité est plus avantageuse pour ces contrats après 8 ans incitant les assurés à reporter ou réduire les comportements de rachats.

Les rachats conjoncturels, dépendants de la situation économique décrite par le GSE, sont définis grâce à la cette fonction continue par morceaux :

$$\text{taux rachat conj}_t^p = \begin{cases} RC_{max}, & \text{si } \Delta\text{taux} \leq \alpha \\ RC_{max} \times \frac{\Delta\text{taux} - \beta}{\alpha - \beta}, & \text{si } \alpha < \Delta\text{taux} \leq \beta \\ 0, & \text{si } \beta < \Delta\text{taux} \leq \gamma \\ RC_{min} \times \frac{\Delta\text{taux} - \gamma}{\delta - \gamma}, & \text{si } \gamma < \Delta\text{taux} \leq \delta \\ RC_{min}, & \text{si } \delta < \Delta\text{taux} \end{cases}$$

Avec  $RC_{max}$  et  $RC_{min}$  les taux de rachats extrêmes,  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  des paramètres à fixer et  $\Delta \text{taux}$  l'écart entre le taux servi par l'assureur et celui servi par la concurrence. Il s'agit de la loi de rachat proposée par l'ACPR.

	Valeur du paramètre
$\alpha$	-5%
$\beta$	-1%
$\gamma$	1%
$\delta$	3%
$RC_{max}$	30%
$RC_{min}$	-5%

Figure 22 : Valeurs des paramètres de la fonction de rachats conjoncturels

Par hypothèse, on suppose que 25% des rachats conjoncturels sont partiels et 75% sont totaux.

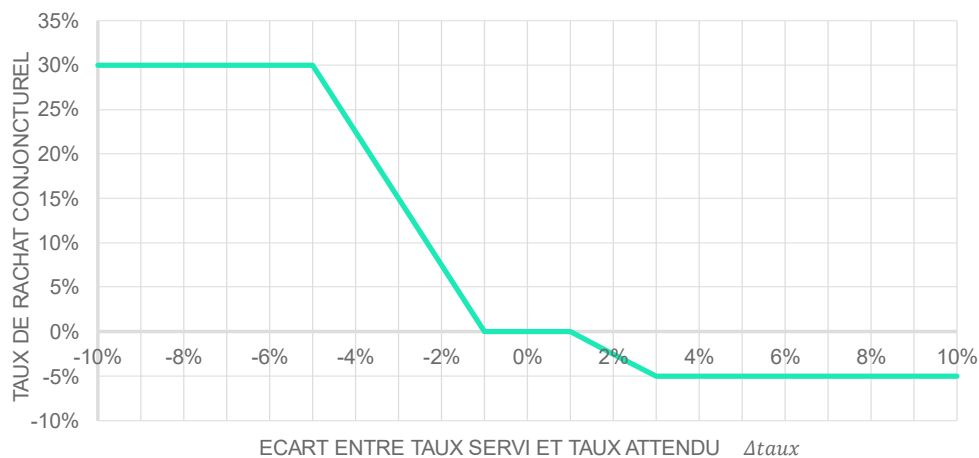


Figure 23 : Graphique du taux de rachats conjoncturels selon l'écart entre taux servi et taux attendu

$$\text{Prestations Rachat}_t^p = PM_{ouverture}_t^p \times (\text{taux rachat struc}_t^p + \text{taux rachat conj}_t^p)^+$$

Il faut tenir compte du fait que le taux de rachat conjoncturel peut être négatif (lorsque les taux servis sont strictement supérieurs à ceux de la concurrence). Pour éviter des montants de prestations de rachat négatifs qui feraient augmenter la PM, on ne considère que la partie positive  $(.)^+ = \max(0, .)$  comme indiqué dans la formule.

A noter que le montant de PM et le taux de rachat conjoncturel dépendent de la simulation en cours tandis que les décès et le taux de rachat structurel sont indépendants des simulations et donc identiques pour chacune.

Ainsi, le montant total de prestations versées est obtenu en additionnant les prestations de rachats et de décès mais aussi en prenant en compte la revalorisation des contrats au titre du TMG car l'on fait l'hypothèse que les rachats et les décès ont lieu en fin d'année.

$$Prestations\ totales_t = \sum_p (Prestations\ Deces_t^p + Prestations\ Rachat_t^p) \times (1 + TMG^p)$$

### (iii) Calcul du compte de trésorerie et rebalancement de l'actif

La troisième étape de projection porte sur la comptabilisation des flux entrants et sortants au compte de trésorerie, permettant de calculer le solde de trésorerie.

Comme évoqué, le vieillissement de l'actif génère l'encaissement d'éventuels coupons, remboursements obligataires, dividendes, loyers, revenus de trésorerie et le décaissement de frais financiers.

Par ailleurs, d'autres flux de trésorerie comme l'encaissement de primes et de chargements ou le décaissement des prestations et des frais sont modélisés à l'étape précédente de vieillissement du passif.

<b>Actif</b>	●	<b>Passif</b>
Dividendes	●	Primes euros
Coupons	●	Chargements
Remboursements obligataires	●	Extériorisation Résultats (Apport de FP)
Loyers	●	
Revenus de trésorerie	●	
<b>Total encaissements</b>	●	<b>Total encaissements</b>
Frais sur les produits financiers	●	Frais
Frais de garde (sur les valeurs de marché)	●	Prestations rachats
	●	Prestations décès
	●	IT sur prestations
	●	PB sur prestations
	●	Extériorisation Résultats (Dividendes)
<b>Total décaissements</b>	●	<b>Total décaissements</b>
<b>Total Actif</b>	●	<b>Total Passif</b>

Figure 24 : Compte de trésorerie simplifié

$$\begin{aligned} \text{Solde de trésorerie}_t &= \text{Encaissements}_t^{\text{Actif}} - \text{Décaissements}_t^{\text{Actif}} \\ &\quad - (\text{Encaissements}_t^{\text{Passif}} - \text{Décaissements}_t^{\text{Passif}}) \end{aligned}$$

La différence entre les flux de trésorerie entrants et sortants donne le solde du compte de trésorerie. Ce montant est utilisé pour rebalancer l'actif et tendre vers le portefeuille cible. La fin de la troisième étape de projection revient donc à mettre en place des mécanismes d'achat-vente pour chaque type d'actif.

La richesse à répartir est la somme des valeurs de marchés des actifs additionnée au solde de trésorerie. Si cette richesse est un montant négatif, tous les actifs sont vendus et le solde est placé en monétaire. Cela symbolise un emprunt au taux court.

Si le montant est positif, pour les actions et les actifs immobiliers et monétaires la réallocation ne consiste qu'à mettre à jour les VM et VNC après avoir vendu ou acheté les actifs selon les proportions de chacun dans le portefeuille cible donné en input.

Pour les obligations, les achats-ventes sont réalisés pour atteindre l'allocation cible car il faut tenir compte de la structure du portefeuille obligataire de réinvestissement en entrée du modèle.

#### Deux remarques :

- Les obligations sont supposées infiniment divisibles et liquides comme évoqué précédemment.
- Le rating des obligations n'a pas d'influence sur la projection risque neutre (or choc de la formule standard) dans le modèle actuel. Néanmoins, cette information est nécessaire dans le cadre d'une projection ORSA pour le calcul des chocs de spread sur l'horizon du business plan. Par ailleurs, un mémoire a été mené au sein du cabinet pour intégrer la modélisation du risque de crédit (pour lequel une chronique de spreads stochastiques qui dépend du rating des obligations est projetée).

#### **(iv) Gestion des provisions**

L'étape suivante est le vieillissement des provisions. Trois types de provisions sont modélisées dans l'outil, en plus des provisions mathématiques : la Réserve de Capitalisation (RC), la Provision pour Risque d'Exigibilité (PRE) et la Provision pour Participation aux Excédents (PPE). L'approche concernant cette dernière est décrite avec la fonction de PB dans le sous-paragraphe suivant. De plus, la Provision pour Dépréciation Durable (PDD) n'est actuellement pas modélisée dans l'outil, sinon sa comptabilisation interviendrait en premier lieu.

La PRE, comme vu précédemment, est dotée si des actifs non amortissables (uniquement actions et actifs immobiliers dans le modèle car les OPCVM n'y sont pas encore) sont globalement en moins-value. Ces deux types d'actifs ont déjà été revalorisés dans un premier temps puis rebalancés. Il faut donc mettre à jour le montant de PRE pour qu'il soit cohérent, car il permet en théorie de créer une provision permettant de faire face à un risque de liquidité, lié à la vente d'actifs en moins-value. Cette moins-value est constatée lorsque la VNC des placements R. 332-20, qui est leur valeur d'achat, est supérieure à leur VM.

Dans le cas où la compagnie d'assurance satisfait ses engagements réglementaires et une couverture de l'exigence minimale de marge de solvabilité, la PRE peut être dotée du tiers des moins-values. Dans le cas contraire, la moins-value latente (MVL) totale doit être provisionnée.

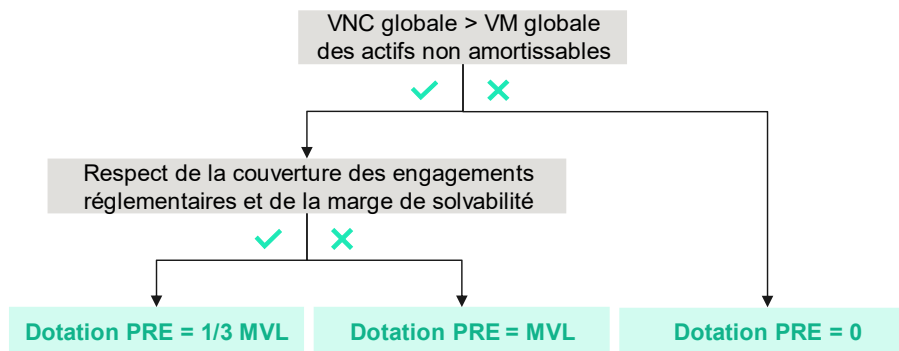


Figure 25 : Règle de dotation de la PRE

Dans le cadre du modèle ALM utilisé pour l'étude, la totalité de la moins-value latente sur les actions et les actifs immobiliers remplace la PRE précédente. Cette définition est plus conservatrice que la définition du Code des Assurances décrite par la figure 22.

Mathématiquement, cette gestion se traduit par :

$$Variation_t^{PRE} = dotation_t^{PRE} - reprise_t^{PRE}$$

Avec :

$$dotation_t^{PRE} = MVL_t$$

$$reprise = PRE_{(n-1)}$$

Et :

$$MVL_{R330.20} = -(VM_{R330.20} - VNC_{R330.20})$$

La Réserve de Capitalisation est de son côté dotée ou reprise en cas de plus ou moins-value sur une obligation prise indépendamment d'une autre. De même, l'étape de rebalancement de l'actif à une influence sur le montant de cette réserve. Néanmoins, elle ne peut être négative donc si la Réserve de Capitalisation ne permet pas d'absorber l'ensemble des moins-values obligataires, cela vient impacter le résultat de l'exercice.

#### (v) Revalorisation des contrats via l'algorithme de distribution de la Participation aux Bénéfices

Cette étape est détaillée dans le sous-paragraphe qui lui est dédié (cf. sous-paragraphe B « Fonction de Participation aux Bénéfices »).

À l'issue de ces étapes les enregistrements comptables sont effectués pour conserver en mémoire les éléments comptables correspondants : bilan, compte de résultat et compte de trésorerie. À chaque fin d'année projetée de chaque simulation, ces trois éléments sont

constitués de manière classique mais sans exhaustivité des postes étant données les simplifications de l'outil.

#### (vi) Gestion de la fin de projection

Finalement, lors de la dernière année projetée (la 50<sup>ème</sup> dans cette étude), il est nécessaire de réaliser une étape de gestion de fin de projection, n'intervenant qu'à la fin du processus, dans les cas où la durée de projection n'est pas assez longue et qu'il reste des richesses en provisions.

La durée de projection est définie selon un arbitrage coût-erreur. Augmenter la durée de projection est coûteux en termes de ressources et de temps de calcul. L'approximation faite ici en n'allant pas jusqu'à l'extinction totale du portefeuille permet de réduire ces coûts tout en contenant l'erreur en-dessous d'un seuil raisonnable.

Par principe, on se demande comment les richesses restantes après la projection seraient réparties entre assurés et actionnaires si l'on allait jusqu'à l'extinction totale du portefeuille. Par hypothèse, on considère une redistribution comme suit : les PM et PPE reviennent aux assurés tandis que les Fonds Propres reviennent aux actionnaires. Les richesses que représentent la PRE, la Réserve de Capitalisation et les plus ou moins-values réalisées lors de la vente des actifs sont réparties à 85% aux assurés et 15% aux actionnaires.

## B. Fonction de Participation aux Bénéfices

La fonction de Participation aux Bénéfices a pour but de déterminer l'allocation des produits financiers et techniques distribuables entre assurés et assureur, en respectant les impératifs associés. Elle est constituée de plusieurs paliers : un palier contractuel, faisant appel aux taux techniques, un palier réglementaire, concernant la redistribution sous 8 ans de la PPE et la PB minimum réglementaire, et enfin un palier discrétionnaire.

L'assiette financière disponible se compose de la quote-part des produits financiers (coupons, loyers, dividendes, intérêts, variations de VNC, plus ou moins-value réalisées actions et immobiliers, réalisations de moins-values obligataires si la Réserve de Capitalisation est épuisée, variation de la PRE) auxquels on soustrait les frais financiers, pour les actifs en représentation des PM.

On applique une quote-part à l'assiette totale des produits financiers :

$$QP\ financiere_{assures} = \frac{Provisions\ Techniques}{Passif\ total\ d'ouverture} = \frac{PM + PPE + Reserve\ de\ Capitalisation}{Fonds\ Propres + Provisions\ Techniques}$$

$$QP\ financiere_{assureurs} = (1 - QP\ financiere_{assures}) = \frac{Fonds\ Propres}{Passif\ total\ d'ouverture}$$

Un autre élément nécessaire à la fonction de PB est le besoin en revalorisation. Le modèle comprend deux types de besoin : le besoin lié aux conditions du contrat, immuable, et le besoin cible. Le premier correspond aux Intérêts Techniques calculé d'une part en multipliant le taux technique par la PM pour ce qui est des garanties, et d'autre part en employant la formule donnée plus haut pour ce qui est des prestations.

$$IT_{garantie}^p = \text{taux tech}^p \times PM^p$$

$$IT_{prestations}^p = \text{taux tech}^p \times (\text{Prestations Deces}^p + \text{Prestations Rachat}^p)$$

Le second besoin est défini selon un taux cible, il va au-delà premier besoin et est calculé à partir du taux concurrentiel.

Le taux concurrentiel sert à matérialiser les attentes que les assurés ont en comparant avec ce que peut leur offrir la concurrence. Sa formule au sein du modèle est la suivante :

$$\text{taux conc} = (\text{Part vieil assureur} \times \text{Moyenne glissante}_{8 \text{ ans}}(\text{taux}_{10 \text{ ans}}) + a)^+$$

Avec :

- $\text{Part vieil assureur} \times \text{Moyenne glissante}_{8 \text{ ans}}(\text{taux}_{10 \text{ ans}}) + a$  représentant la concurrence d'un assureur déjà installé sur le marché
- $\text{taux}_{10 \text{ ans}}$  les taux 10 ans des dernières années avant la date de simulation en input du modèle
- Les coefficients  $\text{Part vieil assureur}$  et  $a$  sont calibrés d'après l'historique des taux servis publié par l'ACPR à l'aide d'une régression linéaire.

On en déduit pour chaque Model Point  $p$  de passif, ayant tous un taux technique distinct après l'étape d'agrégation, un taux de PB cible :

$$\text{taux cible}^p = \left( \max \left( \text{taux lissage} \times \text{taux PB servi}_{N-1}^p ; \text{taux conc} \times (1 + \text{ajust conc}) \right) - \text{taux tech}^p \right)^+$$

Avec le terme  $\text{taux lissage} \times \text{taux PB servi}_{N-1}^p$  symbolisant la volonté qu'a l'assureur de lisser les niveaux de revalorisation d'une année sur l'autre. Le taux de lissage est paramétrable par l'utilisateur et a été fixé pour notre étude à 80%. La variable  $\text{ajust conc}$  est un facteur d'ajustement. Il est appliqué au taux concurrentiel pour matérialiser la stratégie de l'assureur qui ne consiste pas toujours à se conformer parfaitement au taux de la concurrence. De même que le taux de lissage, il s'agit d'un paramètre en entrée du modèle. Il a été fixé à -20%.

Ainsi, les deux inputs de la fonction de PB ont été décrits : l'assiette disponible et le besoin en revalorisation, voici à présent la description de l'algorithme permettant d'atteindre le montant de revalorisation des contrats.

Actuellement dans l'outil, la fonction de PB se décompose en quatre étapes.

**a) Versement des Intérêts Techniques et prélèvement des chargements de gestion :**

D'abord, il faut vérifier si l'assiette de calcul constituée de l'assiette financière disponible et du solde de souscription est suffisante pour servir les Intérêts Techniques sur garanties, incorporés à la PM, et sur prestations. A noter que sur les contrats d'épargne, qui font l'objet de cette étude, le solde de souscription est nul donc il s'agit en réalité que de comparer l'assiette présentée au début de ce sous-paragraphe et les IT.

$$Assiette = QP_{financière_{assures}} + solde\ de\ souscription \stackrel{?}{\geq} IT_{garantie} + IT_{prestations}$$

Si l'assiette est effectivement supérieure aux IT, on lui retranche simplement les IT.

$$Assiette' = Assiette - IT_{garantie} - IT_{prestations}$$

Dans le cas contraire, on retranche quand même les IT mais on tente aussi de réaliser des plus-values actions pour maintenir l'assiette positive. Si ce n'est pas possible, cela impactera le résultat car il n'est en aucun cas possible de reprendre la PPE qui appartient déjà de fait aux assurés.

$$Assiette' = Assiette - IT_{garantie} - IT_{prestations} + Plus\ Value_{realisee}$$

Ensuite, on soustrait à l'assiette obtenue les chargements réels de gestion. A nouveau, si l'assiette n'est pas suffisante pour rester positive alors on vend des actions pour réaliser des plus-values. Si les plus-values actions ne couvrent pas les chargements théoriques alors les chargements réels seront plus faibles que les chargements théoriques, voire nuls.

Après avoir ôté les IT et les chargements réels, et ajouté les plus-values si nécessaire, on finit par ajouter à l'assiette le solde de gestion, la différence entre les frais de gestion et les chargements de gestion.

$$Assiette'' = Assiette' - chargements\ reels\ (+\ Plus\ Value_{realisee}) + solde\ de\ gestion$$

On n'utilise que la vente d'actions pour essayer de réaliser des plus-values latentes car il semble irrationnel qu'un assureur vende des actifs immobiliers, très peu liquides, pour payer des engagements. La vente d'obligations serait quant à elle neutralisée en Réserve de Capitalisation.

**b) Prélèvement de la marge de l'assureur :**

On récupère l'assiette obtenue à l'étape précédente et on la compare à la marge cible.

$$marge\ cible = (u \times QP_{assures} \times produits\ financiers)^+ + (v \times solde\ tech)^+$$

Avec  $u$  et  $v$  des paramètres en input d'outil dont les valeurs doivent en théorie être choisies telles que  $u \leq 15\%$  et  $v \leq 10\%$ . Dans le cas contraire, la marge sera nécessairement réduite par la suite à l'étape de calcul du minimum de PB réglementaire.

Si l'assiette restante (après prélèvement des IT et des chargements) est supérieure ou égale à la marge cible alors la marge de l'assureur correspond à la marge cible et on soustrait ce montant de l'assiette.



$$Assiette''' = Assiette'' - marge\ cible\ (+\ Plus\ Value_{realisee})$$

A l'inverse, si l'assiette est inférieure, on entreprend de réaliser des plus-values actions. Si la somme de l'assiette et des plus-values réalisées couvre le montant de la marge cible alors la marge de l'assureur est la marge cible et on soustrait ce montant de l'assiette. Sinon, la marge cible n'est pas atteinte, la marge de l'assureur se réduit à la somme de l'assiette et des plus-values. L'assiette est alors nulle.

$$Si\ marge\ cible > Assiette'' + Plus\ Value_{realisee}$$

$$\Rightarrow\ marge_{assureur} = Assiette'' + Plus\ Value_{realisee}$$

$$Assiette''' = 0$$

### c) Versement de la revalorisation par application du taux cible :

A cette étape, la PPE 8 ans est libérée. Si elle couvre à elle seule le montant de PB cible alors cette dernière est distribuée, i.e. incorporée aux PM. Si un reliquat subsiste alors la PB cible est augmentée et vient alimenter les PM car on ne peut pas le redoter en PPE.

$$Si\ PPE_{8\ ans} \geq PB_{cible}$$

$$\Rightarrow\ PB_{distribuee} = PB_{cible}$$

$$\Rightarrow\ dotation_{PM} = (PPE_{8\ ans} - PB_{cible})^+$$

Sinon, la PPE 8 ans libérée est additionnée à l'assiette obtenue à l'étape précédente. Si cette somme est suffisante pour couvrir la PB cible alors cette dernière est distribuée. Si un reliquat d'assiette subsiste, il sert à augmenter la marge de l'assureur dans la limite d'un paramètre en input de l'outil, ici fixé à 20% de la marge assureur, et l'excédent au-delà des 20% est doté en PPE.

$$Si\ Assiette''' + PPE_{8\ ans} \geq PB_{cible}$$

$$\Rightarrow\ PB_{distribuee} = PB_{cible}$$

$$\Rightarrow\ augmentation_{marge} = (\min(Assiette''' + PPE_{8\ ans} - PB_{cible}; 20\% \times marge_{assureur}))^+$$

$$\Rightarrow\ marge'_{assureur} = marge_{assureur} + augmentation_{marge}$$

$$\Rightarrow\ dotation_{PPE} = (Assiette''' + PPE_{8\ ans} - PB_{cible} - augmentation_{marge})^+$$

Dans le cas où cela ne suffirait pas, alors l'algorithme va successivement puiser dans des stocks de PPE les plus récents, vendre des actions ou encore diminuer la marge assureur pour atteindre la PB cible. La baisse de la marge assureur est paramétrable dans l'outil et fixée à -10% dans notre exemple.

$$Si\ Assiette''' + PPE_{8\ ans} + PPE_{reprise}(+ Plus\ Value_{realisee}) \geq PB_{cible}$$

$$\Rightarrow\ PB_{distribuee} = PB_{cible}$$

$$\Rightarrow\ dotation_{PPE} = 0$$

$$\begin{aligned}
& \text{Si } Assiette''' + PPE_{8\text{ ans}} + PPE_{reprise} + Plus\ Value_{realisee} < PB_{cible} \\
\Rightarrow & Assiette_{manquante} = PB_{cible} - (Assiette''' + PPE_{8\text{ ans}} + PPE_{reprise} + Plus\ Value_{realisee}) \\
\Rightarrow & diminution_{marge} = (\min(Assiette_{manquante}; 10\% \times marge_{assureur}))^+ \\
& \Rightarrow marge'_{assureur} = marge_{assureur} - diminution_{marge} \\
\Rightarrow & PB_{distribuee} = PB_{cible} - (Assiette_{manquante} + diminution_{marge}) \\
& \Rightarrow dotation_{PPE} = 0
\end{aligned}$$

Malgré ce mécanisme, il subsiste certains cas dans lesquels la PB cible ne peut être servie sur l'ensemble des Model Points. Alors l'algorithme va distribuer seulement la PB disponible mais de manière à lisser les taux de revalorisation entre assurés. Les plus petits taux techniques sont priorisés. Cela permet de limiter les rachats conjoncturels puisque les assurés aux taux techniques élevés sont déjà satisfaits par leur revalorisation vis-à-vis de la concurrence.

A la fin de cette étape, tous les éléments nécessaires au calcul de la PM de clôture ont été déterminés :

$$PM_{cl\acute{o}ture} = PM_{ouverture} - prestations - chargements\ reels + IT + PB_{distribuee}$$

#### d) Contrôle du respect du minimum réglementaire de PB :

Cette dernière étape consiste à vérifier que le montant de PB minimum réglementaire est bien respecté, pour une année  $N$  :

$$PB_{min}(N) = (\text{compte de participation}_N - IT_{garantie}(N) - IT_{prestations}(N))^+$$

$$\begin{aligned}
\text{compte de participation}_N &= (85\% \times assiette_{financiere}(N))^+ + 100\% \times assiette_{technique}(N) \\
&\quad - (10\% \times assiette_{technique}(N))^+ + \min(0; \text{compte de participation}_{N-1})
\end{aligned}$$

Si, au global, la PB distribuée (incorporée ou sur prestations) additionnée à la variation de PPE est inférieure au minimum de PB réglementaire alors le montant de PB manquant est doté en PPE et la marge assureur, qui peut alors déjà être négative, doit absorber le manque et donc est diminuée de ce montant.

$$\begin{aligned}
& \text{Si } PB_{distribuee} + variation_{PPE} < PB_{min} \\
\Rightarrow & dotation_{PPE} = (PB_{min} - (PB_{distribuee} + variation_{PPE}))^+ \\
& \Rightarrow marge'_{assureur} = marge_{assureur} - dotation_{PPE}
\end{aligned}$$

#### e) **Rafraichissement de la PPE**

Pour finir sur la PPE, le modèle est paramétrable de sorte à autoriser ou non le rafraichissement de la PPE. Cette technique, largement utilisée par les acteurs du marché, permet aux assureurs d'être moins contraints par le relâchement obligatoire après 8 ans.

Par exemple, un assureur dispose de 100 euros de PPE et s'apprête à devoir servir une PB de 110 euros. Il n'incorpore que 10 euros de PB à la PM, dote la PPE de 100 euros, reprend les 100 euros initiaux de PPE, et incorpore ces 100 euros à la PM.

### **III. Implémentation de la projection ORSA**

#### **A. Développements pour la partie déterministe**

##### **1. Prise en compte de primes et d'affaires nouvelles au passif**

Deux ajouts ont été nécessaires côté passif pour réaliser la projection ORSA. En premier lieu, le modèle ne permettait pas la gestion de primes périodiques ou de versements libres.

Il a donc fallu ajouter la possibilité de modéliser des primes périodiques dans le modèle. Ce développement était également indispensable pour l'ajout d'affaires nouvelles dans le cadre de la projection à horizon 5 ans d'un business plan pour un ORSA.

Nous avons fait le choix de nous contenter d'une chronique de primes périodiques et n'avons pas intégré de loi de versements libres par souci de simplification (et dans la mesure où cette étude se place dans le cadre de l'environnement Solvabilité II).

Le montant en euros de prime périodique est donné en input de l'outil, de même que la durée de versement de cette prime. A l'étape du vieillissement du passif, tant que la durée de versement n'est pas dépassée, la PM est augmentée des primes nettes de chargements d'acquisition.

En cas de rachat total, le versement des primes est évidemment interrompu mais continue selon le même montant lorsque le rachat n'est que partiel.

$$\text{primes nettes} = \text{primes} \times (1 - \text{taux chgt acquisition})$$

$$PM_{cl\acute{o}ture} = PM_{ouverture} - \text{prestations} - \text{chargements reels} + IT + PB_{distribuee} + \text{primes nettes}$$

Le montant de prime nette intervient également dans le calcul de la marge de souscription, i.e. l'ensemble des primes perçues nettes de chargements d'acquisition et de prestations, auxquelles s'ajoutent la revalorisation des PM et des charges sur PM :

$$\text{marge souscription} = \text{charges}_{PM} + \text{primes nettes} - \text{prestations} + \text{revalo}_{PM}$$

Avec :

$$\begin{aligned} \text{charges}_{PM} &= PM_{ouverture} - PM_{cloture} \\ \text{revalo}_{PM} &= IT + PB_{distribuee} - \text{chargements reels} \end{aligned}$$

Ainsi, on a bien une marge de souscription nulle comme cela doit être le cas sur un contrat d'épargne en l'absence de garantie décès. Une telle marge correspond au résultat lié à la mortalité qui peut être positif lorsqu'il y a un écart entre la mortalité provisionnée et la mortalité réelle. Cet écart apparaît notamment sur les produits de rente comme des garanties retraite.

Les chargements d'acquisition alimentent la marge de gestion qui correspond aux chargements administratifs, d'acquisition et sur prestations nets de tous les frais de gestion, de rachats et de décès.

Les marges de souscription et de gestion font partie du résultat de l'exercice au même titre que la marge assureur définie auparavant dans le sous-paragraphe B « Fonction de Participation aux Bénéfices ».

Enfin, les primes s'inscrivent dans le compte de trésorerie parmi les encaissements du passif et dans le compte de résultat de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{resultat technique} &= \text{produits} - \text{charges} \\ &= \text{primes nettes} + IT + PB_{distribuee} \\ &\quad - (\text{variation}_{PM} + \text{chargements reels} + \text{prestations}) \end{aligned}$$

Avec :

$$\begin{aligned} \text{variation}_{PM} &= PM_{cloture} - PM_{ouverture} \\ &= (PM_{ouverture} - \text{prestations} - \text{chargements reels} + IT + PB_{distribuee} \\ &\quad + \text{primes nettes}) - PM_{ouverture} \\ &= -\text{prestations} - \text{chargements reels} + IT + PB_{distribuee} + \text{primes nettes} \end{aligned}$$

Donc le résultat technique est bien nul comme cela doit être le cas pour un produit d'épargne.

L'autre développement lié aux primes concerne les affaires nouvelles. Bien que les projections selon le pilier 1 de la Directive Solvabilité II soient le plus souvent faites en « run-off » donc uniquement sur le stock de contrat déjà acquis par l'assureur, sur la partie déterministe de la projection ORSA, on peut considérer que l'assureur va, éventuellement par des actions commerciales, agrandir son portefeuille de passif et souscrire de nouvelles affaires. Dans la modélisation, on crée alors un nouveau Model Point « new business » qui ressemble en tout point aux MP déjà en input du modèle à l'exception qu'il intègre une date d'arrivée dans le

portefeuille et que son montant initial de PM est nul. Celui-ci sera alimenté au cours de la projection et notamment par la prime initiale.

En effet, pour se rapprocher de la réalité, la possibilité de verser une première prime plus élevée que les primes périodiques suivantes a été implémentée.

## 2. Défaits obligataires « monde réel » à l'actif

Une spécificité de la projection ORSA est que l'étape de risque-neutralisation ne s'effectue pas en  $t = 0$  comme cela était fait jusqu'alors dans le modèle, mais en  $t = 1, \dots, 5$ , i.e. à la suite des premières années de projection en univers « monde réel ».

Il a ainsi fallu déterminer une approche pour calculer les valeurs de marchés et les valeurs comptables des obligations en amont du passage en univers risque neutre.

Un choix a été fait quant à la manière de définir le coefficient de défaut Monde-Réel : il est exprimé en pourcentage du spread implicite défini plus haut. Pour rappel, le spread implicite est calculé en  $t = 0$  et s'écrit :

$$s = \operatorname{argmin} \left( VM_0^{hyp} - \sum_{i=1}^M CF_{0,i}^{hyp} \times e^{-(r_0^i + s) \times i} \right)$$

Avec  $CF_{0,i}$  le futur cash-flow  $i$  vu au temps  $t = 0$ ,  $M$  la maturité de l'obligation,  $r_0^i$  le taux Zéro-Coupon de maturité  $i$  en année 0.

Le défaut obligataire monde réel est alors :

$$default_{MR} = s \times coefficient_{default_{MR}}$$

La formule du nominal écrêté devient sur la partie monde réel de la projection :

$$nominal_t^{écrêté} = nominal_{t-1}^{écrêté} \times e^{-s \times coefficient_{default_{MR}}}$$

$$nominal_t^{écrêté} = nominal_0^{hyp} \times e^{-s \times coefficient_{default_{MR}} \times t}$$

La valeur de marché est alors modifiée par rapport au calcul en univers risque neutre puisque le nominal, et donc les cash-flows, sont écrêtés différemment.

$$CF_{t,i} = \left( nominal_0^{hyp} \times tauxCoupon + \mathbb{1}_{\{i=M\}} \times nominal_0^{hyp} \times tauxRemb \right) \times e^{-s \times coefficient_{default_{MR}} \times t}$$

La démonstration donnée auparavant sur la performance dans le scénario équivalent certain tient bien entendu toujours avec :

$$VM_t + CF_{t,t} = VM_{t-1} \times e^{perf_t}$$

$$\Leftrightarrow perf_t = r_{t-1}^1 + s \times (1 - coefficient_{defaut_{MR}})$$

Avec  $r_{t-1}^1$  le taux court issu de la courbe des taux 1 an forward.

Le calcul de la valeur nette comptable est aussi différent sur la partie monde réel de la projection et tient compte du coefficient de défaut MR :

$$VNC_t + CF_{t,t} = VNC_{t-1} \times e^{perf}$$

$$\Leftrightarrow perf = r_a - s \times coefficient_{defaut_{MR}}$$

Dans le développement de l'outil, le paramètre  $coefficient_{defaut_{MR}}$  est donné en input du modèle parmi les hypothèses Monde-Réel et est fixé à 10% dans cette étude.

## B. Traitement de la partie stochastique

### 1. GSE interne

Comme cela a été énoncé auparavant dans ce mémoire, la projection des différents éléments constituant le bilan de l'assureur requiert un GSE permettant de simuler l'évolution des conditions économiques à un horizon donné. Pour mener cette étude, le GSE stochastique utilisé est celui mis en place au sein du cabinet. Cet outil a fourni les 1000 trajectoires « risque neutre » nécessaires sur une période de 40 ans, pour chaque année d'ORSA.

On dénombre plusieurs modèles de diffusions pour les facteurs de risques à projeter. Le choix de l'usage d'un modèle plutôt qu'un autre repose sur un arbitrage entre simplicité et précision. Concernant les facteurs de risques retenus, ils correspondent aux actifs traditionnellement détenus par les assureurs vie : obligations, actions et actifs immobiliers. Ainsi, les facteurs de risques sont les quatre énumérés dans le tableau ci-dessous :

	Modèle de projection	Données de calibration (31/12/2021)
Taux d'intérêts	Gaussien à 2 facteurs G2++	Volatilité implicite de swaptions à la monnaie, taux swaps sur EURIBOR 3mois (Bloomberg) Courbe de taux sans risque et sans prime de liquidité (EIOPA)
Action	Black & Scholes	Put à la monnaie sur CAC40 (Bloomberg)
Immobilier	Black & Scholes	Indices des prix des logements sur 20 ans (INSEE)
Inflation	Vasicek (retour à la moyenne)	Indice d'inflation sur 20 ans (INSEE)

Figure 26 : choix des modèles pour chaque facteur et données utilisées

A noter que les données de calibration utilisées sont au 31/12/2021, la date de clôture la plus récente au moment de la mise en place de l'étude.

Ces données aident à estimer les paramètres déterminant la dynamique du facteur de risque de manière à approximer sa valeur à chaque pas de temps, pour chaque simulation. Il est particulièrement important d'avoir un GSE bien calibré car ses courbes ont un effet majeur sur

les valeurs projetées des actifs de l'assureur, et compte tenu du lien étroit entre actifs et passifs, cela entraînera des conséquences également sur le passif du bilan.

Le modèle de taux sélectionné est le modèle gaussien à deux facteurs dans lequel le taux court est écrit comme une somme de deux facteurs corrélés suivant une loi normale et d'une fonction déterministe reproduisant la structure par terme de la courbe des taux sans risque. Un tel modèle réplique mieux la volatilité d'un modèle à un seul facteur sans complexifier la mise en place.

Le modèle de diffusion retenu pour les actions et les actifs immobiliers est le modèle de Black & Scholes couramment utilisé pour sa simplicité. La même qualité a conduit le choix du modèle de Vasicek pour l'inflation. Ce modèle est dit de « retour à la moyenne ». Il suppose que l'inflation a la propriété de revenir à un niveau moyen à long terme et permet de faire osciller sa valeur autour d'une moyenne.

Il faut de surcroît modéliser les interactions entre ces différents facteurs. Des coefficients de corrélations entre actifs sont employés dans le GSE interne. Ces coefficients sont calculés à partir des données historiques sur 20 ans et intégrés aux projections.

Les paramètres de chacun de ces modèles sont calibrés de telle sorte qu'ils respectent les principes de market consistency et de martingalité. Cette phase de validation est primordiale puisque les résultats de la modélisation ALM sont très sensibles au GSE.

Ainsi, deux tests standards sont effectués pour valider un GSE :

- Le test de Market Consistency consiste dans la pratique à s'assurer que les prix théoriques calculés par le GSE des swaptions à la monnaie sur les taux EURIBOR 3mois et du put à la monnaie sur CAC40 sont cohérents avec les prix obtenus à partir d'une formule fermée et des volatilités implicites issues de Bloomberg
- Le test de Martingalité permet de s'assurer que la risque neutralité du GSE est bien respectée : en considérant dans la pratique que la moyenne approxime l'espérance via la méthode de Monte-Carlo, il convient de vérifier que le prix actualisé d'un actif est en moyenne égal au prix initial.

Voici ci-dessous les résultats des tests standards du GSE stochastique risque neutre :

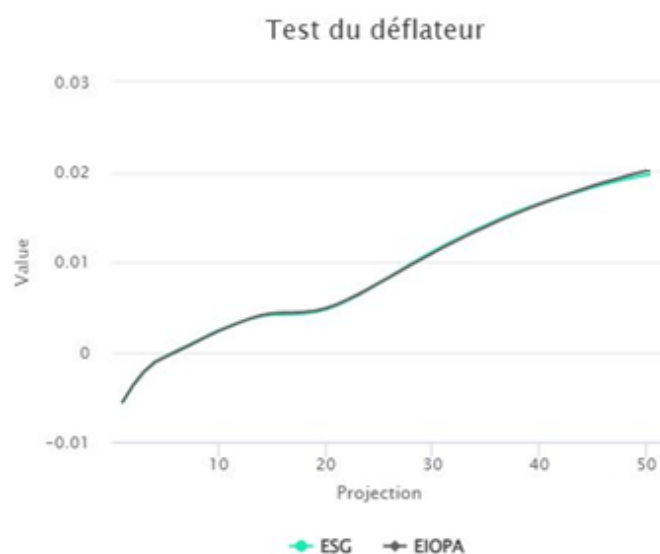


Figure 27 : Résultat du test de market consistency

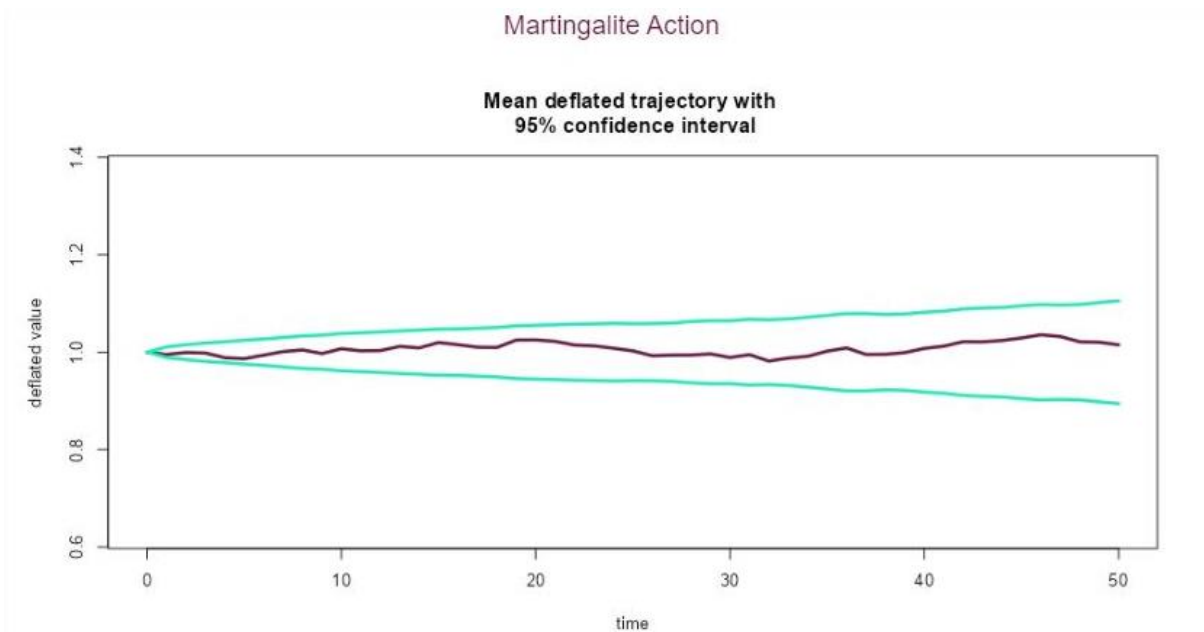


Figure 28 : Résultat du test de martingalité sur les actions et son intervalle de confiance

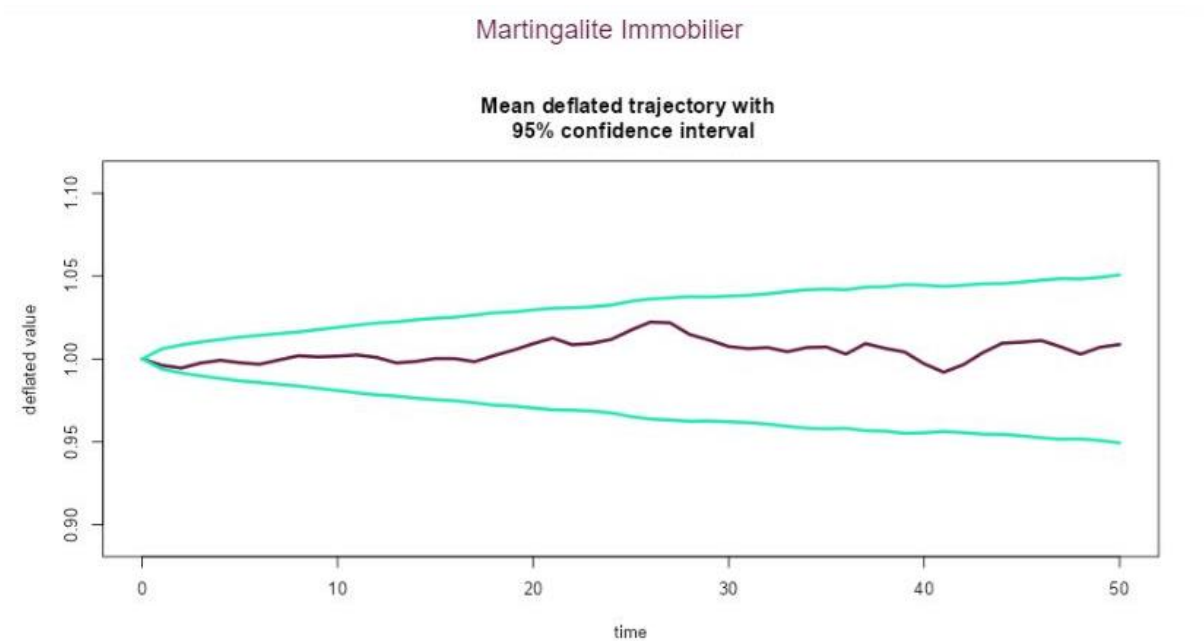


Figure 29 : Résultat du test de martingalité sur les actifs immobiliers et son intervalle de confiance

Les résultats obtenus sont acceptables car contenus dans l'intervalle de confiance à 95% sur l'ensemble de la projection.



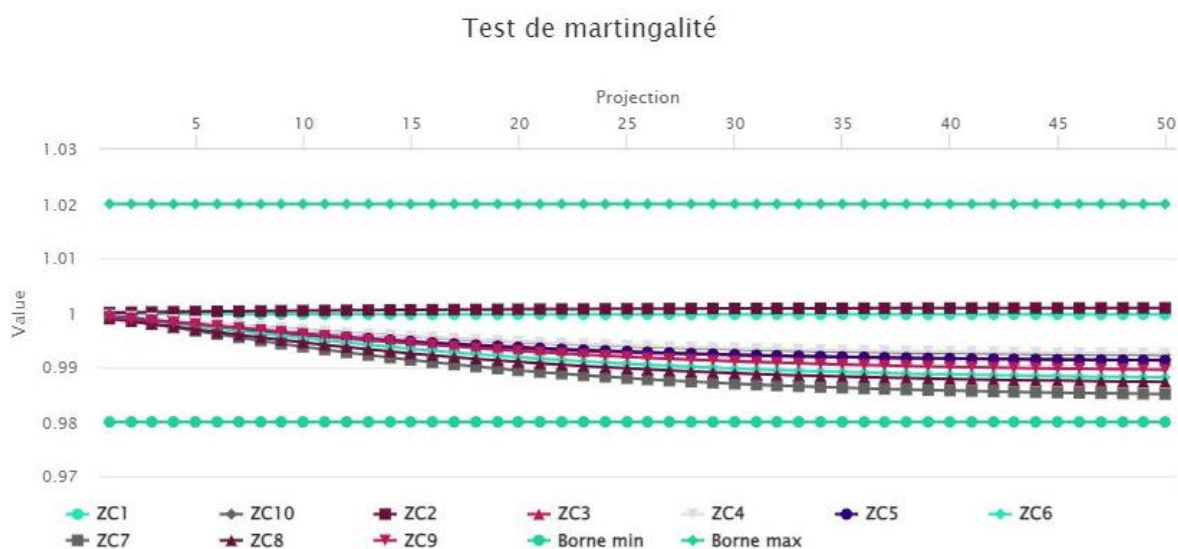


Figure 30 : Résultat du test de martingalité sur les Zéro-Coupons et son intervalle de confiance

Ici, on remarque que l'écart constaté entre les prix actualisés et les prix théoriques en  $t = 0$  est plus important pour les Zéro-Coupon de maturité 10 ans, en particulier en fin de projection, mais reste entre les bornes de l'intervalle de confiance.

## 2. Calibration des scénarios Monde Réel

Par principe, une projection ORSA nécessite, comme cela a été vu plus haut, de valoriser le bilan de l'assureur selon des scénarios déterministes Monde Réel sur les premières années du Business Plan. Ainsi, à l'image du GSE stochastique, l'ensemble des facteurs de risques sont estimés et utilisés pour la projection déterministe Monde Réel en amont de la projection stochastique Risque Neutre. On appellera GSE déterministe ces données par opposition au GSE stochastique.

L'ORSA débute au 31/12/2021 et s'étend sur 5 ans jusqu'à la clôture de l'exercice 2026. Les estimations des facteurs de risque sont basées sur l'observation des valeurs historiques des indices financiers. A noter que ces estimations ont été faites à l'aide des informations disponibles au moment de la mise en place de l'étude durant l'été 2022.

- Taux monétaires

L'estimation réalisée pour les taux courts EURIBOR 3 mois s'appuie sur les projections macroéconomiques pour la France établies par la Banque Centrale Européenne en juin 2022 associées aux hypothèses faites par un acteur du marché expert en banque-assurance vie.

De plus, la simulation déterministe doit contenir l'ensemble de taux Zéro-Coupon de maturité 1 à 50 ans obligatoire pour la valorisation des obligations et ce pour les 5 années projetées. Cette hypothèse sert à calculer la valeur de marché d'une obligation à chaque pas de projection déterministe Monde Réel, en actualisant les flux de coupon futurs. Il faut aussi prendre en compte le coefficient de défaut Monde Réel pour sortir de l'univers risque-neutralisé.

L'estimation se base sur la courbe de taux sans risque de l'EIOPA au 31/12/2021 et l'estimation des taux courts.

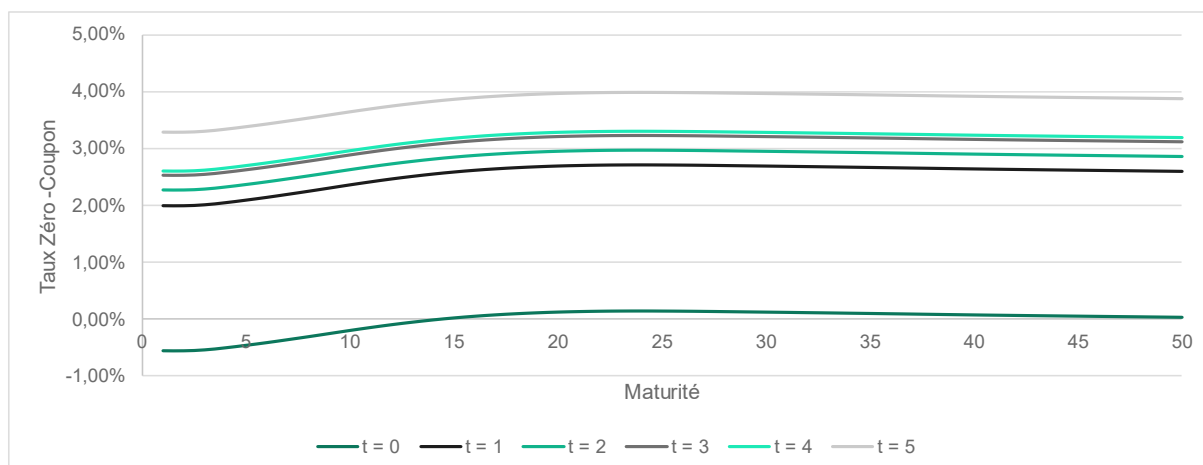


Figure 31 : Courbes de taux Zéro-Coupon

- Indice Action

L'indice Action a été estimé selon les prévisions d'évolution du CAC40 réalisées par la Banque de France en lien avec les hypothèses d'un important acteur du marché financier européen.

- Indice immobilier

Les variations de la valeur de l'immobilier en France utilisées pour la projection déterministe sont issues des prévisions publiées par l'INSEE.

- Inflation

Pour ce qui est de l'inflation, traduisant l'accroissement des prix et la dépréciation de la monnaie, l'hypothèse Monde Réel est celle de l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques tenant compte des objectifs de la BCE à long terme.

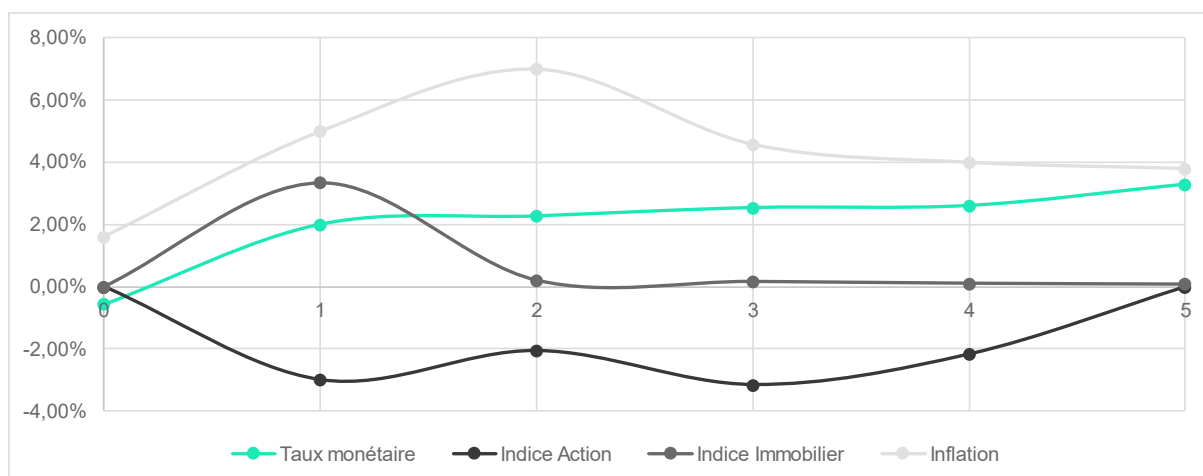


Figure 32 : Evolution des différents facteurs de risque du GSE déterministe Monde Réel pour les 5 années d'ORSA

A la suite de la projection déterministe, la projection stochastique doit prendre le relais. C'est pourquoi, en plus de la création de ce GSE déterministe Monde Réel, il a fallu créer 5 jeux de 1000 scénarios stochastiques en univers risque neutre, un pour chaque année du Business Plan et pour lesquels le point de départ quant à la valeur des facteurs de risques correspond au point d'arrivée de la projection déterministe Monde Réel.

Pour ce faire, l'outil interne développée au sein du cabinet a été utilisé avec en input les données du GSE déterministe (permettant d'étudier l'évolution à la hausse des taux) à l'exception des prix d'option qui n'ont pas été modifiés par rapport aux données de calibration. Cependant, les tests de martingalité et de market consistency sont validés pour chaque jeu de scénarios (les résultats des tests sont donnés en annexe).

Finalement, un dernier développement de l'outil ALM interne a été nécessaire pour l'ORSA à savoir la gestion du passage d'un GSE à un autre au cours de la projection au moment de la risque-neutralisation.

## **C. Cohérence du modèle**

### **1. Hypothèses simplificatrices**

Dans tout type de modélisation, il est important de faire des arbitrages entre simplicité et précision. Pour éviter des temps de calcul trop longs, certaines hypothèses simplificatrices ont été prises.

Sur le modèle en lui-même, il a été fait état uniquement de maturités entières pour les obligations et il n'y a pas d'allocation dynamique, i. e. la stratégie de réinvestissement est donnée en input et n'évolue pas selon la valeur des indicateurs financiers durant l'ensemble de la projection.

Sur le portefeuille utilisé, le choix a été fait de se concentrer sur les contrats d'épargne en euros et sur les flux issus des obligations en occultant les dividendes et loyers liés aux actions et actifs immobiliers.

Sur la modélisation ORSA, en plus de modéliser le défaut obligataire il aurait été intéressant d'ajouter une déformation du spread dans le pricing Monde Réel des obligations en permettant une distinction entre les ratings. En effet, la hausse subite des taux obligataires actuellement observée s'accompagne d'un élargissement des spreads en raison d'un risque accru sur les capacités de financement des entreprises voire des Etats (se référer à la première partie sur le cadre de l'étude pour plus d'informations sur le contexte économique et les mécanismes en jeu).

### **2. Résultats du scénario central**

Après avoir fait les développements et créé les hypothèses nécessaires, les résultats du scénario central de l'ORSA ont pu être obtenus. Ils sont présentés dans cette section. Les relâchements de différentes contraintes comptables constitueront les scénarios de tests.

Tout d'abord les projections sur 5 ans ont été faites sans l'introduction d'affaires nouvelles de manière à isoler les évolutions du stock et mieux les comprendre. Ensuite, des hypothèses de collecte seront ajoutées comme dans un business plan classique.

A noter que les bilans sociaux, comptes de résultats et comptes de trésorerie projetés sur 40 ans sont affichés dans les sorties du modèle selon la trajectoire unique « Équivalent Certain » (EC, où tous les actifs rapportent le taux sans risque) et selon les 1000 trajectoires stochastiques « Risque Neutre » déflatées, moyennées, recapitalisées. En effet, afficher et analyser des données basées sur une simple moyenne de trajectoires stochastiques est source d'erreur d'interprétation car ne prenant pas en compte le poids de l'actualisation de chaque trajectoire. Les sorties utilisées dans le cadre de ce mémoire reposent sur la simulation déterministe EC dont la théorie est exposée ci-dessous.

Tout à d'abord, le coût d'options ou TVOG (Time Value of Options & Garanties) est calculée comme suit en épargne :

$$TVOG = BE_{stochastique} - BE_{EC}$$

L'approche dite DMR (déflaté, moyenné, recapitalisé), permettant d'obtenir l'ensemble des cash-flows pris en compte dans le TVOG, consiste à définir une unique simulation déterministe contenant l'intégralité des informations du  $BE_{stochastique}$  :

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{\infty} F_{t,i} \times D_{t,i} = \sum_{t=1}^{\infty} \sum_{i=1}^N \frac{1}{N} \times F_{t,i} \times D_{t,i} = \sum_{t=1}^{\infty} \sum_{i=1}^N \frac{1}{N} \times F_{t,i} \times D_{t,i} = \sum_{t=1}^{\infty} F_{t,DMR} \times B(0, t)$$

Avec :

$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \times F_{t,i} \times D_{t,i} / B(0, t) = F_{t,DMR}$ , les flux de trésoreries déflatés, moyennés et recapitalisés au taux sans risque, au temps  $t$ .

On obtient alors :

$$TVOG = \sum_{t=1}^{\infty} F_{t,DMR} \times B(0, t) - \sum_{t=1}^{\infty} F_{t,EC} \times B(0, t) = \sum_{t=1}^{\infty} (F_{t,DMR} - F_{t,EC}) \times B(0, t)$$

On se sert ensuite de cette dernière relation pour déterminer les cash-flows de TVOG pour chaque pas de temps :

$$TVoG = \sum_{t=1}^{\infty} CF TVOG_t \times B(0, t)$$

Avec  $CF TVOG_t = F_{t,DMR} - F_{t,EC}$

## Analyse des résultats de projection ORSA sans affaires nouvelles :

Dans un premier temps, d'un point de vue global, on observe une diminution de la NAV et du BE en volume car il y a chaque année des sorties de passif (décès, rachats) mais aucune entrée.

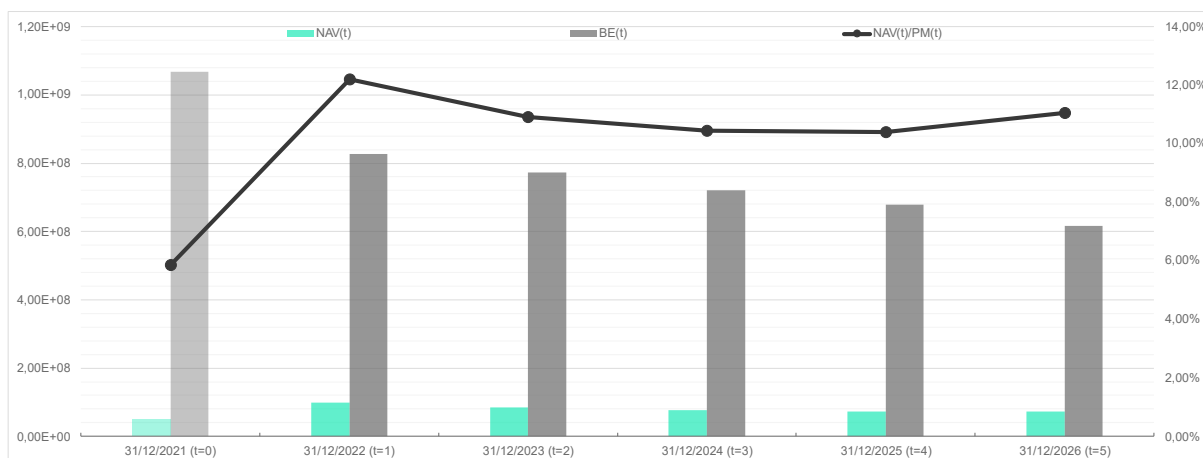


Figure 33 : Volumes de NAV et BE initiaux et leurs évolutions sur les 5 années d'ORSA

La NAV rapportée aux Provisions Mathématiques de l'année décrit la déformation de la NAV en tenant compte de la réduction du volume d'encours : elle s'améliore nettement avant de se dégrader progressivement mais finit par remonter légèrement la dernière année.

Entre la situation initiale et la première année, le taux court augmente d'un peu plus de 200bps et devient positif. Pour un assureur qui a du mal à servir les taux techniques en raison du faible rendement des obligations, grâce à la hausse des taux, il s'éloigne de la zone à risque liée aux TMG et voit son coût d'options diminuer. De plus, le poids du coût d'options lié aux rachats conjoncturels est encore relativement modéré mais s'intensifie. La diminution du coût d'options rapporté à la PM en 2022 est d'environ -7% et la hausse de la NAV rapportée à la PM est d'environ +6,2%. La diminution de la NAV semble donc provenir principalement d'un effet volume et d'une baisse du coût d'options (lié à la réduction des coûts des garanties de TMG).

De même pour les années suivantes, la réduction de l'indicateur NAV(t)/PM(t) vient de l'accroissement des coûts d'options liés aux rachats, à l'exception de la dernière année.

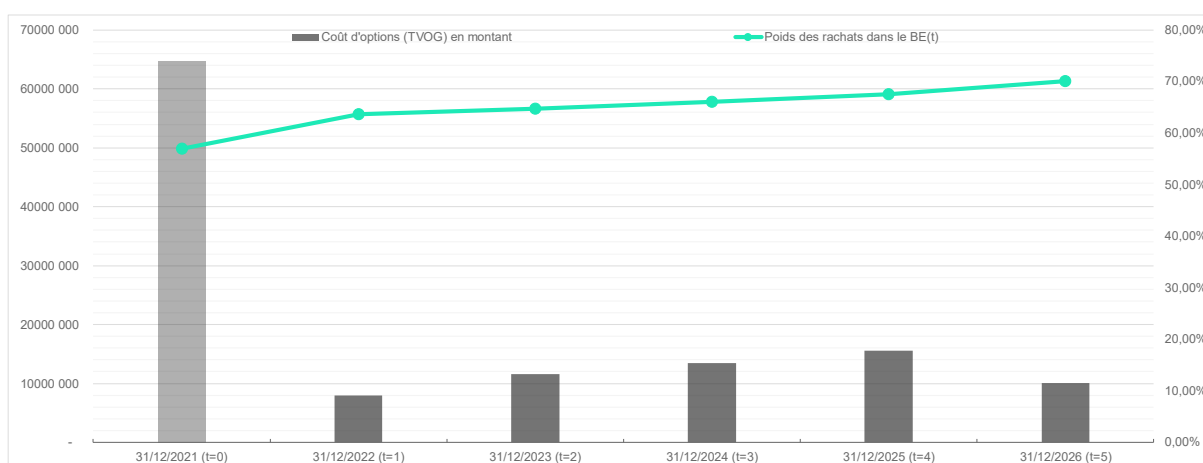


Figure 34 : Coûts d'options totaux et poids des rachats dans le BE par année

On observe effectivement la chute des coûts d'options ou Time Value of Options & Garanties, l'écart entre le BE stochastique et le BE équivalent certain, en  $t = 1$ . Ensuite, les coûts d'options s'intensifient chaque année, proportionnellement à l'accentuation du poids des rachats dans le BE jusqu'en  $t = 4$ .

L'inversion de la tendance en fin de projection pourrait être due à différents effets croisés. On peut supposer que lorsque les taux augmentent brusquement (+56bps ici), le coût d'options lié au TMG diminuerait davantage que n'augmenterait le coût d'options lié aux rachats dynamiques. En résulterait alors une amélioration de la NAV.

Néanmoins, en contrepartie de cette hausse de taux, on observe de plus en plus de moins-values latentes obligataires, sauf en 2025 mais la raison est la suivante.

Chaque année le portefeuille d'actif est rebalancé pour atteindre le portefeuille cible présenté dans la figure 16. La première année, nous avons un achat d'obligations financé par la vente d'immobiliers et d'actions. A l'achat, la VM étant égale à la VNC, les nouvelles obligations n'ont pas d'effets sur le niveau de PMVL obligataires totales. En revanche, les deux années suivantes, il commence à y avoir des moins-values latentes sur ces obligations qui ne sont pas compensées par la cession de titres (la réalisation de moins-values fait baisser le stock de moins-values latentes). La 4<sup>e</sup> année, un achat obligataire est effectué ce qui viendra aggraver les MVL l'année suivante.

Cependant, en 2025, le taux court ne s'accroît que de 5bps, et les moins-values latentes obligataires s'allègent. En effet, cette année-là, la valeur des taux Zéro-Coupon ajoutée au vieillissement des obligations détenues par l'assureur et à l'effet « passage du temps » amènent des situations dans lesquelles on observe une augmentation des VM calculées (et donc une réduction des moins-values, l'écart entre VM et VNC) en période de hausse des taux obligataires. Un exemple chiffré est disponible en Annexe.

Enfin, on peut observer la valeur actualisée des pertes nettes futures réalisées par l'assureur lorsque les moins-values obligataires ont épuisé sa réserve de capitalisation. Pour cela, on actualise la somme de deux postes du compte de résultat sur les 40 années de projection : la réalisation de plus ou moins-values obligataires et la variation de la réserve de capitalisation.

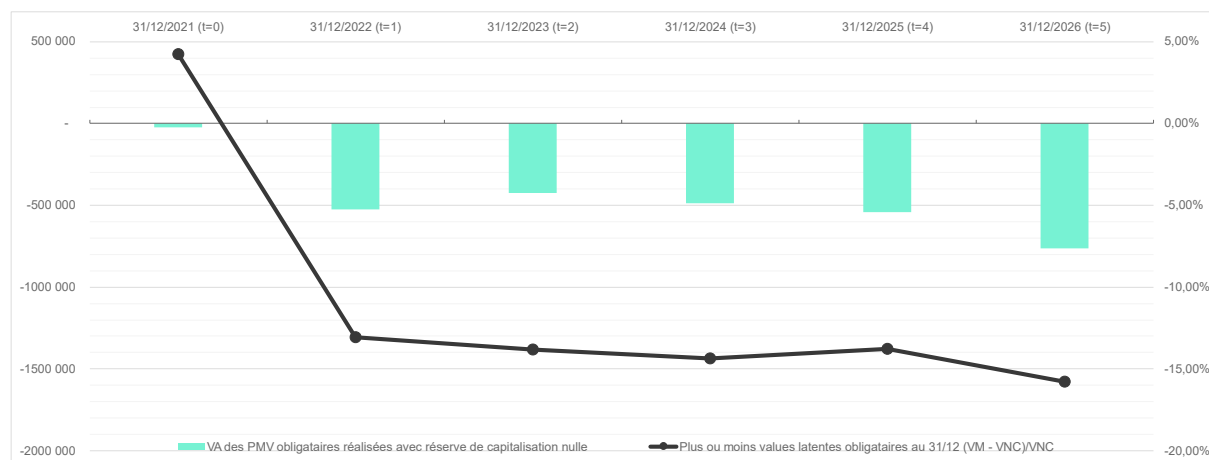


Figure 36 : Plus ou Moins-Values Latentes obligataires et valeur actualisée des Moins-Values réalisées après l'épuisement de la RC par année

Pour rappel voici ci-dessous, l'exemple qui avait été donné dans la partie 1 de mémoire sur mécanisme d'épuisement de la RC qui amène à réaliser des pertes.

Soit un actif de VNC égale à 100 avec en face 95 de PM et 5 de RC coté passif ; et une hausse de taux obligataire de 3% avec une sensibilité de 10.

La nouvelle VM est calculée  $VM'' = VM' \times (1 - 10 \times 3\%) = 77$  et l'actif passe en moins-value.

	Actif	Passif			Actif	Passif
VNC	100	PnL	0	→	VNC	100
		RC	5	+3% taux oblig		5
		PM	95			95
VM	110				VM	77
PMVL	10				PMVL	-23

Soit à présent une vague de rachat massif de 40%.

La nouvelle PM est  $PM'' = PM' \times (1 - 40\%) = 57$ . On enregistre dans le compte de résultat (PnL) la variation de PM. On suppose l'assureur en manque de liquidité. Il doit vendre 49% (= 38/77) de ses actifs pour répondre à ces rachats. Cette vente provoque la réalisation d'une partie des plus ou moins-values latentes ( $-23 \times 49\% = -11,4$ ), enregistrée en PnL.

	Actif	Passif	
→	VNC	50,6	PnL
40% de rachats			-6,4
			0
			57
	VM	39	
	PMVL	-11,6	
	% vente	49%	

PnL	
variation de PM	38
rachats	-38
PMV réalisées	-11,4
variation de RC	5
Total PnL	-6,4

On a finalement une RC nulle, entièrement vidée, et des pertes constatées.

Ainsi, dans la figure 36, on observe les valeurs actualisées de ces pertes avec RC nulle ( $-11,4 + 5 = -6,4$  dans l'exemple) et celles-ci s'amplifient d'année en année à partir de  $t = 2$ .

En somme, la variation des coûts d'options, de la courbe des taux courts et du poids des rachats dans le BE sont les facteurs d'explications majeurs des résultats de l'ORSA.

Pour ce qui est de la qualité de projection, l'écart de convergence est maintenu en dessous de 0,5% en valeur absolue et les durations sont présentées dans la figure 37.

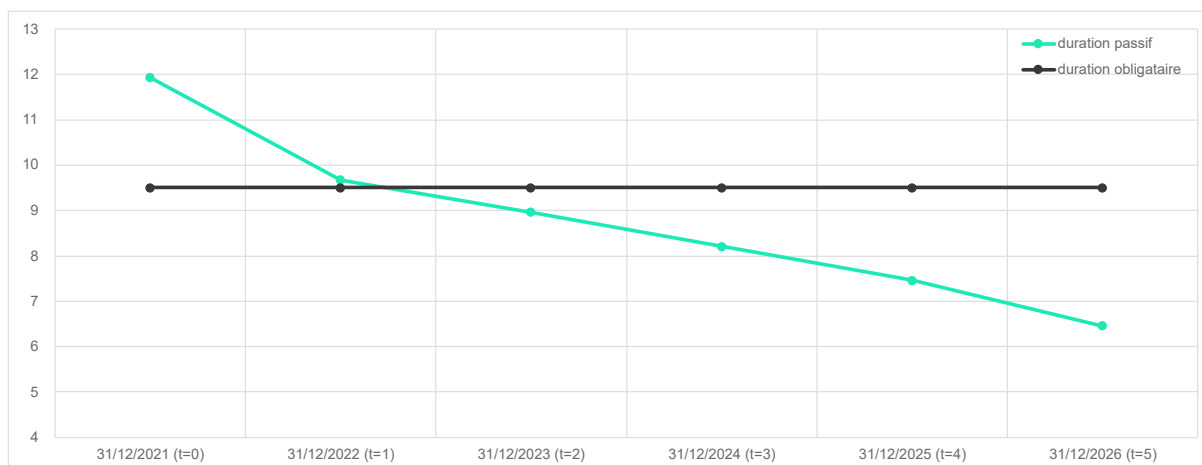


Figure 37 : Duration du passif et duration obligatoire par année

La duration obligatoire est maintenue à 9,5 ans via la stratégie de réallocation d'actifs tandis que la duration du passif se réduit chaque année puisqu'il n'y a pas de collecte. Elle baisse de plus de 2 ans la première année à cause des rachats conjoncturels de manière significative en année  $t = 2$ .

### **Analyse des résultats de projection ORSA avec affaires nouvelles :**

Après avoir compris les mécanismes observés en run-off, il est temps d'intégrer des hypothèses de collecte et d'analyser ses effets sur les résultats de l'ORSA.

Par hypothèse, l'assureur est capable grâce à des actions commerciales de renouveler 2,5% de son stock de contrats d'épargne en affaires nouvelles (New Business) par an. Les nouveaux assurés ont les mêmes profils que ceux du stock en supposant qu'un assureur de la place attire généralement le même type de clientèle. C'est-à-dire qu'il y a la même répartition des âges et des sexes. Gardant en mémoire la période récente de taux courts négatifs, les assureurs sont réticents à l'idée de proposer des TMG supérieurs à 0. Ainsi, les nouveaux contrats ont un TMG nul. Les PM de ces nouveaux contrats sont alimentées la première année par le versement d'une prime unique, compte tenu d'un taux de chargement d'acquisition de 0,1% comme indiqué dans la figure 19. Par ailleurs, l'ancienneté du contrat est par définition à 0 pour les affaires nouvelles.

Avec l'arrivée de nouveaux clients dans le portefeuille, il y a une hausse des engagements de l'assureur par rapport à la projection sans affaires nouvelles. On remarque que pour chaque année, l'augmentation de BE est plus importante que celle de NAV. Cela se remarque aussi sur le ratio NAV/PM, qui est inférieur et s'écarte davantage tous les ans de celui sans NB.



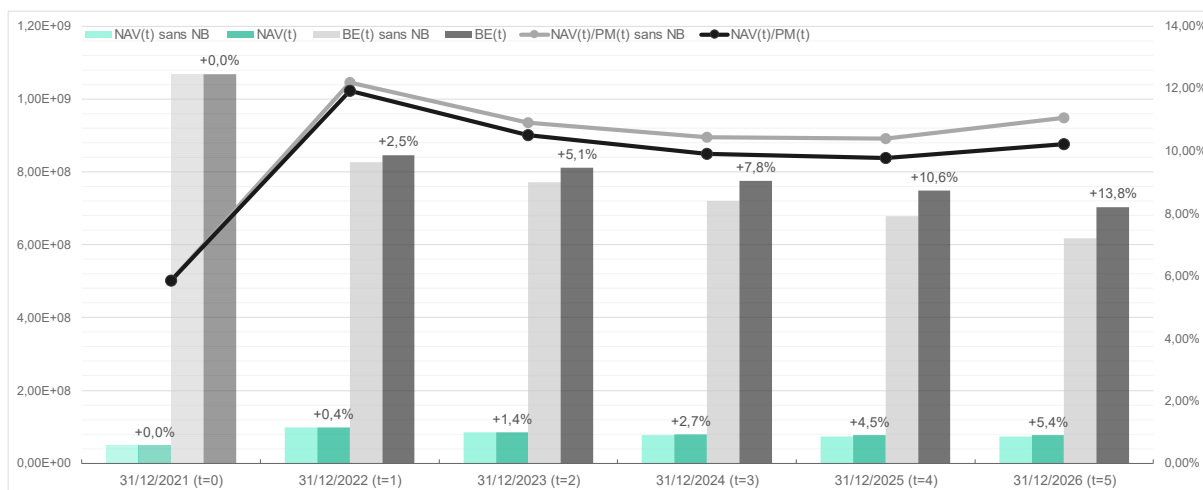


Figure 38 : Volumes de NAV et BE initiaux et leurs évolutions sur les 5 années d'ORSA, avec et sans New Business

Si on étudie en particulier les causes de variation de NAV entre la projection sans NB et celle avec en  $t = 5$ , bien que la NAV soit plus élevée en volume, le ratio NAV/PM est diminué de 85bps. Cela s'explique par la dégradation des produits financiers qui, rapportés à la PM, baissent de 60bps. Le solde financier est donc particulièrement impacté, de même que les flux de fin de projection (-52bps). Les flux de fin de projection sont liés aux richesses latentes récupérées par l'assureur. Plus leur poids est important, plus il y a eu de simulations sur lesquelles l'assureur a capté une part significative de plus-values latentes (en RC ou distribution des plus-values résiduelles). Ainsi si ces flux, rapportés aux PM, sont moins élevés alors cela signifie qu'il y a eu davantage de simulations sur lesquelles l'assureur a enregistré des moins-values latentes. En  $t = 5$ , la figure 42 nous montre que la RC a été épuisée beaucoup plus souvent en moyenne ce qui provoque l'amointrissement des flux de fin de projection revenant à l'assureur et pèse sur le ratio NAV/PM.

D'un point de vue prestations, les rachats pèsent sur le BE de manière sensiblement plus forte, en particulier la dernière année où la part des rachats dans le BE s'alourdit de plus de 100bps comparé au run-off.

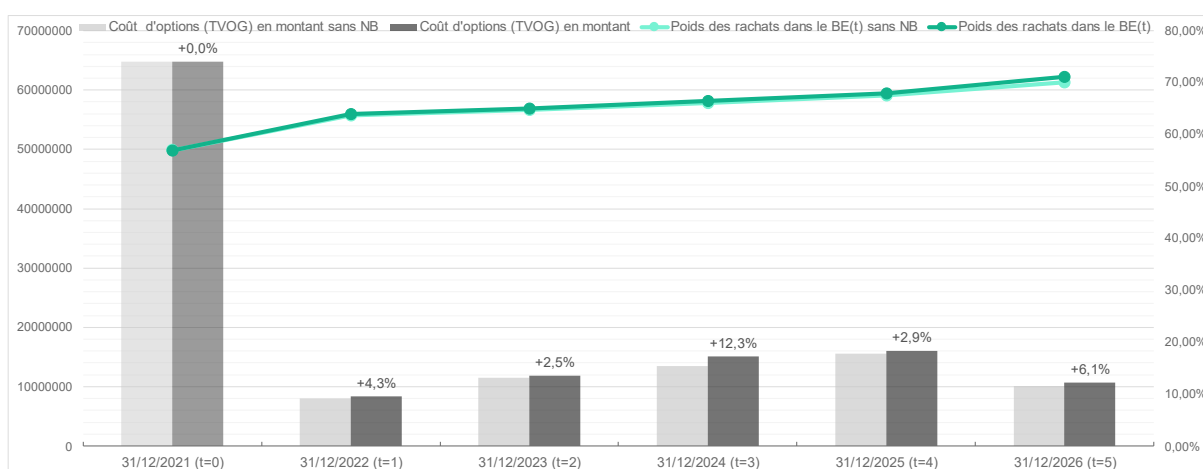


Figure 39 : Coûts d'options totaux et poids des rachats dans le BE par année, avec et sans New Business

Concernant la hausse du coût d'options en montant, elle est plus parlante rapportée aux PM de manière à capter l'effet volume. On observe alors que les coûts d'options sont semblables d'une projection à l'autre en début de période puis deviennent légèrement plus faibles les deux dernières années avec la prise en compte d'affaires nouvelles.

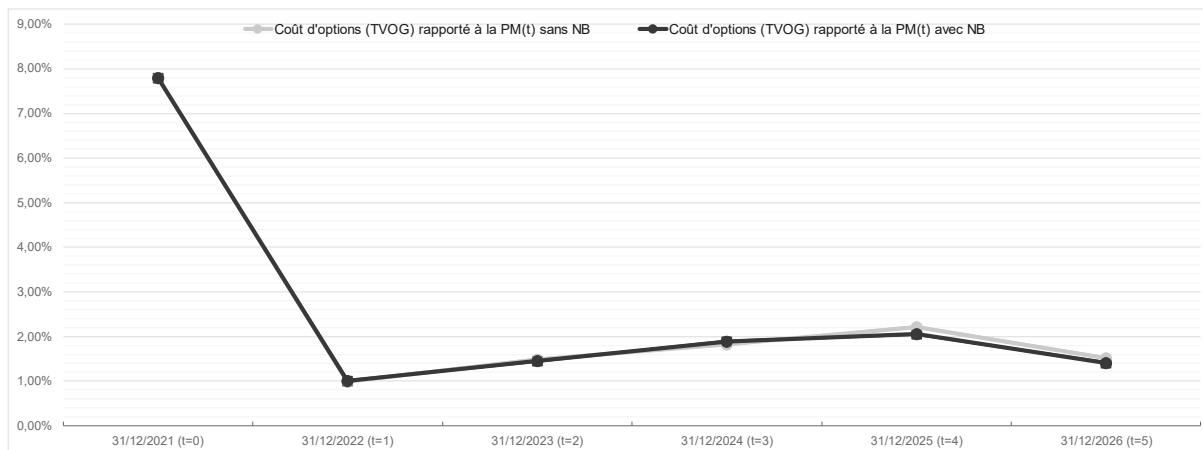


Figure 40 : Coûts d'options totaux rapportés aux PM pour chaque année d'ORSA avec et sans New Business

Dans les faits, l'alourdissement des comportements de rachats est compensé par la baisse des prestations de décès et par le plus faible niveau de IT/PB inclus dans ces prestations. On observe une réduction des prestations versées au global rapportées aux PM.

Il est pertinent également d'étudier la composition du portefeuille de passif : avec un nouveau volume annuel de contrats à TMG nuls, le TMG moyen décroît (-7bps en  $t = 5$ ).

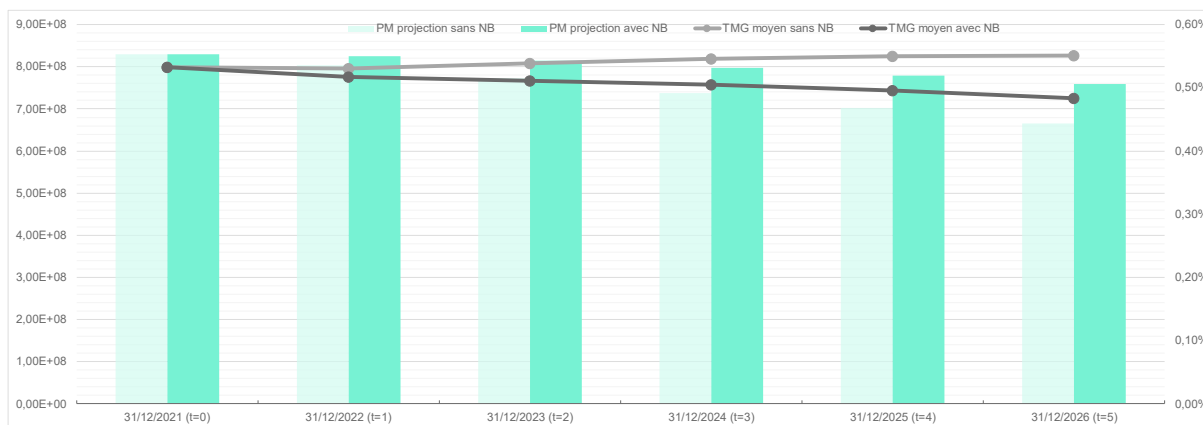


Figure 41 : Volume de PM et TMG moyen par année, avec et sans New Business

En somme, l'amélioration des coûts d'options lié aux risques plus faibles de ne pas pouvoir servir les intérêts grâce aux nouveaux contrats ayant un TMG nul serait compensée par l'augmentation des rachats en fin de période. Cela expliquerait des coûts d'options totaux rapportés aux PM assez stables entre les deux projections.

Cependant, d'un point de vue obligataire, on a de plus faibles taux de moins-values latentes chaque année. La situation des assureurs est préférable sur cet aspect. Ils apprécient en effet la collecte d'affaires nouvelles en période de hausse des taux car cela leur permet d'acheter des obligations à des taux plus hauts et contrebalancer les moins-values latentes du stock.

En revanche, sur les années  $t = 1$  et  $t = 5$ , l'arrivée d'affaires nouvelles dans le portefeuille de l'assureur provoque une forte accentuation des pertes financières réalisées après avoir épuisé la RC.



Figure 42 : Plus ou Moins-Values Latentes obligataires et valeur actualisée des Moins-Values réalisées après l'épuisement de la RC par année, avec et sans New Business

Enfin, concernant la durée du passif, la collecte permet effectivement de maintenir une durée du portefeuille autour de 11 ans, soit environ 18 mois de plus que la durée obligataire.

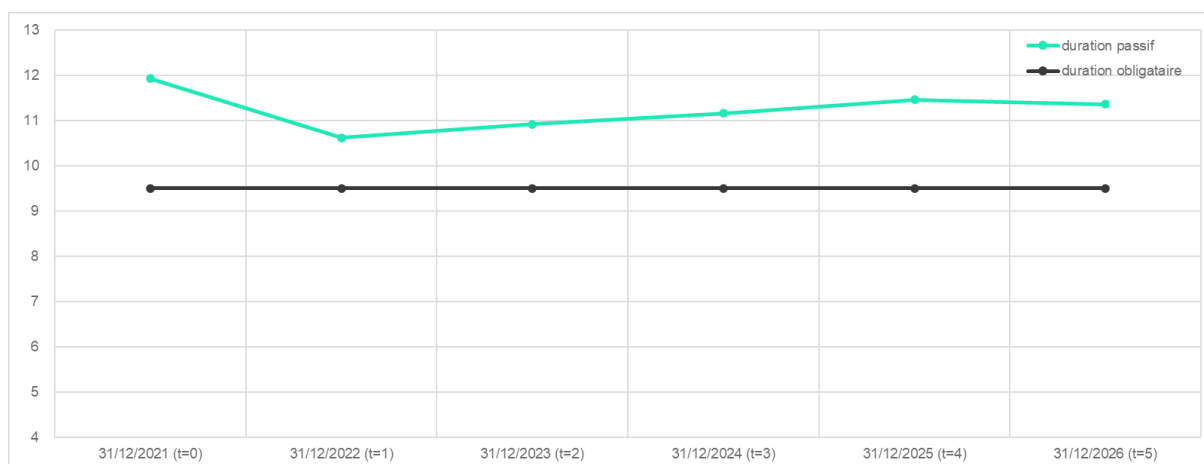


Figure 43 : Duration du passif et duration obligataire par année, avec New Business

En substance, en réinvestissant dans des obligations aux coupons plus élevés, les assureurs s'émancipent dans un premier temps de la problématique des taux négatifs et des TMG difficiles à honorer. Il y aurait donc une baisse du coût d'option lié aux TMG plus forte que l'augmentation du coût d'option lié aux rachats, le BE baisse davantage que la NAV. En

revanche, le stock obligataire passe brutalement et sévèrement en moins-values latentes, jusqu'à épuiser la réserve de capitalisation dans certains cas, forçant les assureurs à enregistrer des pertes.

Dans la prochaine partie, plusieurs idées de remaniement comptable ou mesures contracycliques sont testées et analysées dans le but de soutenir les sociétés d'assurance durant cette période.

# **PARTIE 3 : ETUDE DE PLUSIEURS MESURES CONTRACYCLIQUES**

## SOMMAIRE DE LA PARTIE

- I. Scénarios de tests
  - A. Dispositif de partage des pertes financières
    - 1. Principe du test
    - 2. Mise en place en norme sociale
  - B. Mesure comptable sur les Provisions pour Participation aux Excédents
    - 1. Principe du test
    - 2. Mise en place en norme sociale
  - C. Réemploi de la Réserve de Capitalisation
    - 1. Principe du test
    - 2. Mise en place en norme sociale
- II. Efficacité comparée des différents scénarios en  $t=0$ 
  - A. Appréciation de la faisabilité de ces dispositifs
    - 1. Répercussion sur les assurés
    - 2. Prises de décision du législateur
  - B. Analyse des résultats
    - 1. Amélioration de la situation de l'assureur
    - 2. Significativité des effets
- III. Etude sur les rachats
  - A. Mise en place de frottements sur les rachats
    - 1. Pénalité de rachat
    - 2. Modification des comportements
  - B. Tests sur la projection ORSA
    - 1. Uniquement sur les affaires nouvelles
    - 2. Sur l'ensemble du portefeuille
    - 3. Sur les affaires nouvelles et sur le stock pendant une période restreinte (2023-2025)
  - C. Conclusion sur l'efficacité de ces mesures

# I. Scénarios de tests

## A. Dispositif de partage des pertes financières

### 1. Principe du test

L'idée de cet ajustement comptable vient du constat que le minimum de PB réglementaire est asymétrique entre l'assuré et l'assureur sur le résultat financier et qu'il conviendrait en période particulièrement défavorable pour l'assureur de rééquilibrer cette asymétrie. Comme indiqué dans le sous-paragraphe II. B. de la partie 2, la participation aux bénéfices de l'année  $N$  doit être au moins égale à :

$$PB_{min}(N) = (\text{compte de participation}_N - IT_{garantie}(N) - IT_{prestations}(N))^+$$

Avec :

$$\begin{aligned} \text{compte de participation}_N &= (85\% \times \text{assiette}_{financière}(N))^+ + 100\% \times \text{assiette}_{technique}(N) \\ &\quad - (10\% \times \text{assiette}_{technique}(N))^+ + \min(0; \text{compte de participation}_{N-1}) \end{aligned}$$

Cela signifie que lorsque les résultats technique et financiers sont négatifs, l'assuré assume 100% du déficit technique, mais ne prend absolument pas part au déficit financier qui est supporté uniquement par l'assureur.

De plus, il ne peut pas y avoir de PB négative au-delà des IT donc dans la situation où le déficit technique ne serait pas compensé par le bénéfice financier, la charge reviendrait à l'assureur.

On peut alors vouloir partager les pertes financières au même titre qu'un partage des pertes techniques est fait. Dans ce cas, la formule du compte de participation dans le minimum de PB réglementaire serait :

$$\begin{aligned} \text{compte de participation}_N &= 100\% \times \text{assiette}_{financière}(N) - (15\% \times \text{assiette}_{financière}(N))^+ \\ &\quad + 100\% \times \text{assiette}_{technique}(N) - (10\% \times \text{assiette}_{technique}(N))^+ \\ &\quad + \min(0; \text{compte de participation}_{N-1}) \end{aligned}$$

Pour que ce dispositif ne soit pas trop pénalisant pour l'assuré, dans une démarche progressive ou une limitation imposée par le législateur, ce ne peut être qu'une part du déficit financier ( $0 \leq x < 100\%$ ) qui soit redistribuée aux assurés.

$$\begin{aligned} \text{compte de participation}_N &= 100\% \times \text{assiette}_{financière}(N) - (15\% \times \text{assiette}_{financière}(N))^+ \\ &\quad - \min(0; (1 - x\%) \times \text{assiette}_{financière}(N)) + 100\% \times \text{assiette}_{technique}(N) \\ &\quad - (10\% \times \text{assiette}_{technique}(N))^+ + \min(0; \text{compte de participation}_{N-1}) \end{aligned}$$

Pour aller plus loin et de manière plus radicale, on peut également imaginer supprimer cette contrainte de montant minimum de PB réglementaire.

## 2. Mise en place en norme sociale

Ce test n'a pas d'implication directe sur les comptes sociaux de l'assureur. La démarche consiste seulement à modifier la fonction de PB décrite dans le sous-paragraphe II. B. de la partie 2 : soit faire évoluer la formule du minimum de PB comme évoqué plus haut ou bien effacer l'étape d) « Contrôle du respect du minimum réglementaire de PB » de la fonction de PB.

Voici des exemples de comment se comporteraient les montants de PB réglementaires dans le cas où 100% des pertes financières seraient imputées aux assurés.

	Résultat technique	Résultat financier	PB min réglementaire	PB min réglementaire avec ajustement
Situation 1	50	100	$(45 + 85)^* = 120$	$(45 + 85)^* = 120$
Situation 2	100	-50	$(90 + 0)^* = 90$	$(90 - 50)^* = 40$
Situation 3	100	-100	$(90 + 0)^* = 90$	$(90 - 100)^* = 0$
Situation 4	-100	100	$(-100 + 85)^* = 0$	$(-100 + 85)^* = 0$
Situation 5	-100	-100	$(-100 + 0)^* = 0$	$(-100 - 100)^* = 0$

Figure 44 : Exemple de PB réglementaire selon la valeur des résultats techniques et financiers

Dans la version du test où il n'existe plus de montant minimal de PB à atteindre, cela signifie que la marge de l'assureur est préservée car cela évite de doter la PPE du montant de PB manquant.

Le deuxième test concerne justement une modification des règles encadrant la PPE.

## B. Mesure comptable sur les Provisions pour Participation aux Excédents

### 1. Principe du test

Pour rappel, le montant de PB peut être mis en réserve au sein de la PPE pour être attribué aux assurés de manière différée. La somme provisionnée appartient aux assurés, l'assureur doit la redistribuer dans un délai maximum de 8 ans. L'utilité de cette provision est de lisser les taux servis : les surplus de performance de certaines années sont conservés pour combler les manques d'années à venir moins fructueuses.

Il arrive que dans certains cas, l'assureur se voit contraint de libérer la richesse dotée en PPE, car arrivant au terme des 8 ans, au moment le moins opportun. Si le taux technique est déjà suffisant grâce à des résultats techniques et financiers permettant de satisfaire les assurés, il

n'est pas utile voire désavantageux (si l'assureur rencontre des difficultés les années suivantes) de relâcher cette PPE à ce moment-là. Cette richesse ne serait pas exploitée de manière optimale.

Ainsi, comme cela est énoncé également dans la partie 2 sous paragraphe II. B., dans l'étape c) « Versement de la revalorisation par application du taux cible » dans la fonction de PB, les assureurs ont tendance à s'émanciper de cette contrainte d'incorporation de la PPE aux PM sous 8 ans en usant de la méthode de rafraichissement de la PPE.

## **2. Mise en place en norme sociale**

Le concept de ce test est d'atténuer la contrainte des 8 ans et d'éviter ces situations désavantageuses pour l'assureur en rallongeant la durée de détention de la PPE à 12 ou 15 ans. De la sorte, l'assureur aurait plus de marge de manœuvre pour user stratégiquement de cette provision.

En période de remontée des taux obligataires, cette mesure pourrait permettre de lisser les rendements servis sur une période plus longue et donc de limiter les risques de rachats massifs.

Un assouplissement comptable sur la PPE a déjà été mis en place en 2020 pour pallier justement la baisse des taux : le législateur a autorisé les assureurs à intégrer dans leurs calculs de ratio de solvabilité une partie de la PPE. Cela permet de considérer le montant de PPE admissible en couverture parmi les fonds propres de l'assureur. En contrepartie, l'assureur ne peut verser de dividendes tant que les montants ne sont pas restitués.

D'un point de vue technique et modélisation, il suffit de remplacer la durée de détention de la PPE par 15 au lieu de 8 ans le modèle.

## **C. Réemploi de la Réserve de Capitalisation**

### **1. Principe du test**

Comme décrit dans le sous-paragraphe III. A. de la partie 1, la Réserve de Capitalisation sert à couvrir les dépréciations d'actifs et la réduction des revenus associés. Elle est alimentée par les plus-values réalisées sur les cessions d'obligations et reprise qu'en cas de réalisation de moins-values latentes sur ces actifs. Son rôle est de lisser le résultat et de dissuader les assureurs de vendre leurs obligations lors de baisses de taux obligataires.

En effet, lorsque les taux baissent, les obligations détenues par les assureurs sont plus intéressantes que celles émises sur le marché primaire, car leur valeur de marché augmente par rapport à la valeur comptabilisée. Ils peuvent alors réaliser des plus-values en vendant leurs obligations à des prix plus élevés. Mais au moment de renouveler leur stock, ils achètent des obligations offrant des rendements plus faibles aux assurés. Comme les plus-values réalisées sont mises en réserves, les assureurs ne peuvent pas gonfler leur PnL sont incités à conserver leurs obligations, dans l'intérêt des assurés.



A l'inverse, quand les taux augmentent et que les obligations sont en moins-values, les assureurs sont encouragés à vendre leurs actifs obligataires en échange d'autres aux coupons plus élevés dans la mesure où il n'y a pas d'incidence immédiate sur le résultat des moins-values réalisées puisqu'ils peuvent puiser dans cette réserve, dans la limite de sa capacité. Cela va aussi dans l'intérêt des assurés car la vente de ces obligations et l'achat de nouvelles engendrent des meilleurs rendements.

Le souhait du législateur à travers la Réserve de Capitalisation est ainsi de protéger les rendements des assurés.

L'idée de ce test est d'accorder une nouvelle utilisation de la RC : autoriser la reprise de cette réserve lorsque le résultat financier accordé aux assurés et les plus-values ne sont pas suffisants pour servir les IT. Cela correspond à l'ajouter d'un levier supplémentaire dans la fonction de PB (décrite dans le sous-paragraphe II. B. de la partie 2) grâce auquel l'assureur peut éviter de puiser dans ses fonds propres en cas de besoin.

## 2. Mise en place en norme sociale

D'un point de vue comptable, le mécanisme de ce test est exposé dans la figure 45 ci-dessous.

	Poste	Valeur sans l'ajustement comptable	Valeur avec l'ajustement comptable
Avant le financement des IT	Résultat financier revenant aux assurés	10	10
	Besoin contractuel (IT)	30	30
	Produits manquants	20	20
	Réserve de Capitalisation	100	100
Après le financement des IT	Résultat financier restant	0	-20
	IT versés	30	30
	Impact sur le résultat de l'assureur	-20	0
	Réserve de Capitalisation	100	80

Figure 45 : Réemploi de la Réserve de Capitalisation pour financer le versement des IT

Sans ce dispositif, le résultat manquant nécessaire au versement des Intérêts Techniques pour la revalorisation des encours vient dégrader le compte de résultat et génère une perte se traduisant par une réduction des fonds propres.

Avec la mise en place de cette mesure comptable, la perte est absorbée par la reprise de la Réserve de Capitalisation et l'impact sur le compte de résultat est neutralisé : la reprise représente un profit du même montant que la perte enregistrée.

A noter que l'on autorise la reprise de la RC pour financer uniquement les IT nets de chargements. De plus, il faudrait que la contrepartie comptable de cette reprise soit une écriture en IT et non une reprise dans le compte de résultat. Sinon, le mécanisme serait faussé : en temps normal une reprise de RC est un résultat. Si l'on reprend davantage de RC pour financer les IT, on va reconnaître davantage de résultat. Or la contrepartie de cette reprise devrait plutôt être ici une perte en résultat financier lié à la revalorisation des PM au titre des IT.

L'avantage de ce test est qu'au regard de la Directive Solvabilité II, il est aussi intéressant puisqu'il évite de réduire les fonds propres prudentiels et conserve le ratio de solvabilité.

## **II. Efficacité comparée des différents scénarios en t=0**

### **A. Appréciation de leur faisabilité**

#### **1. Répercussion sur les assurés**

La question qui se pose pour chacun de ces tests concerne leur portée : peut-on appliquer ces changements comptables à l'ensemble des contrats du portefeuille de passif ou seulement aux affaires nouvelles ? A la souscription, l'assureur et l'assuré s'accordent sur les conditions générales du contrat et celles-ci ne peuvent être modifiées que par la signature d'un avenant qui peut être refusé par l'assuré, un choix légitime puisque les mesures comptables vont davantage dans le sens de l'assureur que dans le sien. Il est donc plus envisageable d'appliquer ces règles lors de la souscription des nouveaux contrats d'assurance vie que de manière rétroactive.

- **Dispositif de partage des pertes financières**

Dans le cas du premier test, le partage des pertes financières, ce dispositif pourrait avoir un effet négatif sur l'attraction de nouveaux clients car ils n'auront plus la même rentabilité et protection que leur offrait un contrat en euros.

Cette mesure peut également s'avérer difficilement compréhensible pour les assurés car contrairement aux pertes techniques dont l'assureur n'est pas responsable (car il utilise des tables règlementaires dans son provisionnement), les pertes financières dépendent de sa stratégie d'investissement. C'est en substance le rôle de l'assureur que de dégager des rendements financiers.

C'est pourquoi, seules 15% des pertes financières seront imputées aux assurés, puisqu'ils en récupèrent 85% en cas de bénéfices, le reste du déficit restant à la charge de l'assureur. Cela allègerait malgré tout l'assureur une part du risque tout en étant moins rude et rebutant pour l'assuré. En revanche, la significativité de ce test sur le bilan de l'assureur risque de s'en retrouver négligeable.

- **Mesure comptable sur les Provisions pour Participation aux Excédents**

Concernant le deuxième test sur le rallongement de la PPE, plus le délai de détention de la PPE est long plus l'assuré risque d'être sorti du portefeuille, pour cause de décès ou de rachat, avant que cette richesse ne lui soit octroyée. En effet, l'assuré peut considérer que cette richesse devrait lui revenir puisqu'il possède les encours ayant permis de générer les profits financiers dotés dans cette réserve.

Cependant, à la différence de la PPE, la RC n'est pas une richesse entièrement due aux assurés, elle aussi attribuée en partie à l'assureur.

- **Réemploi de la Réserve de Capitalisation**

Dans la plupart des modélisations dont celle mise œuvre pour cette étude, une part de la RC est reversée à l'assureur, i.e. les actionnaires, en fin de projection s'il reste des fonds. On peut considérer qu'en ce sens, l'utilisation de la RC pour financer les IT serait moins pénalisante pour les assurés car cela emploie une richesse qui leur est moins acquise que la PPE.

Néanmoins, les rendements financiers obtenus via cette richesse sont par prudence attribués aux assurés dans les modèles. Elle fait ainsi partie de l'assiette de profits financiers qui est ensuite distribuée en Intérêts Techniques ou en Participation aux Bénéfices au-delà des IT. Dans les situations où la RC serait reprise pour le financement des IT, elle dégagerait alors moins de profits financiers, en conséquence de la réduction de la richesse, ce qui se traduirait par une moindre revalorisation pour les assurés menant peut-être à des rachats.

En somme, sur ce troisième test, il est nécessaire d'étudier le mécanisme qui prendra le dessus entre l'aspect favorable à l'assureur qui conserve son résultat et le changement de comportement des assurés en cas de revalorisation inférieure à leurs attentes dont les effets sont néfastes pour l'assureur.

## **2. Prises de décision du législateur**

Le législateur du secteur bancaire et assurantiel a été conçu pour répondre aux enjeux nés de la crise des subprimes : il a la charge de préserver la stabilité du système financier, afin de prévenir de futures crises. Il veille de plus à la protection des assurés et/ou bénéficiaires des acteurs soumis à son autorité. Enfin, il participe à la lutte contre le blanchiment d'argent et contre le financement du terrorisme.

En cela, il doit arbitrer lors de ses prises de décision entre la protection du système et celle de ses clients. Les dispositifs comptables présentés ici ont pour but de soutenir les assureurs en période de forte remontée des taux obligataires entraînant un risque systémique.

- **Dispositif de partage des pertes financières**

Le premier test en considérant un nouveau partage des résultats, différent de celui décrit par l'article A.132-11 du Code des Assurances, peut constituer un nouveau type de contrat s'il n'est appliqué qu'aux affaires nouvelles. En ce sens, il revient à l'assuré de choisir ou non de souscrire cette assurance vie. Il n'y aurait alors pas forcément de contre-indication du législateur. En revanche, s'il s'agit d'appliquer ce nouveau partage à l'ensemble du portefeuille de passif d'un assureur, en prétextant une situation économique exceptionnelle, cela nécessiterait d'en informer le client par la signature d'un avenant. Or il paraît peu plausible que les assurés l'acceptent, puisqu'ils seraient perdants. Il faudrait alors proposer autre chose en contrepartie, par exemple verser davantage de résultat technique, un allègement fiscal et la limitation du dispositif à une période donnée.

En ce qui concerne la PB minimale réglementaire, certains types de contrats d'épargne en sont déjà exonérés comme les contrats PERP (plan d'épargne retraite populaire), ou des contrats en UC.

- **Mesure comptable sur les Provisions pour Participation aux Excédents**

Le deuxième test proposé sur l'allongement de la durée de détention maximale de la PPE serait également moins favorable à l'assuré car, comme évoqué auparavant, plus l'assureur détient la PPE longtemps plus l'assuré a de chance d'être sorti du portefeuille, pour cause de rachat ou de décès, avant que celle-ci ne lui soit attribuée. Pour rappel, la PPE est une réserve appartenant aux assurés, constituée lors de surperformances des placements pour différer le versement du surplus de participation aux bénéficiaires.

La question de l'application de cette mesure sur l'ensemble des contrats ou seulement sur les affaires nouvelles se pose. Effectivement, si l'ensemble des contrats est concerné, cette mesure est-elle applicable au stock de PPE au global ou seulement à la part constituée après sa mise en œuvre ? D'une part, il ne serait pas acceptable du point de vue du législateur et des assurés, d'envisager cette mesure de manière rétroactive car cela remettrait en cause des avantages déjà acquis. Mais d'autre part, si seules les affaires nouvelles sont touchées, il faudrait alors attendre plus de 8 ans avant de ressentir les effets de cette mesure, ce qui est en déconnexion totale avec son objectif.

Quoi qu'il en soit, le législateur n'interdit pas le principe de rafraîchissement explicité dans le sous-paragraphe II. B. de la partie 2, donc la plupart des assureurs contournent d'ores et déjà cette contrainte.

De surcroît, d'autres dispositifs ont été mis en œuvre par le passé sur cette réserve : en 2020, un arrêté ministériel a autorisé les assureurs à intégrer dans leurs calculs de ratio de solvabilité une partie de la PPE en cas de pertes techniques. Il est depuis possible de considérer le montant de PPE admissible en couverture parmi les fonds propres de l'assureur. Ce qui est un non-sens car, encore une fois, la PPE est une richesse appartenant aux assurés.

En contrepartie de cette mesure, le législateur interdit aux assureurs le versement de dividendes tant que les montants ne sont pas restitués et ce dans un délai maximal de 8 ans. Délai que l'on pourrait transposer à 15 ans dans ce deuxième test.

- **Réemploi de la Réserve de Capitalisation**

Le dernier de ces trois tests peut paraître la plus controversée aux yeux du législateur étant donné qu'il peut inciter les assureurs à gonfler leur résultat présent au détriment du futur. En puisant dans la Réserve de Capitalisation pour financer les Intérêts Techniques, le résultat serait meilleur que ce qu'il ne devrait être, voire nettement positif. Cependant, la RC ainsi vidée ne pourrait plus remplir sa fonction principale d'absorption des moins-values et les assurés finiront par en pâtir.

De plus, les assureurs n'optent pas tous pour une stratégie d'investissement basée sur les actifs obligataires. Ils n'ont donc pas tous les mêmes niveaux de Réserve de Capitalisation, qui ne peut être dotée que des plus-values réalisées sur les cessions d'obligations. La mise en œuvre de cette mesure aurait donc des effets hétérogènes sur les assureurs selon leur politique d'investissement.

Compte tenu de cela, l'acceptation par le législateur de cette mesure paraît peu envisageable, même si cet aspect est contrebalancé par d'autres points positifs que les autres tests n'ont pas : la RC contrairement à la PPE n'est pas une richesse n'appartenant qu'aux assurés et contrairement au dispositif de partage des pertes financières, cette mesure ne requiert pas de modifications contractuelles.

En outre, il est possible d'y associer des contraintes pour rééquilibrer les aspects néfastes comme une application seulement sur une période donnée de quelques années le temps que les taux se stabilisent. On peut aussi imaginer un plafond de reprise, empêchant les assureurs de complètement vider leur réserve, de type « la RC ne doit pas être reprise de plus de x% ». Mais plus le montant de RC s'affaiblit, moins un tel plafond aurait de sens. Ainsi, on peut suggérer à la place un plafond de type « la RC doit représenter a minima x% des PM », pour s'affranchir de cette problématique.

En somme, la concrétisation de ces dispositifs serait assez complexe et exigerait l'adhésion de toutes les parties prenantes : assureurs, assurés et évidemment législateur. Concernant ce dernier, il a ouvert la porte à la mise en place de mesures contracycliques surprenantes avec l'autorisation de considérer la PPE parmi ses fonds propres pour pallier la baisse des taux obligataires. Il ne serait donc pas complètement absurde d'envisager l'une de celles-ci... La section suivante se restreint à l'analyse technique de ces mesures mais il faut garder en tête les préoccupations évoquées ici et autres entraves juridiques ou politiques.

## B. Analyse des résultats

### 1. Amélioration de la situation de l'assureur

Les trois tests ont été développés dans le modèle ALM et les résultats obtenus sont comparés avec le scénario central ORSA en  $t = 0$ .

De prime abord, on observe que ces trois tests ont bien des effets positifs sur le bilan de l'assureur puisque la NAV varie à la hausse. En revanche, ces effets sont plutôt à la marge.

Les mécanismes qui permettent ces améliorations de la NAV (et la baisse des coûts d'options) sont explicités ci-après.

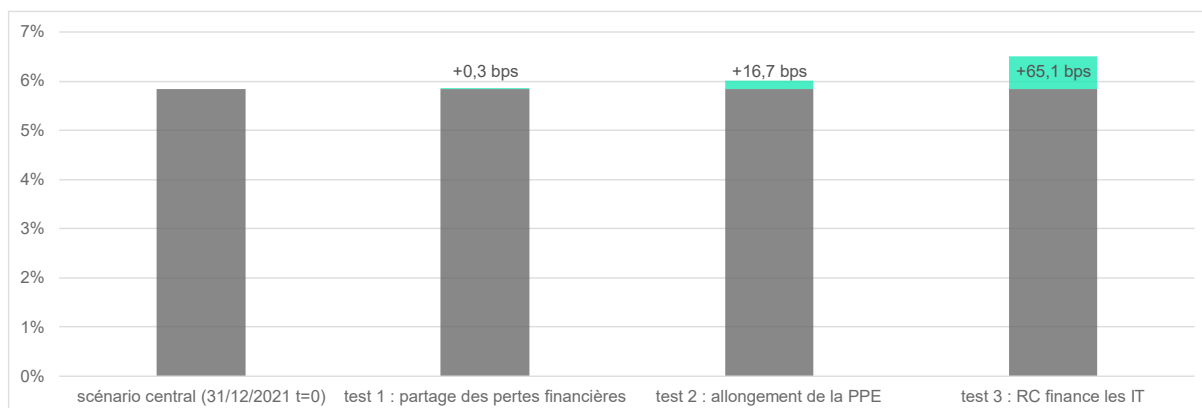


Figure 46 : Comparaison des montants de NAV des scénarios de tests avec le scénario central ORSA ( $t=0$ )

- **Dispositif de partage des pertes financières**

La version du test qui a été retenue car semblait être le meilleur arbitrage entre les intérêts des assureurs et ceux des assurés est un partage de 15% des pertes financières dans le minimum de PB règlementaire.

L'augmentation de la NAV de +0,04% s'explique par une baisse du coût d'options d'environ autant (-0,03%). Il y a un peu plus de rachats (+0,002%) liés aux partages des pertes financières qui réduisent les rendements des assurés et diminuent la satisfaction qu'ils peuvent avoir de leur assurance vie. On observe effectivement en contrepartie, une baisse de la charge des prestations et de revalorisation des PM (-0,022%) due à une réduction du montant minimal à verser en PB de -2,598% ; ce qui amène à une amélioration du solde financier (+0,169%). On note également une réduction de la charge de PRE (-0,008%) et une augmentation du volume de PPE (+0,007%). Le premier effet correspondrait aux situations dans lesquelles l'assureur n'est plus contraint de céder ses actifs plus tôt que prévu pour couvrir les pertes financières qu'il partage à présent avec ses assurés. Il doterait donc moins cette réserve. Le second effet peut être lié aux cas où l'assureur a moins de prestations de PB à servir et peut donc doter plus facilement l'excédent. En revanche ces effets positifs sont compensés dans le solde financier par un effet négatif : une baisse des produits financiers (-0,004%) composés des revenus (coupons, revenus actions, immobiliers ou monétaire) de la réalisation de plus ou moins-values et de la variation des VNC obligataires. L'écart observé entre le scénario central et le scénario de test est négligeable sur les deux dernières composantes. La baisse de produits financiers s'explique donc par une baisse des revenus (-0,004%). L'assureur ne serait dans certains cas plus dans l'obligation de vendre des actifs pour atteindre le minimum de PB règlementaire. Or en conservant ses anciens actifs il se priverait de l'acquisition de nouveaux ayant en moyenne un meilleur taux de rendement.

- **Mesure comptable sur les Provisions pour Participation aux Excédents**

Dans la version du test dont les résultats sont présentés ici, il a été retenu d'allonger la durée de détention de la PPE à 15 ans tout en usant de la méthode de rafraîchissement.

L'accroissement de la NAV de +2,86% est lié à une baisse du coût d'options de -2,68%. On observe une moindre revalorisation des PM à cause du décalage dans le temps des reprises de PPE, il y a moins de PPE incorporée aux PM avant la fin de contrat (rachats ou décès). On a une nette amélioration du résultat (+11,77%) grâce à la partie financière : on observe l'allègement des charges de revalorisation des PM (-2,29%) et une hausse des produits financiers (+1,67%) puisque l'assureur peut détenir le capital plus longtemps. De plus, il y a une réduction du volume des prestations de rachats (-0,74%) qui serait plutôt due à un changement de comportement des assurés qui rachètent plus tard étant donné l'allongement de la durée du passif de +0,7% et l'effet d'actualisation (plus le flux est lointain, moins il est significatif). Ces conséquences bénéfiques du rallongement de la PPE sont en partie compensées par une hausse des frais financiers (+0,75%), la hausse des IT/PB inclus dans les prestations (+1,99%) du fait des meilleurs rendements financiers ; et surtout par les mouvements sur les réserves PPE, PRE et RC. La PPE est moins reprise puisqu'elle peut être conservée plus longtemps (-14,02%). De surcroît, il y a davantage de richesse dotée en PRE (+1,21%) et en RC (+6,47%) ce qui représente une charge. Le volume de PRE étant beaucoup plus important que celui de RC, l'effet dominant pourrait donc être le suivant : avec une durée de détention plus longue, presque doublée, il y a une probabilité plus importante que les actifs soient en moins-value latente globale.

- **Réemploi de la Réserve de Capitalisation**

Enfin, ce dernier test, présenté précédemment en une unique version consistant à autoriser le financement des IT nets de chargements via la RC, donne les résultats suivants.

Avec une hausse de la NAV de +11,14%, ce test est le plus efficace des trois. On note une baisse du coût d'options (-8,32%) et un résultat qui a presque doublé (+91,24%) grâce au solde financier (+92,50%). Dans ce solde, les reprises de RC sont beaucoup plus importantes que dans le scénario central mais cette variation est compensée par une diminution équivalente en volume des produits financiers (-3,60%). Ainsi, l'amélioration du solde financier résulte plutôt de l'allègement de la charge de revalorisation des PM (-1,75%), d'une réduction du montant doté en PRE (-10,42%) et d'une augmentation du volume de reprises de PPE (+3,71%). On a également une baisse des prestations au global (-0,17%). On observe une diminution des IT et PB inclus dans les prestations (-2,67%), en lien avec la baisse des produits financiers et donc des charges de revalorisation. En somme, la mise en place de cette mesure ne génère pas le versement de davantage d'IT (-0,08%). Cela provoquerait une accentuation des comportements de rachats, observable par le raccourcissement de la durée du passif (-1,2%). Il y a une hausse des prestations versées au titre des rachats (+0,52%) et une réduction des prestations versées au titre des décès (-1,24%) ; les assurés décédés dans le scénario central auraient racheté leur contrat en amont dans ce scénario de test.

## 2. Significativité des effets

Les conséquences de ces différents tests sur le bilan de l'assureur sont à nuancer en termes de significativité.

- **Dispositif de partage des pertes financières**

D'abord sur le partage des pertes financières, il n'y a en réalité peu de simulations parmi les 1000 effectuées sur lesquelles ce dispositif intervient et provoque des effets notables.

Comme présenté dans la figure 38, il n'agit que lorsque le résultat technique positif à distribuer à l'assuré est amoindri par un résultat financier négatif. Une telle situation est peu fréquente car en cas de déficit financier, avoir un solde technique positif imposerait de réaliser d'important plus-values actions pour financer Intérêts Techniques et chargements.

En effet, dans la fonction de PB décrite dans le sous-paragraphe II. B. de la partie 2, une fois le montant d'IT atteint, si les plus-values actions ne couvrent pas les chargements théoriques alors les chargements réels seront plus faibles que les chargements théoriques, voire nuls.

Ainsi, les données observées en  $t = 0$  lorsque cette mesure est active sont peu significatives et qui plus est, elles le seraient encore moins sur une projection ORSA car l'indice action est négatif par hypothèse ce qui rend la réalisation des plus-values actions nécessaires délicat.

- **Mesure comptable sur les Provisions pour Participation aux Excédents**

Concernant la deuxième mesure, elle aurait beaucoup plus d'impacts si les assureurs ne s'affranchissaient pas déjà de la contrainte des 8 ans de détention maximale en rafraichissant

leur stock de PPE. De même, les résultats sont peu probants en  $t = 0$  donc l'étude de cette mesure ne sera pas approfondie par la vision ORSA.

- **Réemploi de la Réserve de Capitalisation**

Enfin le troisième et dernier test a sur certaines simulations l'effet inverse que celui souhaité. Même si les IT sont servis, l'épuisement de la RC met en péril l'assureur car il n'a plus de richesse disponible pour neutraliser les moins-values qu'il réalise en période de hausse des taux obligataires. Pour redoter la RC, il faudrait à l'assureur la possibilité de réaliser des plus-values obligataires or il ne l'a pas lorsque les taux sont croissants.

Finalement, les rachats sont temporisés car les IT sont servis mais les résultats financiers seront de moins en moins ce qui rendra le versement des IT les années suivantes de plus en plus difficile. Les assurés se tourneront alors inévitablement vers d'autres produits ou vers la concurrence.

Il s'agit davantage d'un report du problème que d'une solution. En conséquence, cette mesure ne fera pas l'objet d'une étude ORSA.

### **III. Etude sur les rachats**

#### **A. Mise en place de frottements sur les rachats**

##### **1. Pénalités de rachat**

Parmi les idées débattues actuellement par les assureurs pour faire face au risque d'effondrement systémique et limiter les rachats massifs, celle qui semble être une piste sérieuse est la mise en place de chargements sur les rachats partiels ou totaux pour dissuader les comportements de rachats. Ainsi, les assurés souhaitant interrompre leur assurance-vie seraient contraints de payer une pénalité à l'assureur au moment de leur sortie.

En pratique, le taux technique qu'ils devraient recevoir l'année du rachat serait amputé d'un certain montant, fixé arbitrairement à 0,5%. Cette somme viendrait alimenter positivement le résultat administratif du compte de résultat. Il s'agirait d'un encaissement supplémentaire au passif du compte de trésorerie. Cette richesse serait aussi renseignée dans le résultat au passif du bilan de l'assureur et dans le report à nouveau de l'exercice suivant. En contrepartie, elle serait investie en actifs selon le portefeuille cible donné en input du modèle. Le revenu additionnel ainsi obtenu permettrait d'améliorer la situation de l'assureur et réduire son déficit.

La question des modalités d'application de ce dispositif reste à discuter. Il paraît assez naturel de mettre en place ces chargements sur les affaires nouvelles. Pour cette raison il est essentiel d'étudier ce dispositif, contrairement aux autres, via une projection ORSA qui modélise les affaires nouvelles. De plus, il ne serait pas envisageable en temps normal de modifier les chargements énoncés dans les clauses des contrats déjà en stock. Cependant, on peut imaginer une mesure transitoire liée à la dégradation de l'environnement économique qui autoriserait ce genre de pratique.



Cela existe déjà en un sens puisque la loi Sapin II de 2016 permet au « Haut Conseil de Stabilité Financière » de protéger les organismes financiers en bloquant ou limitant les rachats sur les contrats d'assurance vie lorsqu'une crise financière systémique grave a lieu. De surcroît, l'ACPR détient déjà le pouvoir de mettre en place ce type de mesures restrictives pour un assureur depuis 2010. Une telle décision ne peut être prise à tout moment : elle doit être motivée, justifiée et publiée. Le conseil d'Etat pourra être saisi s'il s'avère qu'il existe un déséquilibre entre les intérêts des assurés et la décision du HCSF. Pour veiller à cet équilibre, on peut aussi envisager que les chargements sur rachats ne soient autorisés sur le stock que pendant une période donnée.

## 2. Modification des comportements

En plus de l'aspect monétaire, la mise en œuvre de ces coûts de résiliation, en référence au concept de switching barrier, a aussi un aspect psychologique sur les clients. A leurs yeux, les alternatives deviennent moins attractives. En conséquence, les comportements de rachats seraient réduits puisque les assurés n'accepteraient de changer d'assureur qu'en cas d'insatisfaction telle que ces coûts seraient compensés.

Dans le modèle, la satisfaction est mesurée dans la fonction de rachats conjecturels par l'écart entre les taux techniques proposés par la concurrence (taux attendus) et ceux servis par l'assureur. Ainsi, en pratique, la modification des comportements a été modélisée pour ce test via l'ajustement de la fonction continue par morceaux présentée dans la figure 32 (partie II, sous-paragraphe II. A. 2.).

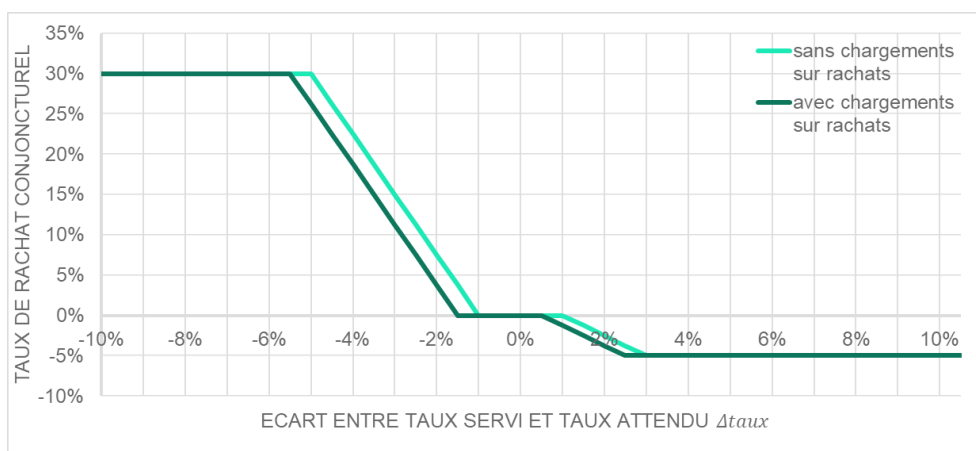


Figure 47 : Graphique du taux de rachats conjoncturels selon l'écart entre taux servi et taux attendu avec et sans chargements sur rachats

On considère alors que pour le calcul du taux de rachats conjoncturels, le taux concurrentiel serait le taux effectivement servi par la concurrence réduit du taux de chargements que l'assuré doit payer pour espérer obtenir ce taux technique. Compte tenu d'un taux de chargement sur rachats de 0,5%, la fonction continue par morceaux serait décalée vers la gauche comme illustré ci-dessus.

Néanmoins, il y a d'autres effets liés à l'application de coûts de résiliation que l'on ne mesure pas. Lorsque la fidélisation de l'assuré passe par un mécanisme à ses dépens, l'ensemble du marché en pâtit. En effet, cela limiterait la fluidité et la concurrence. L'installation de nouveaux acteurs du marché assurantiel serait gênée par ces coûts de sortie.

## B. Tests sur la projection ORSA

### 1. Uniquement sur les affaires nouvelles

Dans cette première version du test, des chargements sur rachats de 0,5% ont été appliqués uniquement sur les affaires nouvelles. On remarque que les effets sont faibles car il y a peu de volume en comparaison du stock mais ils s'intensifient au fur et à mesure de la collecte.

Il y a ainsi une petite amélioration du ratio NAV/PM en fin de projection (+0,15% en  $t = 5$ ). La NAV augmente mais le BE reste stable voire diminue subtilement la dernière année. En parallèle, il y a un peu plus de PM en stock (+0,03% en 2023 puis +0,06% les trois années suivantes) car certains rachats ont été endigués par la pénalité.

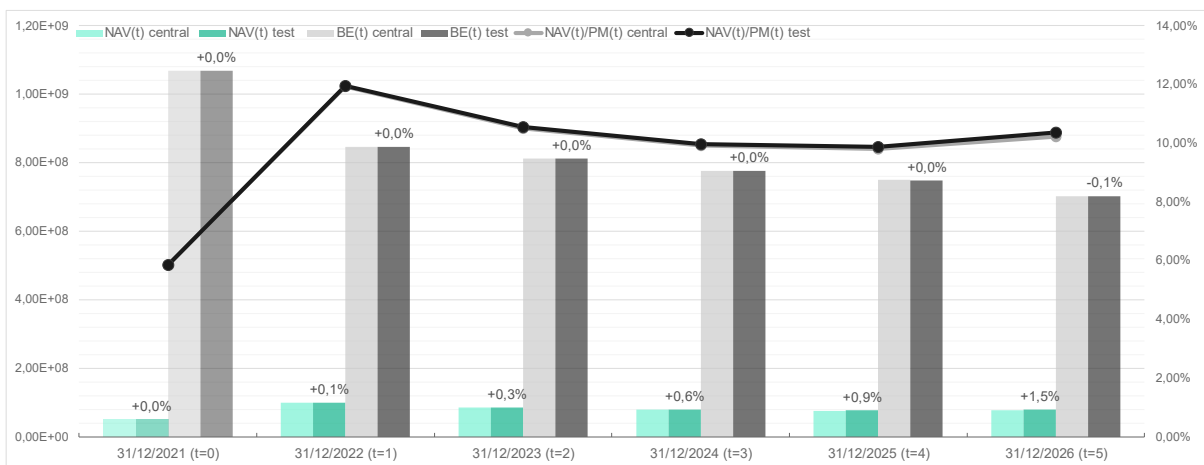


Figure 48 : Volumes de NAV et BE initiaux et leurs évolutions sur les 5 années d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

On a également une hausse du coût d'option en volume lié à la réduction des rachats ce qui laisse davantage de PM en stock.

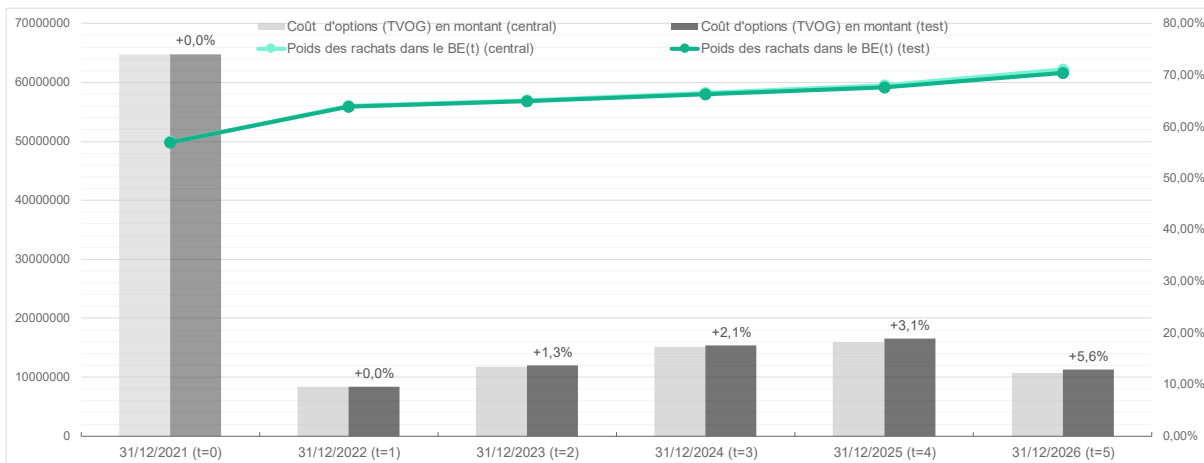


Figure 49 : Coûts d'options totaux et poids des rachats dans le BE par année d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

En effet, le coût d'option rapporté à la PM est stable tandis que le poids des rachats dans le BE s'amenuit légèrement.

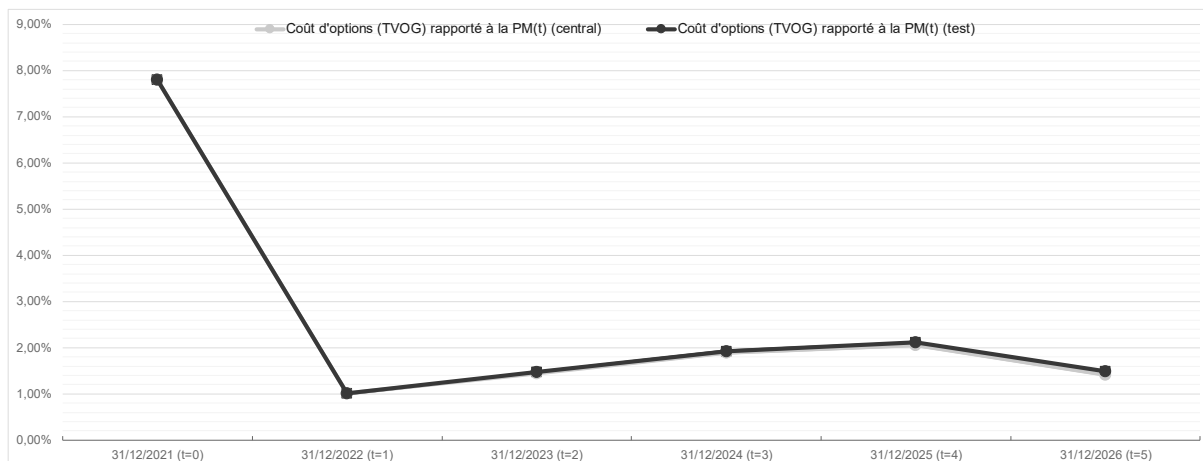


Figure 50 : Coûts d'options totaux rapportés aux PM pour chaque année d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

En revanche, on observe plus nettement les effets de ces pénalités de rachats sur les pertes moyennes réalisées lorsque la Réserve de Capitalisation est épuisée. Même si le taux de PMVL est identique (les courbes sont confondues), on note un amoindrissement de ces pertes chaque année.

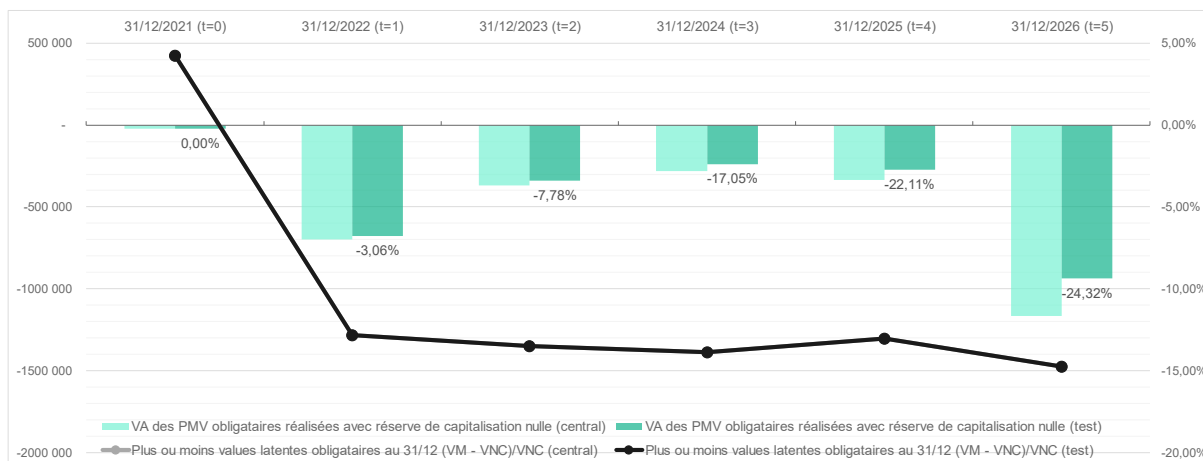


Figure 51 : Plus ou Moins-Values Latentes obligataires et valeur actualisée des Moins-Values réalisées après l'épuisement de la RC par année d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

Si on étudie en particulier les mécanismes qui permettent d'améliorer la NAV en fin de projection ( $t = 5$ ) : il y a une nette amélioration du solde financier avec une variation du résultat financier de +1,71% par rapport au scénario central.

En effet, la hausse des produits financiers (+2,28%) est due à l'amélioration des revenus obligataires, des plus-values réalisées sur les actifs immobiliers et actions, ainsi qu'à la réduction des moins-values obligataires. Ces rendements supplémentaires ont été permis par l'accroissement du volume de richesse détenu par l'assureur vis-à-vis du scénario central, en

lien avec restriction des rachats sur les affaires nouvelles. Les prestations de rachats ont diminué de -1%. On note malgré tout que cet effet est légèrement compensé par la hausse des charges de revalorisation des PM. Le versement de PB a augmenté de +3,17%. On note également l'amélioration du solde de gestion (+0,55%).

## 2. Sur l'ensemble du portefeuille

Dans cette deuxième version du test, on suppose une mesure transitoire permettant de modifier les contrats en stock. Des chargements sur rachats de 0,5% ont été appliqués sur l'ensemble du stock en plus des affaires nouvelles. Cela permet d'avoir des effets visibles instantanément et plus significatifs.

Les mécanismes sont les mêmes mais ont plus d'envergure, à l'exception du point de départ ( $t = 0$ ). Avant l'initiation de la remontée des taux obligataires, l'application de pénalités de rachats est défavorable. La NAV et le ratio NAV/PM sont dégradés vis-à-vis du scénario central. Néanmoins, on observe une nette amélioration du ratio les années suivantes et en particulier la dernière année où la tendance à la hausse est beaucoup plus franche.

Sur les volumes de NAV et de BE, on remarque que la mise en place des chargements sur rachats fait davantage augmenter la NAV que le BE sur la suite de la projection ce qui est profitable à l'assureur.

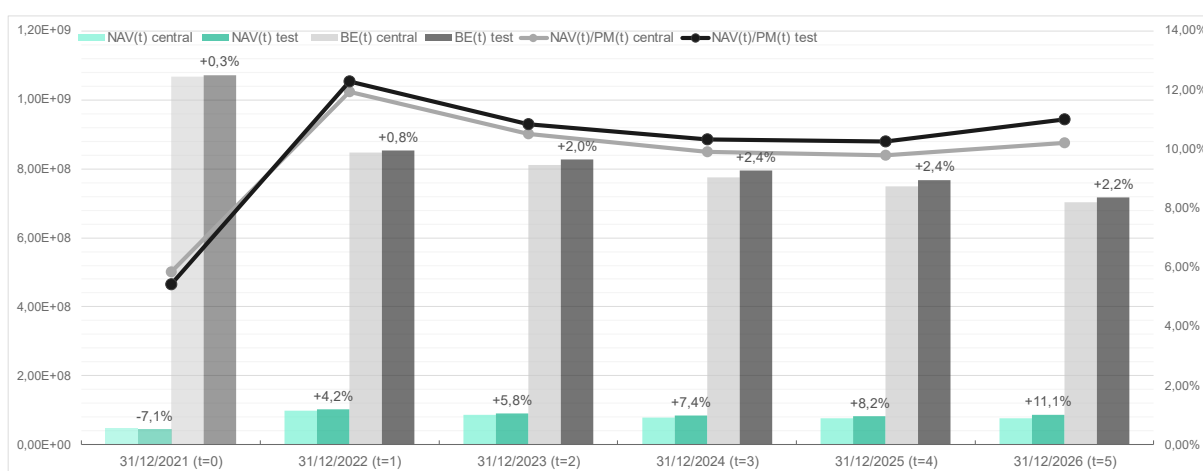


Figure 52 : Volumes de NAV et BE initiaux et leurs évolutions sur les 5 années d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

Cette baisse de la NAV en  $t = 0$  est due à l'importante dégradation du solde financier (-35,6%). L'amélioration des produits financiers (+3,1%) et la réduction de la charge de revalorisation des prestations (-1,3%), liée au recul des rachats, sont entièrement compensées par l'augmentation de la charge de revalorisation des PM (+4,4%), par la hausse des dotations en PRE (+4,4%) et par l'accroissement des frais financiers (+4,7%).

On peut observer le recul des rachats via la réduction de leur poids dans le BE. Sur toute la durée de projection, il y a un écart de 450bps à 750bps entre les deux scénarios.

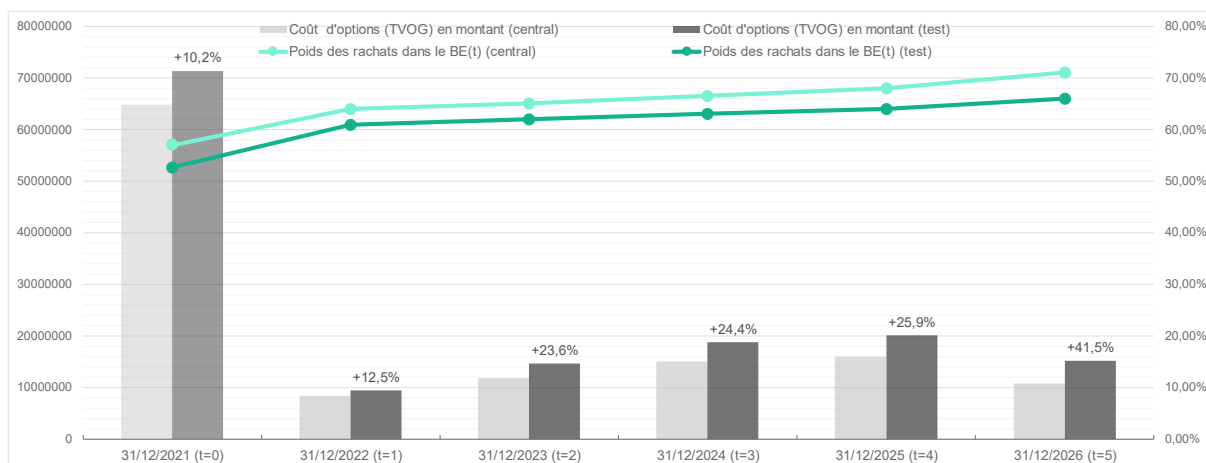


Figure 53 : Coûts d'options totaux et poids des rachats dans le BE par année d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

Cependant, les coûts d'options sont plus élevés que sur le scénario central. Cette variation n'est pas uniquement due au surplus de PM conservé par l'assureur puisque l'on observe également une hausse du coût d'options rapporté à la PM. L'écart est de plus en plus significatif avec le temps à l'exception du point initial ( $t = 0$ ).

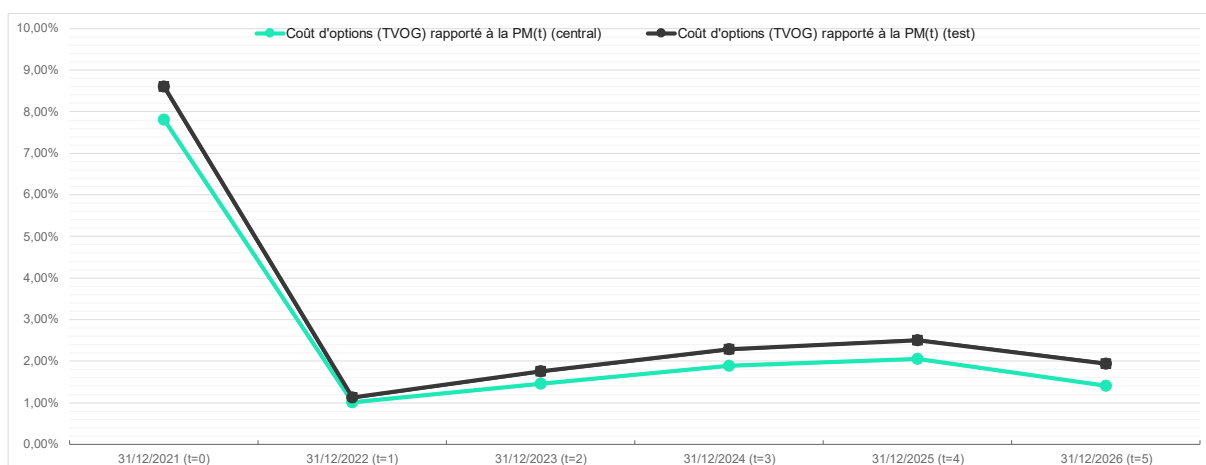


Figure 54 : Coûts d'options totaux rapportés aux PM pour chaque année d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

Cette accentuation du coût d'options est liée à l'amélioration du résultat financier induisant une charge de revalorisation des PM plus grande, que ne compense pas le ralentissement des comportements de rachats. En particulier la dernière année, il y a une baisse des rachats de -5,2% mais une hausse des IT/PB inclus dans les prestations de plus de +10%.

Enfin, on note une importante diminution des pertes moyennes enregistrées par l'assureur après avoir vidé sa Réserve de Capitalisation. Une réduction de 391,98% (en  $t = 5$ ) signifie que ces pertes ont été divisées par 5 environ entre les deux projections. Le taux de PMVL obligataires est également amélioré dans une moindre mesure.

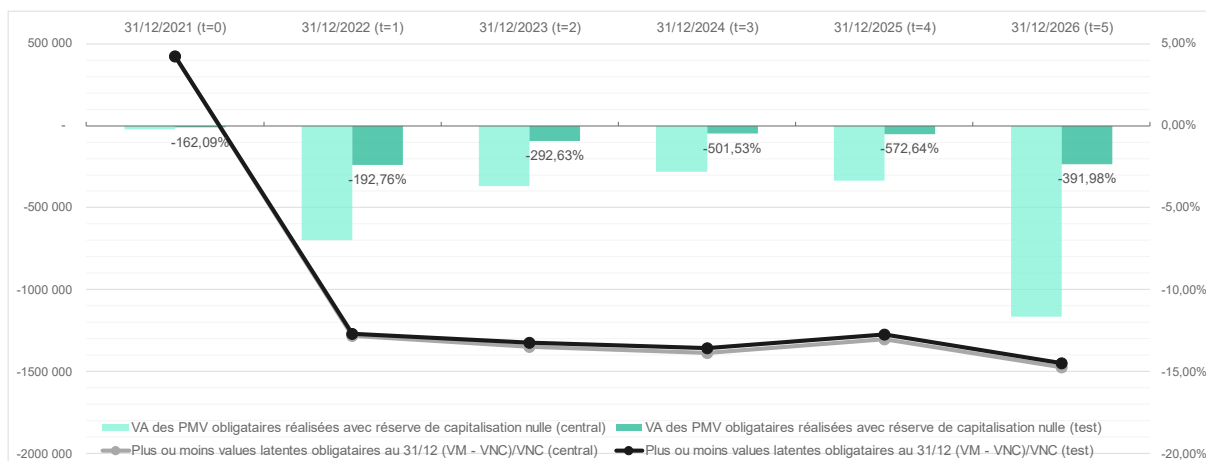


Figure 55 : Plus ou Moins-Values Latentes obligataires et valeur actualisée des Moins-Values réalisées après l'épuisement de la RC par année d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

### 3. Sur les affaires nouvelles et sur le stock pendant une période restreinte (2023-2025)

Cette dernière version du test de mise en place de frottements sur les rachats est l'hybride entre les deux précédentes. Pour veiller à l'équilibre entre les intérêts des assureurs et des assurés, on limite l'application des chargements sur les rachats à la période la plus critique pour l'assureur, à savoir entre 2023 et 2025.

Avec un taux de chargements sur rachats de 0,5%, on observe l'amélioration de la NAV et en particulier du ratio NAV/PM sur les 3 années les plus défavorables ce qui permet de lisser la courbe sur 5 ans.

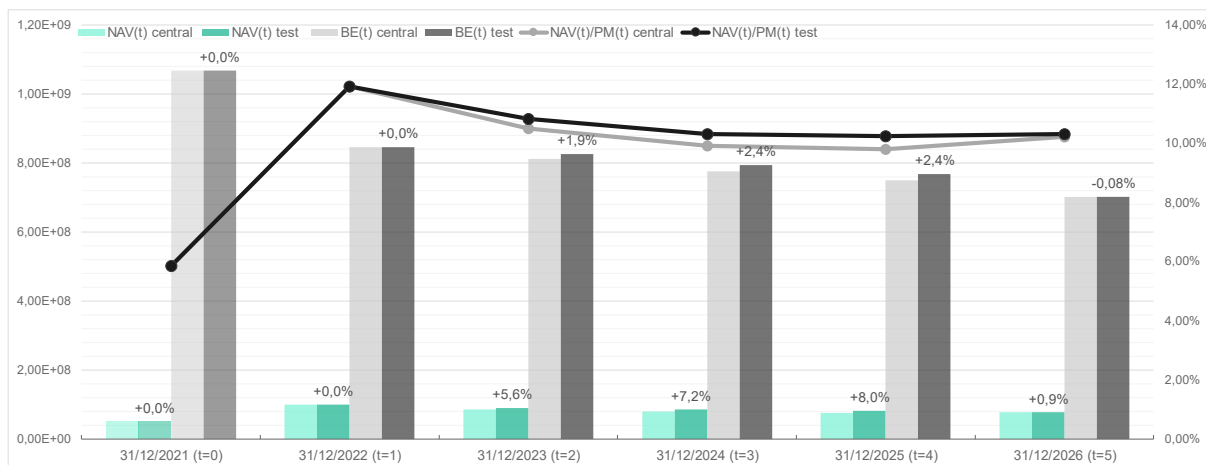


Figure 56 : Volumes de NAV et BE initiaux et leurs évolutions sur les 5 années d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

Le poids des rachats dans le BE est maintenu à un niveau à peu près équivalent à celui de 2022 et ne repart à la hausse que lorsque les coûts d'options sont maîtrisés.

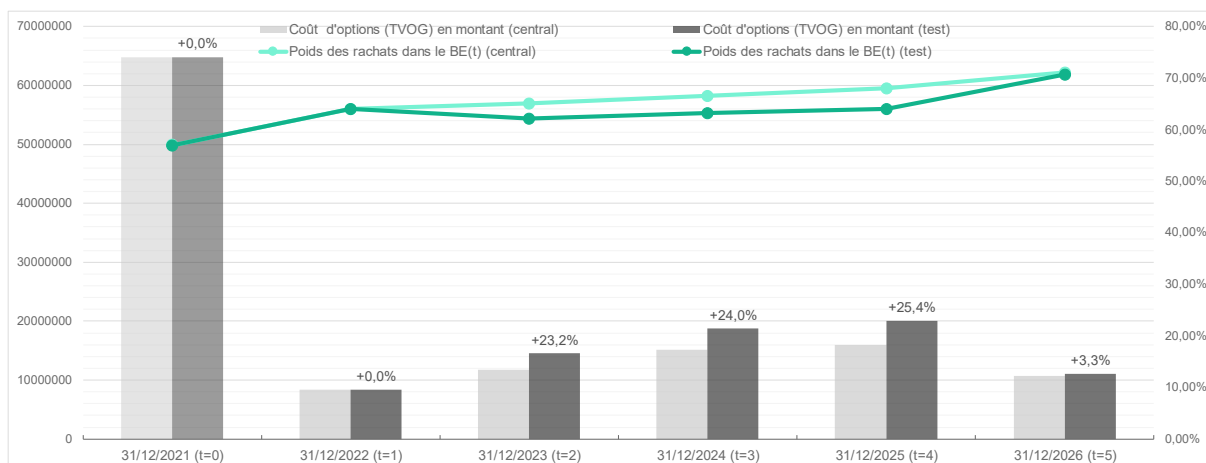


Figure 57 : Coûts d'options totaux et poids des rachats dans le BE par année d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

On observe toujours l'augmentation du coût d'options rapporté à la PM sur les 3 années d'action du dispositif contracyclique, en lien avec les meilleurs rendements financiers.

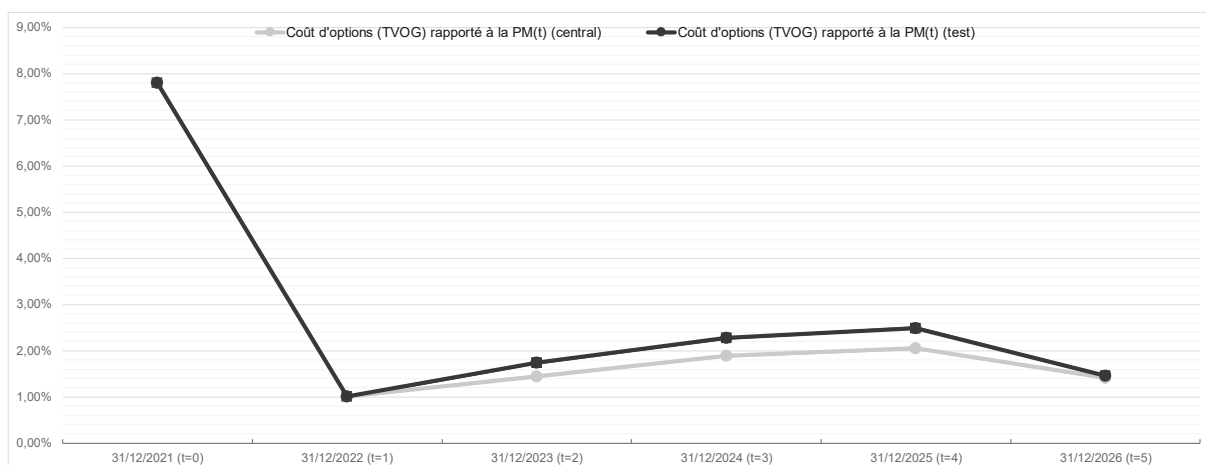


Figure 58 : Coûts d'options totaux rapportés aux PM pour chaque année d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

De même que la réduction des pertes comptabilisées en PnL après l'épuisement de la RC.

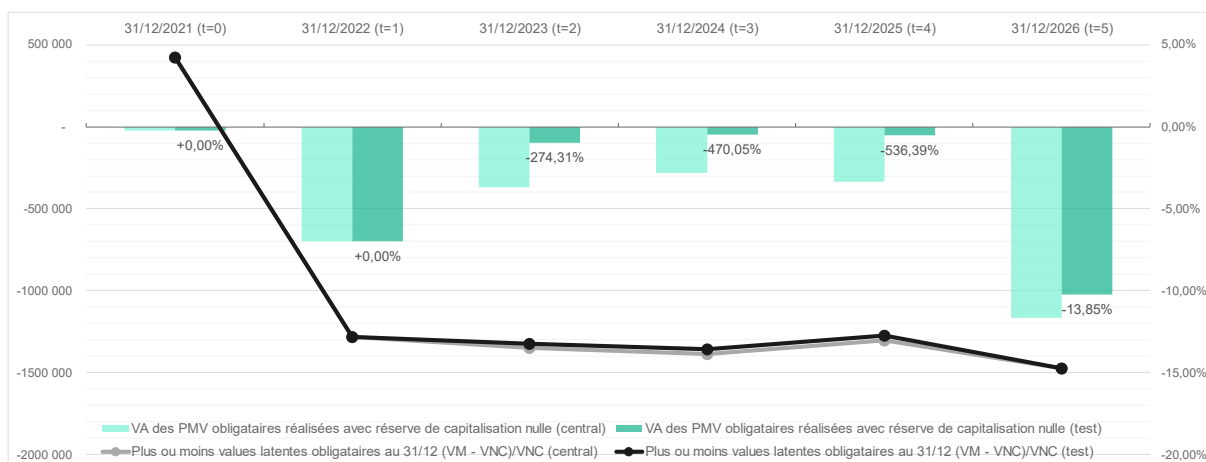


Figure 59 : Plus ou Moins-Values Latentes obligataires et valeur actualisée des Moins-Values réalisées après l'épuisement de la RC par année d'ORSA du scénario central avec New business comparé au scénario de test

## C. Conclusion sur l'efficacité de ces mesures

La mise en place de pénalités de rachats a bien un effet positif sur le bilan de l'assureur puis le ratio NAV/PM varie à la hausse dans chacune des versions du test, à l'exception du point initial (en  $t = 0$ ) dans la seconde version, pour les raisons qui ont été énoncées.

Si l'on observe en particulier les courbes entre la première et la cinquième années d'ORSA, à partir de la prise en compte d'une remontée des taux obligataires, l'application des chargements sur rachats uniquement sur les affaires nouvelles améliore le ratio mais de manière peu significative. L'application sur l'ensemble des contrats en portefeuille offre des résultats plus importants mais ne serait pas vraiment envisageable dans la réalité, compte tenu de la modification des clauses contractuelles déjà souscrites. Enfin, la version du test qui propose d'appliquer ces chargements uniquement sur une période donnée génère une amélioration du ratio intermédiaire entre les deux précédentes versions.

Néanmoins, ces données sont difficilement comparables aux résultats des trois premiers tests de dispositifs comptables énoncés dans le sous-paragraphe II.B. de la partie 3. En effet, les premiers tests n'ont été menés qu'en  $t = 0$  alors que ce dernier test propose une étude sur 5 ans.

Pour se donner une idée des impacts, les montants de NAV ont augmenté de +0,12% à +1,49% entre  $t = 1$  et  $t = 5$  grâce aux pénalités de rachats sur les affaires nouvelles, de +4,19% à +11,13% avec des pénalités de rachats sur l'ensemble des contrats, affaires nouvelles et stock (« In Force ») et enfin de +0,89% à +7,97% grâce aux pénalités sur les rachats seulement pendant une période restreinte de 3 ans. En comparaison, le dispositif de partage des pertes financières n'a fait augmenter la NAV que de +0,04% en  $t = 0$ , le rallongement de durée de détention de la PPE de +2,86% et l'autorisation du réemploi de la Réserve de Capitalisation pour financer les intérêts techniques de +11,14%.

variation de NAV/PM pour chaque test	31/12/2021 (t=0)	31/12/2022 (t=1)	31/12/2023 (t=2)	31/12/2024 (t=3)	31/12/2025 (t=4)	31/12/2026 (t=5)
scénario central	5,85%	11,94%	10,51%	9,92%	9,79%	10,22%
test 1 : partage des pertes financières	+0,003%					
test 2 : allongement de la PPE	+0,167%					
test 3 : RC finance les IT	+0,651%					
test 4.A : chgt rachats NB	+0,000%	+0,015%	+0,030%	+0,052%	+0,081%	+0,147%
test 4.B : chgt rachats NB&IF	-0,415%	+0,341%	+0,331%	+0,409%	+0,471%	+0,801%
test 4.C : chgt rachats NB&IF en t = 2, 3, 4	+0,000%	+0,000%	+0,318%	+0,395%	+0,456%	+0,090%

Figure 60 : Variation du ratio NAV/PM par rapport au scénario central avec New Business pour chacun des tests

Il faut toutefois garder en tête que ces mesures contracycliques n'ont pas toutes le même degré d'admissibilité auprès du législateur ou des clients.



Les tests 1, 2 et 3 nécessitent les modifications réglementaires du Code des Assurances et donc l'adhésion du législateur. Le test A requiert des modifications contractuelles et donc l'acceptation des clients ; tandis que les tests B et C sont dépendants d'une combinaison des deux.

On peut comprendre la complexité que représente un changement réglementaire mais les modifications contractuelles sont aussi épineuses à mettre en œuvre puisqu'elles sont par définition directement perceptibles par les assurés. Par exemple, le test A sur les pénalités de rachats qui ne concernent que les nouveaux contrats, les clients sont généralement assez réticents face à des coûts de résiliations qui freinent leur libre circulation sur le marché. On peut imaginer même si c'est difficilement quantifiable que la collecte ne serait pas tout à fait la même que celle définie dans les hypothèses en amont.

A contrario, par exemple avec le test 2, les assurés ne sont pas au fait de la composition du stock de PPE de l'assureur qui ne leur communique que le montant total. Ainsi ils ne savent pas si une partie du stock qui aurait dû être versée au bout de 8 ans ne l'est finalement pas en raison du rallongement de la durée de détention de 8 à 15 ans. Ils pourront quand même remarquer une baisse de la revalorisation de leurs PM sur cette phase.

# CONCLUSION

Dans une première partie, nous avons évoqué le contexte de l'assurance-vie. Avec la remontée des taux obligataires initiée en 2022, les assureurs doivent faire face à une situation inédite depuis près de 30 ans. Un problème de liquidité (lié à de potentiels rachats massifs) pourrait imposer aux assureurs d'importantes réalisations de moins-values latentes obligataires, apparues depuis la forte remontée des taux amorcée en 2022. Cela peut entraîner des pertes massives pour les assureurs après l'épuisement de leur réserve de capitalisation.

Dans un deuxième temps, nous avons décrit les développements d'un module ORSA intégré à un modèle ALM préexistant. Nous avons décrit la structure de notre compagnie fictive en début de projection, puis nos hypothèses d'évolution des différents indices financiers (en intégrant en particulier une hausse des taux obligataires sur 5 ans), ainsi que nos hypothèses d'affaires nouvelles sur la projection déterministe Monde-Réel.

Enfin, dans une troisième et dernière partie, à l'aide de ce module ORSA, nous avons étudié 4 propositions d'allègements de règles comptables dont le but serait de réduire les risques systémiques portés par les assureurs en période de remontée de taux obligataires. Pour chacun de ces dispositifs, les mécanismes et leur efficacité ont été mis en exergue.

La première idée testée consistait à alléger la contrainte de minimum de Participation aux Bénéfices réglementaire (article A.132-11 du Code des Assurances). Dans le cas d'un résultat financier négatif, nous avons évalué l'impact d'une mesure visant à autoriser les assureurs à faire porter une part des pertes financières aux assurés. La diminution de la revalorisation était en partie compensée par une intensification des comportements de rachats. Nous avons constaté que les bénéfices de cette première mesure étaient finalement peu significatifs.

Dans un deuxième test, il s'agissait de rallonger de durée de détention maximale de la Provisions pour Participation aux Excédents (article A.132-16) de 8 à 15 ans. Les résultats obtenus sont un peu plus significatifs que ceux du premier test mais restent limités. D'autant plus que la plupart des assureurs ont tendance à user de la méthode de rafraîchissement de la PPE.

Le troisième scénario de test consistait à autoriser les assureurs à puiser dans la Réserve de Capitalisation pour assumer les besoins contractuels liés aux Intérêts Techniques lorsque les produits financiers sont insuffisants (en opposition de l'article A.333-2). L'amélioration de la NAV serait due à l'allègement des coûts d'options liés au TMG mais cet effet est à nouveau en partie compensé par la hausse des coûts d'options liés au rachat.

Le quatrième et dernier dispositif testé mis en œuvre concernait l'application de pénalités de rachats aux contrats, ce qui pouvait avoir plusieurs effets : une limitation du risque avec la compensation d'une partie des pertes potentielles liées à la réalisation de moins-values obligataires, une augmentation des résultats liée à cette source supplémentaire de revenu, ainsi qu'un effet « vertueux » pour dissuader les assurés de racheter leur contrat. Nous avons

pu confirmer que la mise en place de frottements sur les rachats après l'initiation de la remontée de taux permettait d'améliorer la NAV et de réduire les pertes réalisées lorsque la Réserve de Capitalisation est épuisée, de façon assez significative.

Les limites de ces travaux reposent principalement sur l'absence du calcul de l'indicateur phare dans une étude ORSA qui est le SCR et sur les hypothèses qui ont été posées dans l'élaboration du modèle. On sait notamment par exemple que la hausse des taux obligataires réelle en 2022 et au premier semestre 2023 est plus forte que celle décrite dans les hypothèses déterministes, qui ont été définies à la mise en place de l'étude durant l'été 2022.

Par ailleurs, la concrétisation des dispositifs présentés dépend de deux facteurs :

- L'adhésion du législateur sur la mise en place de ces mesures contracyclique à l'ensemble du marché. Pour les frottements sur les rachats, l'ACPR et le Haut Conseil de Stabilité Financière depuis la loi Sapin II de 2016 détiennent le pouvoir de protéger les organismes financiers en bloquant ou limitant les rachats sur les contrats d'assurance vie lorsqu'une crise financière systémique grave a lieu. Il serait donc relativement envisageable de mettre en place cette mesure, peut-être davantage que les autres.
- L'acceptation des assureurs du risque d'amplification des rachats liés à un possible mécontentement des assurés.

D'autres pistes n'ont pas été explorées comme d'autres incitations permettant de réduire le risque lié aux rachats massifs. En effet, l'ACPR autorise les assureurs à basculer la quote-part des PVL obligataires en cas de transfert d'un fond euro vers un fond euro-croissance. Par exemple, à l'heure où les assureurs s'interrogent sur la pertinence de la création de nouveaux fonds et où la concurrence d'autres supports financiers (comme le livret A) s'intensifie, une autre mesure contracyclique pourrait être envisagée : l'ACPR pourrait autoriser les assureurs à basculer la quote-part de la MVL obligatoire sur les valeurs de rachat des contrats, en cas de rachats ou de transferts. Cette mesure pourrait en particulier avoir un impact fort sur le risque de liquidité lié à une décollecte trop rapide sur les fonds en euro.

# Bibliographie

ACPR (2015) Notice « Solvabilité II » Évaluation interne des risques et de la solvabilité (ORSA).

ACPR (2022) Le marché de l'assurance-vie en 2021, Analyses et synthèses n°133.

BANQUE DE FRANCE (2022) STAT INFO : Placements financiers des sociétés d'assurance – France • 1er trimestre 2022

DIRECTIVE 2009/138/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL (2009) sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (solvabilité II) (refonte) (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

EL MOUATADIL M. (2021) Mise en place d'un cadre d'analyse dans un environnement stochastique. Mémoire d'Actuariat, Université Paris-Dauphine.

FRANCE ASSUREURS (2022) Renforcer l'assurance vie au service de l'économie et de la croissance durable. Livre Blanc.

GERBER G. (2009) Allocation d'actifs sous Solvabilité 2 : cas de l'assurance vie épargne. Mémoire d'Actuariat, ALTIA.

GROUPE DE TRAVAIL (2017) Les Générateurs de Scénarios Economiques, Institut des Actuaire.

KARAYAN R. (2020) Assurance vie : la mesure qui donne de l'air aux assureurs. L'Argus de l'Assurance.

MAZURIE A. (2018) Asset Liability Management. Formation Interne Business Unit Actuarial & Quantitative Services, Sia Partners.

OZDAGLI A & WANG Z (2019) Interest Rates and Insurance Company Investment Behavior. Rapport de recherche, Federal Reserve Bank of Boston & Harvard Business School.

TICHIT D. (2019) Construction d'un modèle ALM pour l'analyse de l'impact d'une remontée des taux sur la solvabilité d'un assureur vie. Mémoire d'Actuariat, ENSAE.

VILLEROY DE GALHAU F (2022) Discours du Gouverneur de la Banque de France : L'Eurosystème et sa politique monétaire : d'un « dilemme impossible » à une feuille de route possible pour la normalisation

<https://data.oecd.org/interest/long-term-interest-rates.htm> (historique des taux d'intérêt à long terme faisant référence aux obligations d'État arrivant à échéance dans dix ans, site consulté le 11 juillet 2022.

<https://www.adding.fr/indices/taux-technique-reglementaire-assurance/> (historique des taux techniques règlementaires), site consulté le 8 août 2022.

<https://www.banque-france.fr/statistiques/taux-et-cours/taux-indicatifs-des-bons-du-tresor-et-oat> (taux indicatifs des bons du trésor et OAT 10 ans), site consulté le 11 juillet 2022.

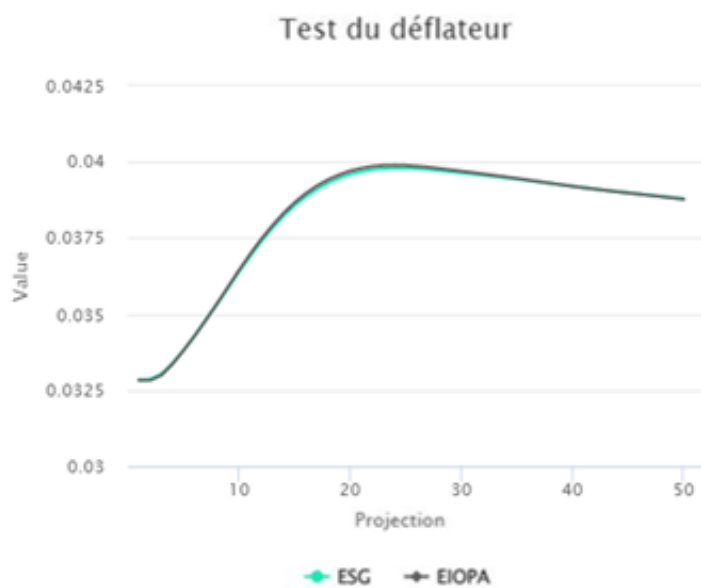
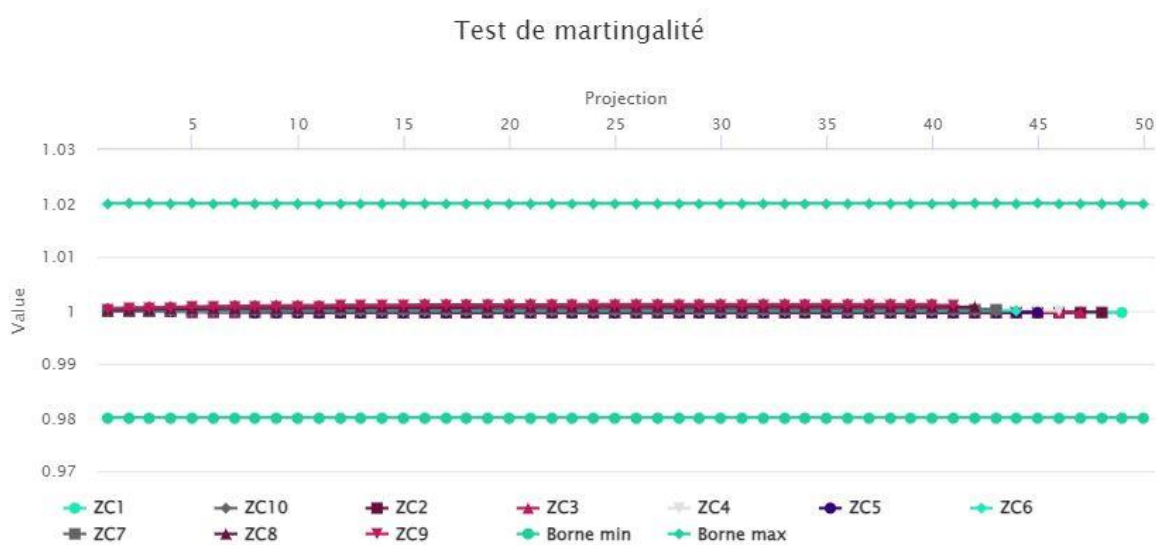
[https://www.eiopa.europa.eu/tools-and-data/risk-free-interest-rate-term-structures\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/tools-and-data/risk-free-interest-rate-term-structures_en) (historique des courbes de taux Risk Free Rate), site consulté le 11 juillet 2022.

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/6468527#tableau-ipc-flash-q1-fr> (historique des taux d'inflation), site consulté le 19 juillet 2022.

# Annexes

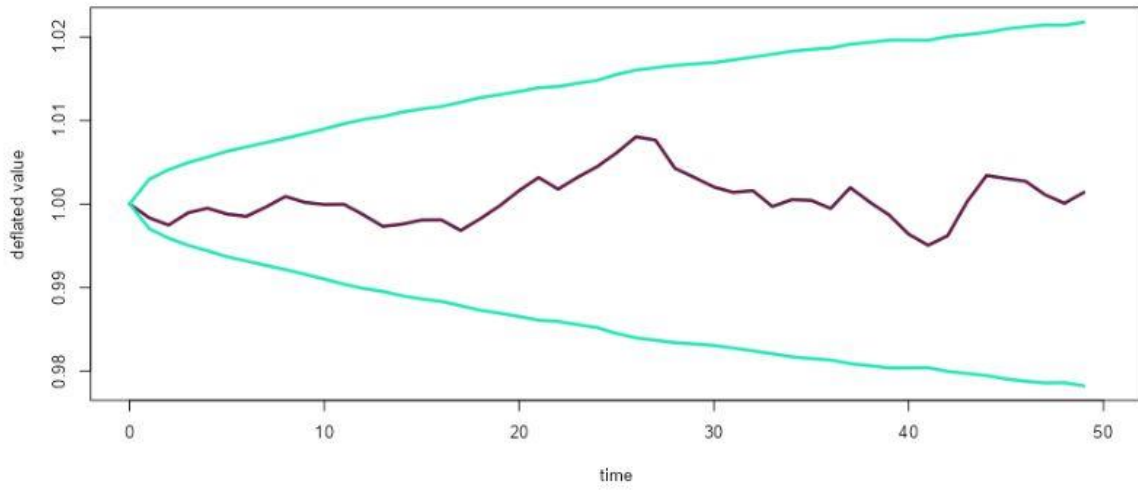
## Annexe 1

Résultats des tests de market consistency et de martingalités des GSE de chaque année d'ORSA.



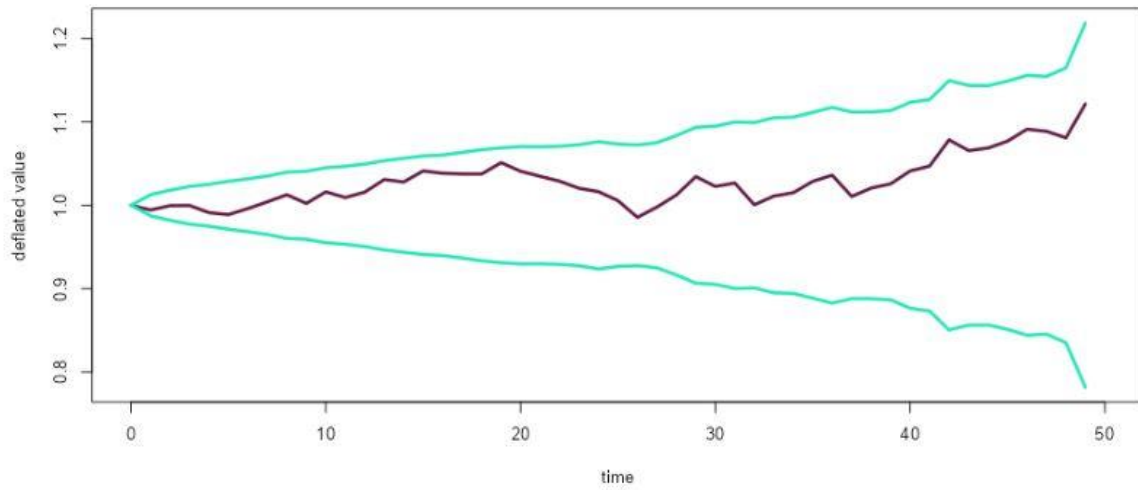
### Martingale Immobilier

Mean deflated trajectory with 95% confidence interval



### Martingale Action

Mean deflated trajectory with 95% confidence interval



## Annexe 2

Une hausse des taux obligataires peut mener à une baisse des moins-values latentes en raison d'une augmentation de VM liée à l'effet passage du temps.

### Etat actuel de l'obligation (point de vue aujourd'hui)

t	1	2	3	4	5	6	7	8
tx_ZC(t)	2,533%	2,532%	2,549%	2,585%	2,630%	2,678%	2,730%	2,784%
prix_ZC(t)	97,50%	95,06%	92,64%	90,18%	87,68%	85,16%	82,60%	80,03%
tx_forward(t)	2,533%	2,531%	2,583%	2,693%	2,810%	2,918%	3,042%	3,162%
prix_ZC(t)	97,50%	95,06%	92,64%	90,18%	87,68%	85,16%	82,60%	80,03%
	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI
CF(t)	115 000,00	115 000,00	5 500 000,00					
VM	5 316 538,91 =somme(CF(t)*prix_ZC(t))							

=  $\exp(-t * tx\_ZC(t))$

=  $\ln(\exp(t * tx\_ZC(t)) / \exp((t-1) * tx\_ZC(t-1)))$

=  $\text{prix\_ZC}(t-1) * \exp(-tx\_forward(t))$

check prix (taux spot) = prix (taux forward)

### Vieillessement attendu de l'obligation (point de vue dans 1 an)

t	1	2	3	4	5	6	7
tx_forward(t)	2,531%	2,583%	2,693%	2,810%	2,918%	3,042%	3,162%
prix_ZC(t)	97,50%	94,97%	92,24%	89,37%	86,42%	83,32%	80,14%
CF(t)	115 000,00	5 500 000,00					
VM	5 335 210,19						
variation de VM	18 671,28						

### VM calculée effectivement l'année suivante

t	1	2	3	4	5	6	7
tx_ZC(t)	2,602%	2,601%	2,617%	2,654%	2,699%	2,747%	2,799%
prix_ZC(t)	97,43%	94,93%	92,45%	89,93%	87,38%	84,81%	82,21%
CF	115 000,00	5 500 000,00					
VM	5 333 242,87						
variation de VM	16 703,96						



## Annexe 3

Extraits du Code des assurances.

### Article A.132-11 :

« Le compte de participation comporte également en dépenses la participation de l'assureur aux bénéfices de la gestion technique, qui est constituée par le montant le plus élevé entre 10 % du solde créditeur des éléments précédents et 4,5 % des primes annuelles correspondant aux opérations relevant des catégories 3 et 6 de l'article A. 344-2 et ne relevant pas d'une comptabilité auxiliaire d'affectation mentionnée à l'article L. 142-4. [...] Il est ajouté en recette du compte de participation aux résultats une part des produits financiers. Cette part est égale à 85 % du solde d'un compte financier comportant les éléments prévus à l'article A. 132-13. »

### Article A.132-16 :

« Le montant des participations aux bénéfices peut être affecté directement aux provisions mathématiques ou porté, partiellement ou totalement, à la provision pour participation aux bénéfices mentionnée à l'article R. 343-3. Les sommes portées à cette dernière provision sont affectées à la provision mathématique ou versées aux souscripteurs au cours des huit exercices suivant celui au titre duquel elles ont été portées à la provision pour participation aux bénéfices. »

### Article A. 333-3 :

« Lorsque le prix de vente est supérieur à la valeur actuelle, diminuée le cas échéant de la dépréciation mentionnée au dernier alinéa du I de l'article R. 332-19, l'excédent est versé à la réserve de capitalisation ; lorsqu'il est inférieur à la valeur actuelle, diminuée le cas échéant de la dépréciation mentionnée au dernier alinéa du I du même article, la différence est prélevée sur la réserve de capitalisation, dans la limite du montant de celle-ci. »