



Mémoire présenté devant le jury de l'EURIA en vue de l'obtention du  
Diplôme d'actuaire EURIA  
et de l'admission à l'Institut des Actuares

le 08 Septembre 2023

Par : Naïm AKLI  
Titre : Hausse des taux : impacts en assurance vie

Confidentialité : Non

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

**Membre présent du jury de l'Institut  
des Actuares :**

Pierre CORREGE

Faris ROUCHATI

Emmanuel BERTHELE

Signature :

**Entreprise :**

Forsides France

Signature :

**Membres présents du jury de l'EURIA : Directeur de mémoire en entreprise :**

Daniel BOIVIN

Signature :

François LHOMME

Signature :

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

*(après expiration de l'éventuel délai de confidentialité)*

Signature du responsable entreprise :

Signature du candidat :



## Résumé

Le contexte économique entre l'année 2021 et 2022 a été énormément bousculé. Sortie du Covid 19, guerre en Ukraine, coûts de l'énergie et des matières premières en constante augmentation, manque d'approvisionnement, tension dans le marché de l'emploi, tout ceci vient nourrir l'inflation. Le pouvoir d'achat des ménages se voit diminué. Afin de ralentir l'inflation et garantir aux ménages un pouvoir d'achat convenable, la Banque Centrale Européenne agit sur le levier des taux directeurs. En période d'inflation, une hausse des taux est donc observée sur le marché. Cette hausse des taux peut avoir différents impacts dans le bilan d'un assureur, et dans sa solvabilité.

L'objectif de ce mémoire est d'étudier l'impact de l'inflation et de la hausse des taux qui en découle chez un assureur vie. Sera dans un premier temps étudiée et analysée l'évolution des scénarios économiques risques neutres projetés suite au changement de contexte économique. Il s'agira ensuite de construire deux compagnies fictives et d'étudier leur solvabilité et leur santé économique au travers de différents indicateurs dans un contexte de hausse des taux. Seront ensuite proposés différents leviers d'actions sur le moyen terme afin de faire face aux impacts de cette hausse pour les deux compagnies.

**Mots clefs:** Inflation, hausse des taux, ALM, GSE, Assurance vie



## Abstract

The economic landscape between the years 2021 and 2022 has been significantly disrupted. The end of the Covid-19 pandemic, the war in Ukraine, continuously rising energy and raw material costs, along with supply shortages, all contribute to inflation. Household purchasing power has been reduced as a result. In order to curb inflation and ensure reasonable purchasing power for households, the European Central Bank is employing the tool of benchmark interest rates. During inflationary periods, an increase in rates is observed in the market. This rate hike can have various implications on the balance sheet of an insurer and its solvency.

The objective of this dissertation is to study the impact of inflation and the resulting rate increase on a life insurance company. The study will cover the period from December 2021 to December 2022. First, the evolution of projected economic scenarios following the change in economic context will be examined and analyzed. Subsequently, a fictional company will be created to assess its solvency and financial health using different indicators throughout the specified period. Finally, various medium-term strategies will be proposed to address the impacts of this rate increase for the fictional company.

**Keywords:** Inflation, rate increase, ALM, ESG , Life insurance



# Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier Monsieur Arnaud Cohen, président de Forsides, de m'avoir accueilli au sein de son entreprise, ainsi que pour la confiance qu'il m'a accordée.

Je tiens à exprimer mon entière gratitude à mon tuteur François Lhomme pour son accompagnement, sa présence, sa sympathie et pour tous les conseils prodigués tout au long de ce mémoire.

Je remercie David Graiz pour avoir répondu présent lors de mes différentes sollicitations durant la réalisation de ce mémoire.

J'adresse également ma gratitude aux différents collaborateurs de Forsides. En particulier Valérie Le Bellec pour m'avoir aidé durant la réalisation de ce mémoire.

Un grand merci aux équipes éducatives et administratives de l'EURIA de Brest ainsi qu'à ma tutrice académique Marine Habart.

Enfin, je tiens à remercier mes proches pour leur soutien quotidien.





# Note de synthèse

## **Inflation et hausse des taux :**

L'inflation, causée par plusieurs phénomènes dont la sortie du COVID 19, la guerre en Ukraine, les coûts des énergies et des matières premières en constante augmentation, a eu un impact considérable entre les années 2021 et 2022. En effet, afin de faire face à l'inflation, la BCE enclenche le levier des taux directeurs. En augmentant ces taux, le but est de ralentir l'inflation en minimisant la circulation de l'argent, en incitant les ménages à moins consommer, et à moins emprunter.

La hausse des taux a un impact considérable chez les assureurs vie. En effet, ceux-ci détiennent des obligations achetées il y a un certain nombre d'années. Les taux ayant augmenté, un grand nombre d'obligations détenues dans le portefeuille des assureurs ont des taux nominaux moins élevés que les obligations du moment. Ainsi, un bon nombre d'obligations se retrouvent en moins values latentes. De plus, les assurés peuvent être tentés de racheter leurs contrats, voyant les taux du marché beaucoup plus attractifs que les taux servis par leur assureur. Ces éléments représentent un risque pour l'assureur, et son taux de couverture peut se voir très impacté.

## **Impact de la hausse des taux sur le taux de couverture :**

Afin d'illustrer l'impact de la hausse des taux dans la solvabilité de l'assureur, une première compagnie fictive a été considérée au 31 décembre 2021. Celle-ci a été projetée jusqu'à décembre 2022 afin d'illustrer l'évolution à la baisse de la solvabilité de la compagnie suite à l'évolution des taux qu'il y a eu durant l'année 2021.

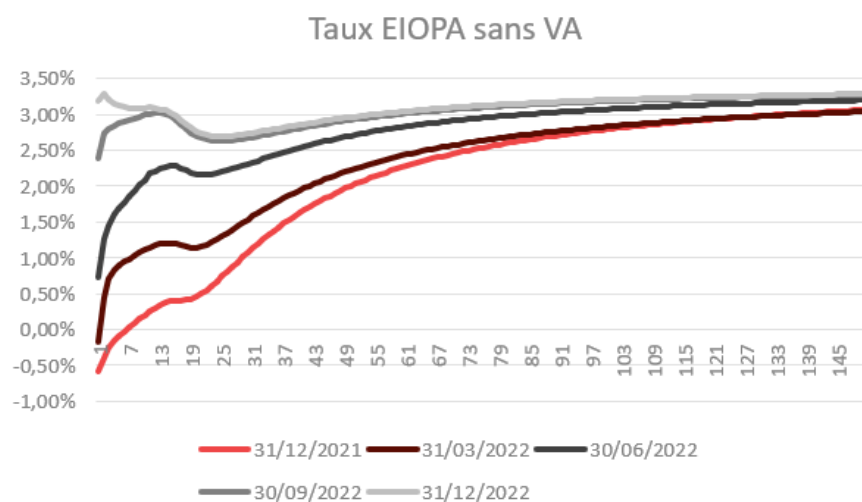


FIGURE 1 – Evolution des taux EIOPA entre décembre 2021 et décembre 2022

Une fois la compagnie créée et projetée jusqu'en décembre 2022, une deuxième compagnie a été considérée. La première compagnie est dite *moyenne* car elle reflète la situation économique et financière d'une compagnie d'assurance moyenne du marché. Au contraire, l'autre est dite *sensible*. Ces deux compagnies ont été soumises à un contexte de hausse des taux supplémentaire à partir de fin 2022. Trois jeux de scénarios ont donc été constitués. Une situation centrale où la courbe des taux EIOPA utilisée pour les calculs est la courbe des taux au 31 décembre 2022, où les taux fluctuent autour de 3%. Deux autres scénarios où cette même courbe des taux a été choquée de +100 bp et +200 bp.

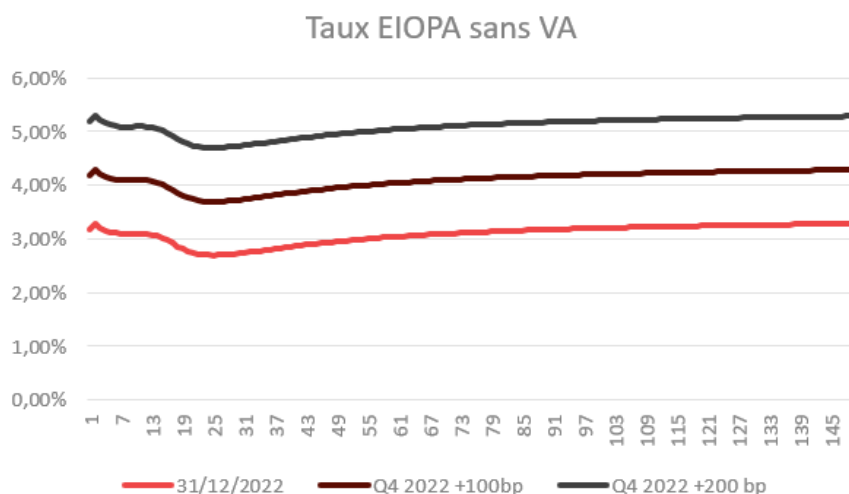


FIGURE 2 – Courbes des taux choquées

L'évolution du taux de couverture pour les deux compagnies dans les différents contextes de taux a été observée :

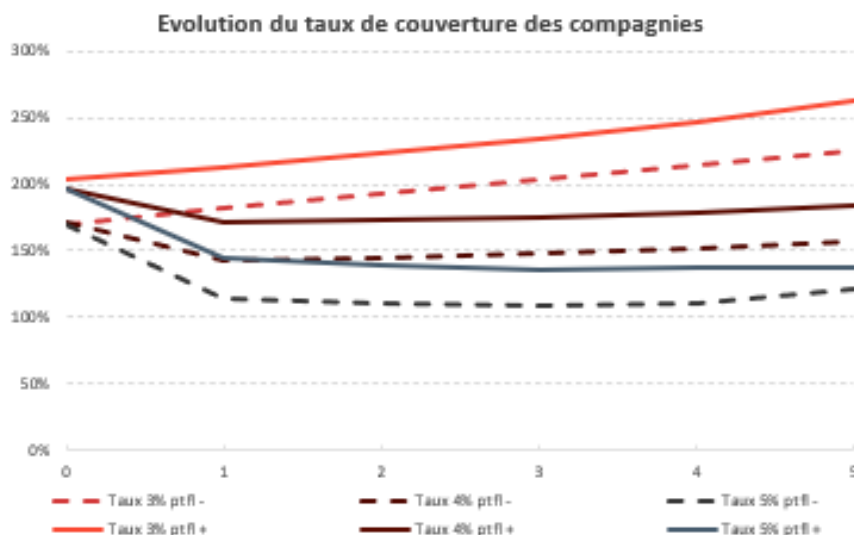


FIGURE 3 – Evolution du taux de couverture des deux compagnies

En augmentant les taux, le taux de couverture se dégrade la première année de projection. Il remonte avec les années mais a du mal à retrouver son niveau initial. Cet impact est d'autant plus important pour la compagnie en danger puisque celle-ci n'avait initialement pas une bonne solvabilité.

#### Leviers d'actions :

Afin de faire face à cette hausse des taux, des leviers d'actions sont proposés :

- **Les arbitrages** des fonds en euro qui proposent des rendements peu élevés mais sécurisés vers les contrats en UC qui représentent un placement un peu plus risqué mais avec de meilleurs rendements espérés.
- **Le pilotage de la réserve de capitalisation** où des obligations avec de faibles rendements ont été vendues à travers la réalisation de moins values latentes afin d'investir dans des nouvelles obligations proposant de meilleurs taux.
- **L'adaptation de la politique de taux servi** : Deux politiques de taux servis sont confrontées afin de déterminer celle qui permet d'atténuer le mieux l'impact de la hausse des taux sur la solvabilité des compagnies.

## **Conclusion :**

Le levier d'arbitrages des fonds en euro vers des supports en Unités de compte s'est montré très intéressant avec une forte atténuation de l'impact du contexte de hausse des taux sur la solvabilité de l'assureur. Cependant, les fonds en UC représentent tout de même plus de risque et l'assureur ne peut pas contraindre l'assuré à réaliser des arbitrages et il doit remplir son devoir de conseil. C'est ainsi qu'est venue l'idée de trouver un deuxième levier qui puisse être indépendant du choix de l'assuré. Vendre des anciennes obligations pour investir dans des nouvelles obligations avec de meilleurs taux permet de diminuer les moins-values latentes présentes dans les portefeuilles mais l'atténuation en terme de taux de couverture est moindre. Enfin, la politique de taux servi consistant à plafonner le taux servi au TEC 10 s'avère assez efficace par rapport aux autres politiques de taux cibles consistant à servir un taux dont l'évolution est arithmétique et plafonnée au TEC 10.

Malgré l'impact de la hausse des taux sur le ratio de solvabilité de l'assureur, les leviers mis en place ont permis d'atténuer ses effets.

# Executive summary

## **Inflation and Interest Rate Increase :**

Inflation, caused by several phenomena including the aftermath of COVID-19, the war in Ukraine, and continuously rising energy and raw material costs, had a significant impact between the years 2021 and 2022. Indeed, in order to address inflation, the ECB leveraged its benchmark interest rates. By raising these rates, the aim was to slow down inflation by reducing the circulation of money, encouraging households to consume less, and borrow less.

Interest rate increases have a considerable impact on insurers. Indeed, they hold bonds purchased several years ago. With the rise in interest rates, a large number of bonds held in insurers' portfolios have lower nominal rates compared to current market rates. As a result, a significant portion of these bonds are now in unrealized losses. Additionally, policyholders may be tempted to surrender their contracts, as market rates are much more attractive than the rates offered by their insurer. These factors pose a risk to the insurer, and their coverage ratio could be heavily impacted.

## **Impact of Interest Rate Increase on Solvency Ratio : :**

To illustrate the impact of rising interest rates on the solvency of the insurer, a fictional company was established as of December 31, 2021. This scenario was projected until December 2022 to demonstrate the decrease in the company's solvency due to the fluctuations in interest rates that occurred during the year 2021.

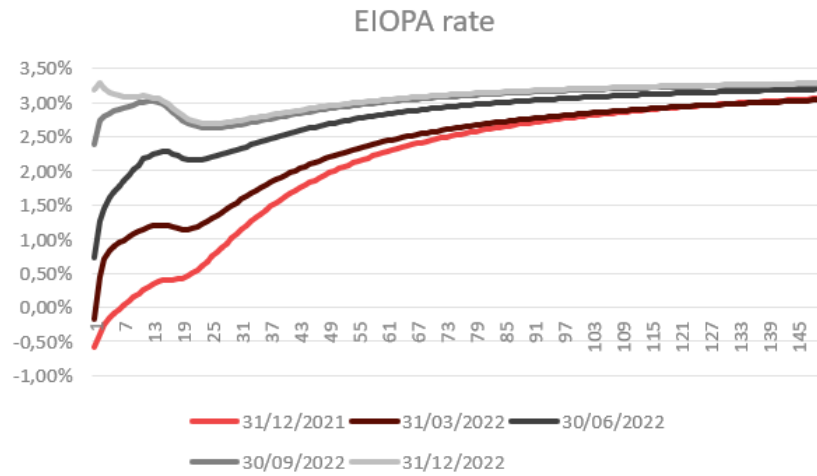


FIGURE 4 – Change on EIOPA rate from december 2021 to december 2022

Once the company was established and projected until December 2022, a second company was formed. The first company is referred to as *average* as it reflects the economic and financial situation of an average insurance company in the market. On the contrary, the other is considered *at risk*. These two companies were subjected to a context of rising interest rates starting from late 2022. Three sets of scenarios were thus established. A central scenario where the EIOPA rate curve

used for calculations is the rate curve as of December 31, 2022, with rates fluctuating around 3%. Two other scenarios where the same rate curve was shocked by +100 bps and +200 bps

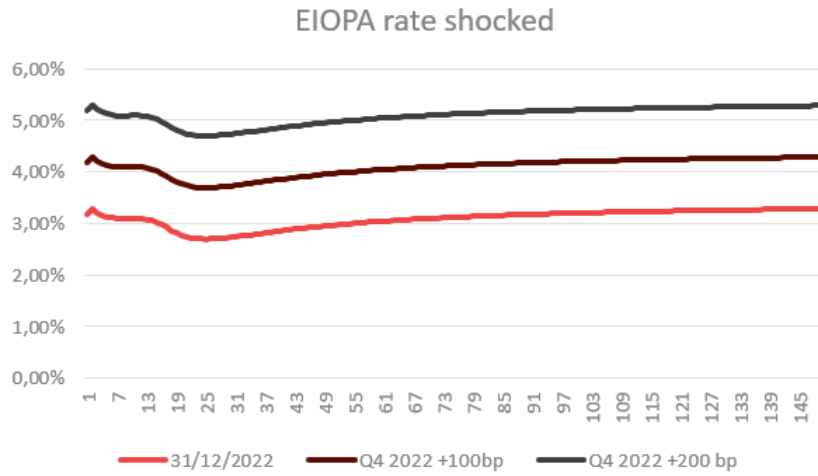


FIGURE 5 – EIOPA rate shocked

The evolution of the coverage ratio for the two companies under different interest rate scenarios was observed :

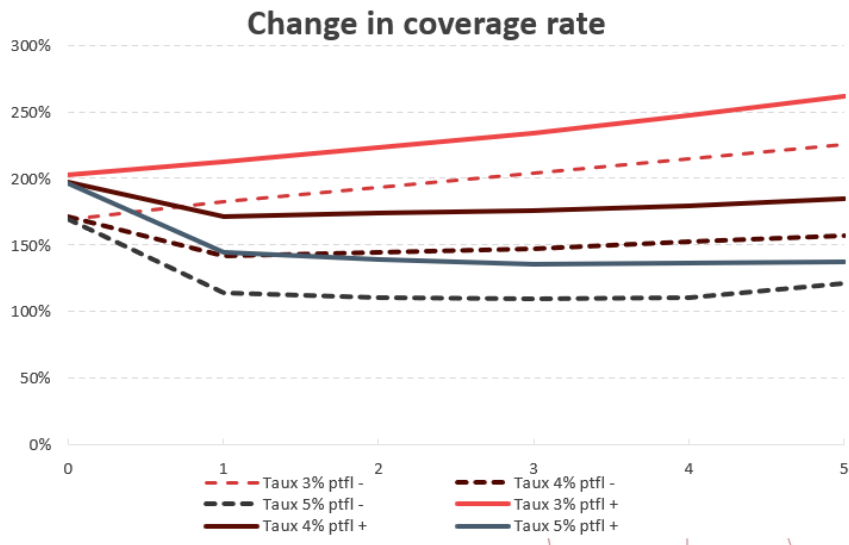


FIGURE 6 – Evolution of the coverage rate at the two companies

By increasing the interest rates, the coverage ratio deteriorates in the first year of projection. It gradually recovers over the years but struggles to return to its initial level. This impact is even more significant for the *at-risk* company, as its solvency was not initially strong.

### **Action Levers : :**

To address this increase in interest rates, several action levers are proposed :

- **Arbitrage of Euro Funds to Unit-Linked Contracts :** Shifting investments from euro-denominated funds that offer relatively low returns but are secure, towards unit-linked contracts which represent slightly riskier investments but offer better returns.
- **Management of Capitalization Reserve :** Old bonds with historically low yields are sold, generating unrealized losses. The proceeds are then reinvested in new bonds that offer better rates, enhancing the overall yield.
- **Determination of Interest Rate Policy :** Two interest rate policies are considered : One where the guaranteed TEC 10 (10-year constant maturity yield) rate is offered. The other policy involves incrementally increasing rates arithmetically, with a cap at the TEC 10.

### **Conclusion :**

The leverage of arbitraging euro-denominated funds to unit-linked contracts has proven to be highly effective in significantly mitigating the impact of the rising interest rate environment on the insurer's solvency. However, unit-linked funds still entail more risk, and insurers cannot compel policyholders to make these shifts. This led to the idea of finding a secondary lever that could be independent of policyholder choices.

Selling old bonds to invest in new bonds with better rates reduces unrealized losses in portfolios but has a comparatively smaller impact on coverage ratios. Finally, the interest rate policy of capping the rate at TEC 10 has demonstrated reasonable efficacy.

Despite the impact of interest rate increases on the insurer's solvency ratio, the implemented levers have succeeded in mitigating these effects.



# ACRONYMES

**GSE** : Générateur de scénarios économiques

**ALM** : Asset Liability Management

**BCE** : Banque Centrale Européenne

**PVL** : Plus values latentes

**BSCR** : Basic Solvency Capital Requirement

**NAV** : Net Asset Value

**PPE** : Provision pour participation aux excédents

**bp** : basis points

**UC** : uinté de compte

**SALLTO** : Solvency Assets Liabilities Life Tools

**MCR** : Minimum de Capital Requis

**SCR** : Solvency Capital Reequirement

**BE** : Best Estimate

**VM** : Valeur de Marché

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Evolution du contexte économique de 2021 à 2022</b>	<b>1</b>
1.1	Apparition de l'inflation . . . . .	1
1.2	Intervention de la BCE . . . . .	2
1.3	Hausse des taux . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Présentation de l'assurance vie</b>	<b>5</b>
2.1	Les différents supports . . . . .	7
2.1.1	Les supports en euro . . . . .	7
2.1.2	Les supports en unité de compte . . . . .	8
2.1.3	Les supports en Euro croissance . . . . .	9
2.2	Les fonds en euro plus aussi compétitifs qu'avant . . . . .	11
2.2.1	Des taux pas très compétitifs . . . . .	11
2.2.2	L'UC pour rester compétitif . . . . .	13
2.3	Solvabilité II . . . . .	13
2.3.1	Pilier 1 . . . . .	13
2.3.2	Pilier 2 . . . . .	17
2.3.3	Pilier 3 . . . . .	18
<b>3</b>	<b>Les outils de modélisations</b>	<b>19</b>
3.1	GSE . . . . .	19
3.1.1	Fonctionnement du GSE interne . . . . .	19
3.2	Modélisation ALM . . . . .	28
3.2.1	Enchaînement des calculs . . . . .	28
3.2.2	Mécanismes de l'outil . . . . .	29
<b>4</b>	<b>Impact de la hausse des taux</b>	<b>33</b>
4.1	Construction des portefeuilles . . . . .	33
4.2	Impacts de la hausse des taux . . . . .	42
<b>5</b>	<b>Leviers d'actions</b>	<b>65</b>
5.1	Arbitrages . . . . .	65
5.2	Pilotage de la réserve de capitalisation . . . . .	75
<b>6</b>	<b>Gestion de la PPE</b>	<b>85</b>

6.1	Politique du taux servi . . . . .	85
6.2	Sensibilités aux taux servis . . . . .	87
<b>A</b>	<b>Fonctionnement du GSE</b>	<b>115</b>
<b>B</b>	<b>Matrices de corrélation</b>	<b>119</b>
<b>C</b>	<b>Table de mortalité TH002</b>	<b>121</b>



# Chapitre 1

## Zoom sur l'apparition de l'inflation et ses conséquences

### 1.1 Apparition de l'inflation

De 2021 à 2022, en raison des facteurs politico-économiques, les assureurs ont dû faire face à de nombreux changements. La pandémie du COVID 19, suivie par la guerre en Ukraine, ont provoqué des variations des indicateurs économiques. Afin d'éviter une nouvelle crise économique, la Banque Centrale Européenne, ainsi que les organismes de régulation des secteurs bancaires et d'assurances ont mis en place différents outils.

Dès 2019, suite à la pandémie du Covid-19, les pertes financières ont été conséquentes pour de nombreux secteurs économiques. Les remboursements et les différentes aides octroyées par les états membres de l'UE ont eu une résonance immédiate et à moyen terme sur le secteur financier.

Le souvenir de la crise financière de 2008 étant omniprésent, l'anticipation et la mise en place de différents outils ont été nécessaires.

Suite à cet épisode et loin d'être totalement stabilisée, l'économie européenne a subi une nouvelle période de crise. La guerre entre l'Ukraine et la Russie et l'interruption des chaînes d'approvisionnement ont eu des conséquences immédiates sur le prix du blé, de l'huile ainsi que du gaz. En effet, ces pays exportaient à l'échelle internationale ces matières.

Combinés à ces conflits, les épisodes de sécheresse et les différents facteurs climatiques, notamment au Canada, ont scellé la hausse des prix.[Jean David, 2022]

## 1.2 Intervention de la BCE

La BCE possède différents taux directeurs sur lesquels elle agit afin de contrôler et réguler la politique monétaire :

- le taux de refinancement qui est le taux auquel les banques empruntent à la banque centrale ;
- le taux de rémunération des dépôts qui est le taux rémunérateur des dépôts des banques commerciales et autres institutions financières auprès de la banque centrale ;
- le taux de prêt marginal qui représente le taux d'intérêt des banques commerciales auprès de la banque centrale lorsque des sommes d'argent sont empruntées par les banques commerciales .

Pour contrer l'effet de l'inflation, la BCE augmente ses taux directeurs. Prenons par exemple le taux de refinancement. En période d'inflation, le pouvoir d'achat des ménages diminue. Pour atténuer l'inflation, il faudrait inciter les ménages à moins consommer. De ce fait, en augmentant les taux de refinancement, l'argent que les banques commerciales emprunteront leur coûtera plus cher. Ainsi, les prêts qu'ils accorderont à leurs clients auront également des taux d'intérêt plus élevés. Les ménages auront donc tendance à moins emprunter et donc à moins consommer. Cette baisse de la demande aura pour effet de ralentir l'inflation.

Cette hausse des taux a un impact pour l'assureur. En effet, il détient par exemple des obligations qu'il a achetées lorsque les taux étaient plus bas, et qui apportent donc un rendement inférieur à celui des obligations actuelles. Son portefeuille d'actif se trouve donc dévalué. Cependant les taux augmentant, le *Best Estimate*, qui représente la meilleure estimation des provisions que l'assureur doit constituer, a tendance à diminuer du fait de l'actualisation de ses engagements différés à des taux plus élevés qu'auparavant. Mais de l'autre côté du bilan, les actifs étant évalués en valeur de marché, lorsque les taux augmentent, ces valeurs de marché diminuent. La Net Asset Value (différence entre l'actif et le passif), n'augmente pas nécessairement.

Il est donc intéressant de pouvoir quantifier ces impacts concrètement et voir comment les compagnies d'assurance peuvent faire face à ceux ci au travers de différents leviers d'actions.

## 1.3 Hausse des taux

### Courbe des taux EIOPA

La hausse des taux directeurs par la BCE a entraîné la hausse de la courbe des taux EIOPA. En effet, il a été vu précédemment que pour ralentir l'inflation, la banque centrale actionne le levier des taux directeurs. Ainsi, en période d'inflation, les taux directeurs de la BCE augmentent. Cependant, les taux directeurs sur les obligations d'Etat émises par les pays de la zone euro sont influencés par les taux directeurs de la BCE dans la mesure où les marchés anticipent la persistance sur le moyen terme de cette situation d'inflation élevée et donc de politique de taux élevés de la part de la BCE. Lorsque les taux directeurs de la BCE augmentent, les taux des obligations d'OAT sont impactés dans le même sens.



FIGURE 1.1 – Taux OAT 10 ans. *Source : Banque de France*

Le taux d'emprunt de l'Obligation Assimilable au Trésor 10 ans de France ne cesse d'augmenter depuis la fin de l'année 2021. Il en va de même pour la courbe des taux EIOPA :

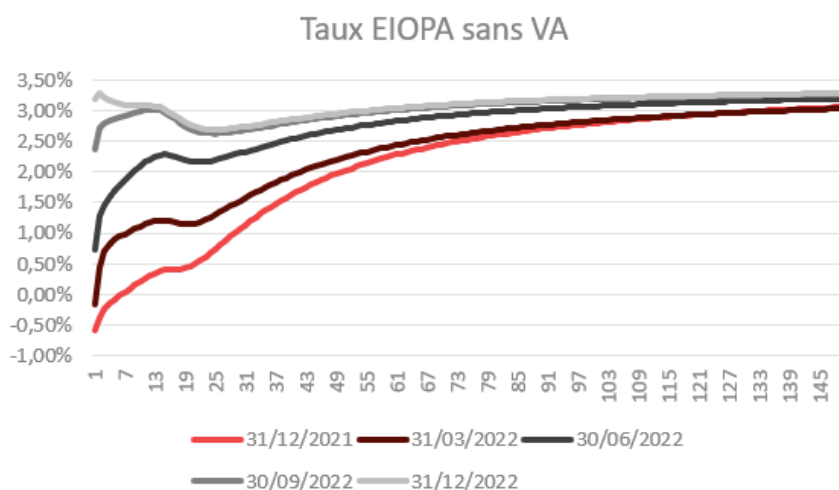


FIGURE 1.2 – Evolution taux EIOPA

Ces courbes de taux EIOPA sont utilisées d'abord dans les inputs du GSE afin d'obtenir les différents scénarios. Ces scénarios sont ensuite considérés comme input au sein du module *Asset and Liability Management*. En univers risque neutre, les actifs rapportent le taux sans risque. Ces taux sans risque sont les taux EIOPA majorés éventuellement d'une *volatility adjustment*. Ces mêmes taux sont utilisés à l'actif afin de déterminer le défaut. Au passif, ils servent également de coefficients d'actualisation des cash flow futurs afin de déterminer le *Best Estimate* et la participation aux bénéfices.

L'évolution de la courbe des taux est donc déterminante dans les calculs de projection, et sera déterminante dans l'évaluation de la solvabilité des assureurs :

### Impact sur les fonds en euro

Le risque principal d'une hausse des taux réside dans les fonds en euro. Ces fonds en euro sont principalement composés d'obligations. On peut y voir un avantage puisqu'avec la remontée des taux le prix des obligations baisse et le rendement offert est meilleur. Mais les organismes d'assurances détiennent dans leur portefeuille des obligations achetées lorsque les taux étaient plus bas. Ainsi, un grand nombre d'obligations se retrouvent en situation de moins value. En y combinant le risque de rachat, les assureurs devront vendre ces obligations en situation de moins-value et réaliseront ainsi des pertes assez considérables.



## Chapitre 2

# L'assurance vie bousculée par le contexte économique

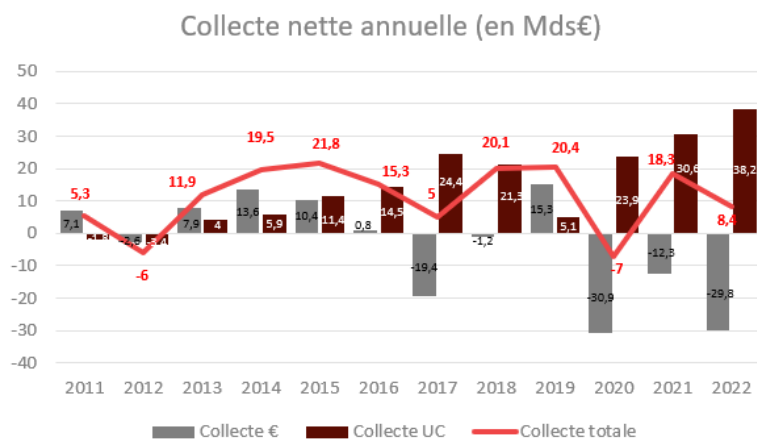
L'assurance vie est de loin le placement préféré des Français avec un encours qui atteint 1874 milliards d'euros en mars 2023. Cela est devenu possible de par son rendement, ses taux garantis, sa participation aux bénéfices et sa fiscalité avantageuse.

L'assurance vie occupe une place importante dans la gestion de patrimoine des Français. En effet, elle représente 33% du patrimoine financier des ménages. Les assureurs ont donc tendance à réaliser de bonnes collectes, et leurs encours se portent assez bien jusqu'ici.

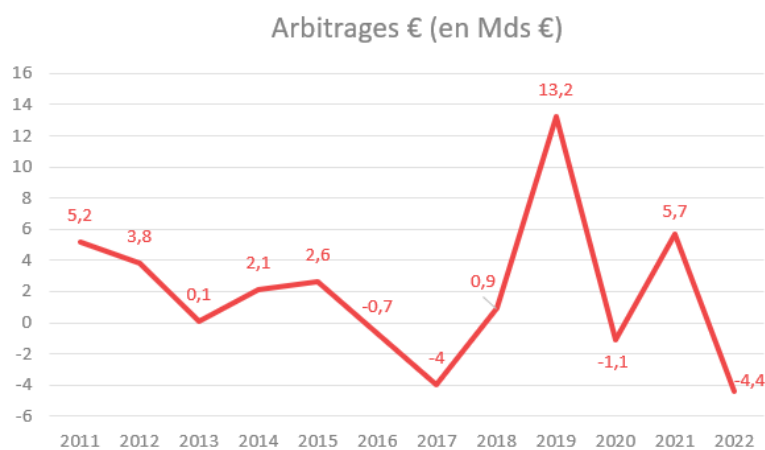
Ce penchant pour l'assurance vie s'explique par ces nombreux avantages. En plus d'être un moyen d'épargne pour les ménages, il peut aussi représenter un élément important de transmission du patrimoine du fait de sa fiscalité avantageuse et de la liberté au niveau du choix des bénéficiaires. Il peut aussi être vu comme un élément de gestion de son capital et un complément de revenu au travers des différents rachats partiels qui peuvent être réalisés.

Initialement, les contrats ne possédaient qu'un seul support. Les épargnants décidaient d'investir leur argent en unité de compte ou en euro. Avec le temps, ces contrats sont devenus multisupports autorisant ainsi des arbitrages.

Les Français ont une appétence particulière à l'euro. Selon France Assurance, la part des cotisations en UC est de 40% au premier trimestre de l'année 2023.[Assureur, 2023] Ce qui représente un encours de 3.64 Mds€ contre 6.7 Mds € sur le fonds en UC. Cependant en ce qui concerne la collecte nette, la tendance s'inverse. Les fonds en euros enregistrent depuis 2020 des collectes nettes négatives qui se voient largement compensées par des collectes nettes positives des fonds en Unités de compte.[ACPR, 2023]

FIGURE 2.1 – Collecte nette annuelle (*Source : ACPR*)

L'évolution de ces collectes peut s'expliquer par des arbitrages importants en UC et des rachats réalisés dans les fonds en euro.

FIGURE 2.2 – Arbitrages nets en faveur des fonds euros (*Source : ACPR*)

Les arbitrages des € vers les fonds en unités de compte ont atteint un niveau jamais atteint depuis plus de 12 ans. Ceux-ci s'élèvent à 4,4 Mds€ en 2022.

Il existe différents supports de contrat :

- Les supports en euro ;
- Les supports en unités de compte ;
- Les supports euro croissance.

Les assureurs choisissent les supports dans lesquels ils veulent investir selon leurs besoins et leur aversion au risque. S'ils sont à la recherche de bons rendements et ne sont pas averses aux risques, ils investiront une bonne partie de leur encours dans les contrats en unités de compte. S'ils recherchent plutôt la sécurité, qui est aussi synonyme de rendement moins élevé, ils privilégieront plutôt les contrats en €. Les supports euro croissance sont arrivés plus tardivement sur le marché et bénéficient de certaines caractéristiques des supports en euro et des supports en unité de compte.

## 2.1 Les différents supports

### 2.1.1 Les supports en euro

Les fonds en euro sont gages de sécurité. En effet, le capital versé en début de période, ainsi que les primes nettes versées sont garanties. L'assureur est également tenu de reverser les produits capitalisés après déduction des frais de gestion. Cette sécurité de placement est également synonyme de faible rendement. Ces investissements sont donc plutôt attrayants sur le long terme.

L'encours en euro est placé dans des actifs constitués en grande partie d'obligations, placement qui se veut sécurisé en contrepartie d'un rendement pas très élevé. Ces placements génèrent des produits financiers qui viennent augmenter l'épargne de l'assuré chaque année sous forme de taux d'intérêt composé :

- D'un taux d'intérêt technique
- D'une participation aux bénéfices

Selon l'Article A132-1 du code des Assurances, le **taux d'intérêt technique** est plafonné :

- A 75% du TME (taux moyen d'emprunt d'état) lorsque le contrat est à prime unique ou en versements libres. Après 8 ans ce plafond se réduit au minimum entre 3,50% et 60% du TME. Le TME est ici calculé par semestre ;
- $\text{Min}(3,50\%; 60\% \text{ du TME})$  pour les contrats à capital variable ou primes périodiques, et ce sur toute la durée du contrat.

Le taux technique pris en compte est le taux technique à la date de souscription pour les contrats à versements programmés ou à prime unique et le taux au moment des différents versements pour les contrats à versements libres.

### **La participation aux bénéfices (PB) :**

Les assureurs ont pour obligation de distribuer aux assurés une partie des bénéfices réalisés. Selon *l'Article L331-3* du Code des Assurances, cette participation aux bénéfices doit représenter au moins 90% de la marge technique (frais-dépenses) et 85% de la marge financière. La distribution de cette participation aux bénéfices aux assurés n'est pas nécessairement faite immédiatement. Les assureurs peuvent mettre une partie de cette PB dans une provision appelée PPE (provision pour participation aux excédents) et ils ont jusqu'à 8 ans pour la verser. En effet, d'après *l'article L331-3* du code des assurances, cette participation aux bénéfices peut être affectée aux provisions mathématiques ou à la provision pour participation aux excédents de façon partielle ou totale. Cette provision permet de lisser les résultats de l'assureur. Les années où ne sont pas réalisés de bons bénéfices, les assureurs peuvent récupérer une partie de cette provision afin de la distribuer aux assurés.

En plus du capital garanti, les contrats en euro peuvent disposer d'un taux minimum garanti. Cela rend ce support d'autant plus "*sécurisé*".

### **Taux minimum garanti :**

Les assureurs peuvent proposer un taux minimum garanti. Cela permet à l'assuré d'être certain d'avoir chaque année un rendement minimum, qui correspond à ce taux. Ainsi le taux d'intérêt technique augmenté de la participation aux bénéfices, le tout rapporté à l'encours de l'épargne ne peut être inférieur à ce taux. Comme le taux d'intérêt technique, le taux minimum garanti est lui aussi plafonné. Selon *l'article A132-1* du code des assurances, le taux minimum garanti ne peut pas être supérieur à 75% du taux moyen des emprunts d'Etat (TME). Après huit ans, ce TMG ne doit pas dépasser le minimum entre 60% du TME et 3.5%.

## **2.1.2 Les supports en unité de compte**

Les contrats en unité de compte disposent d'une mécanique plus simple que les contrats en euro. Des parts d'actifs sont investies par l'assureur dans le marché. Ces parts sont appelées des « unités de compte ». Ainsi l'assureur garantit à l'assuré ces unités de compte qu'importe leur évolution à la hausse ou à la baisse. Là où le risque était porté par l'assureur dans les contrats en euro, il est ici supporté par l'assuré.

Les assureurs investissent généralement leurs UC en SCPI, Sicav, OPCV, actions, obligations. Selon *l'article L131-1* du code des assurances, ces investissements doivent

respecter une protection suffisante de l'épargne.

La performance des unités de compte suit l'évolution des actifs sur lesquels ils sont investis. Ainsi, si les marchés financiers se portent bien, les unités de comptes peuvent offrir une très bonne performance. D'énormes pertes peuvent également être réalisées lorsque les marchés financiers se portent moins bien. Ainsi les unités de compte sont plutôt réservées à des investissements avec des profils plutôt risqués.

Lorsque l'assuré rachète partiellement ou totalement son contrat, il se voit rembourser la valeur des unités de comptes à la date de rachat. L'assureur peut tout de même proposer une garantie en cas de décès. Ces garanties prennent effet si au moment du décès de l'assuré, les sommes versées par celui-ci sont supérieures à la valeur du contrat. Elles sont au nombre de quatre :

- la garantie plancher : l'assureur verse la valeur des cotisations versées par l'assuré ;
- la garantie majorée : l'assureur verse en plus de la valeur du contrat au moment du décès, un capital dont le montant a été fixé au début du contrat ;
- la garantie indexée : l'assureur verse la somme des cotisations investies chaque année majorée par un indice prédéfini et ce chaque année ;
- la garantie cliquet : l'assureur verse la valeur de rachat la plus élevée qu'il y a eu durant toute la durée du contrat.

### 2.1.3 Les supports en Euro croissance

Les contrats euro croissance combinent les avantages des contrats euro (capital garanti) et des contrats en unité de compte (possibilité de réaliser de bons rendements). Le capital garanti correspond à tout ou partie du capital investi. Cette garantie en capital est définie au début du contrat et il lui est associé une échéance.

Comme pour les contrats en unité de compte, la valeur de rachat du support en euro croissance varie à la hausse ou à la baisse. Le niveau de capital garanti et l'échéance sont déterminés à la souscription du contrat et ce niveau de capital est donc garanti uniquement à l'échéance du contrat. Dans les contrats en euro le capital est entièrement garanti à tout moment.

Les prélèvements sont réalisés avec des frais classiques sur encours et marges variables en fonction de la performance des produits financiers.

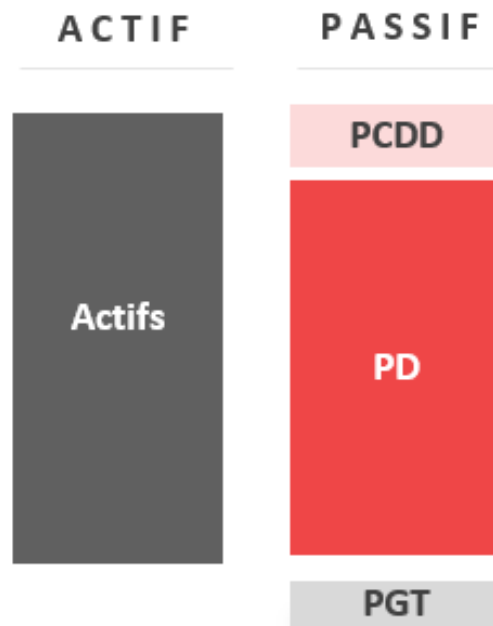


FIGURE 2.3 – Bilan (Source : Interne)

- **Les actifs** sont évalués en valeur de marché ;
- **La Provision pour Diversification** est une provision qui évolue en fonction d'une valeur de part unique et identique pour tous les assurés et du nombre de parts individualisé ;
- **La Provision Collecte de Diversification** a le même objectif que la PPE dans les contrats en euro. Elle permet de lisser les résultats ;
- **La Provision pour Garantie au Terme** est la différence entre la valeur actuelle des garanties et la somme de l'actif.

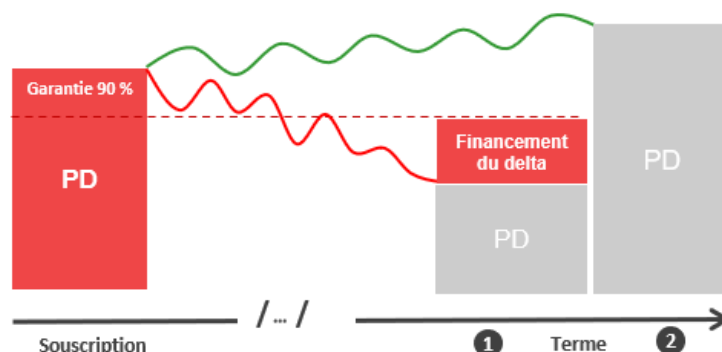


FIGURE 2.4 – Fonctionnement de la PD (Source : Interne)

Dans l'exemple ci-dessus le capital garanti est de 90%. A terme, on peut faire face à deux situations :

- La provision pour diversification est inférieure au capital garanti. L'assureur doit donc verser un certain complément afin de garantir à l'assuré 90% du capital initial ;
- La provision pour diversification est supérieure au capital initialement garanti par l'assureur : l'assuré récupère donc l'entièreté de son encours (après prélèvements de l'assureur).

## 2.2 Les fonds en euro plus aussi compétitifs qu'avant

### 2.2.1 Des taux pas très compétitifs

Malgré son succès auprès des français, l'assurance vie fait face à la concurrence d'autres produits, et notamment du livret A. Cette concurrence est d'autant plus importante que les intérêts du livret A sont exonérés de prélèvements sociaux et d'impôts sur le revenu. En 2020 et 2021, le taux du livret A fluctuait autour de 0.5%. C'est le 1er février 2022 qu'il passe ce plancher en étant revalorisé à 1% puis à 2% le 1er août 2022. Au premier février 2023, ce taux atteint 3%.

Près de trois quarts des ménages français détiennent un Livret A. A l'instar du fond en euro, ce produit d'épargne est sans risque de perte en capital. Cependant, le capital n'est pas immobilisé et peut être retiré à tout instant, ce qui représente un avantage conséquent pour l'épargnant. Les rendements restent tout de même historiquement en dessous des rendements que proposent les fonds en euro.

Cet écart de rendement s'atténue avec le temps, puisqu'en 2022 les rendements des deux produits sont presque similaires comme le montre la figure ci-dessous. En effet, ces deux dernières années, l'inflation a fortement progressé et le livret A y est corrélé.

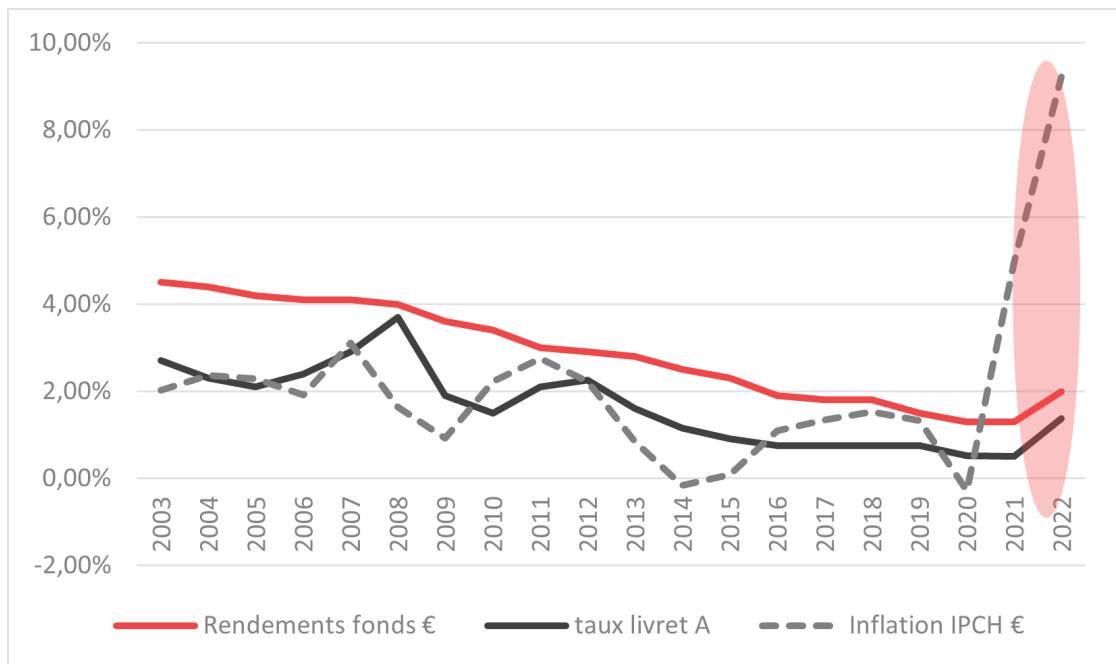


FIGURE 2.5 – Evolution du taux du livret A, des rendements du fonds en euro et de l'inflation depuis 2000 (Source : [INSEE, 2023], [Finances, ], [Figures, 2023])



### 2.2.2 L'UC pour rester compétitif

Selon la publication Analyse et Synthèse numéro 146 de l'ACPR, "*Le marché de l'assurance vie en 2022*", la collecte nette, qui a atteint 8,4 milliards d'euros en 2022, n'a été positive que grâce aux unités de compte. Les supports en unités de compte ont connu une collecte nette historique de 38,2 milliards d'euros, soit un niveau nettement supérieur à celui de 2021.

Les épargnants manifestent désormais un intérêt accru pour les placements plus rentables mais également plus risqués, en choisissant de rediriger leurs économies vers les fonds en unités de compte.

Parallèlement à ce phénomène, le CAC 40 a perdu 9,5% en 2022, affichant sa plus mauvaise performance depuis 2018. Il y a eu un changement de tendance brutal par rapport à 2021, qui s'était achevée sur un gain de près de 29%.

## 2.3 Solvabilité II

Les assureurs ne connaissent pas les prestations auxquelles ils vont faire face en commercialisant leurs produits. Du fait de cet inversion du cycle de production, les compagnies d'assurance doivent être en capacité d'estimer au mieux ces prestations. La norme Solvabilité II intervient dans le but de formaliser ces estimations, de prémunir l'assureur d'une potentielle faillite en imposant la constitution d'un capital de solvabilité et de garantir à l'assuré d'avoir un assureur qui fait face à ses engagements.

Cette norme repose sur 3 piliers qui répertorient différentes attentes pour les assureurs :

### 2.3.1 Pilier 1

#### Exigences quantitatives :

Le premier pilier met en lumière les exigences quantitatives. Des règles de valorisation des actifs et des passifs sont définies ainsi que des exigences en capital et leur mode de calcul. Le bilan n'est plus en vision comptable, mais en vision économique :

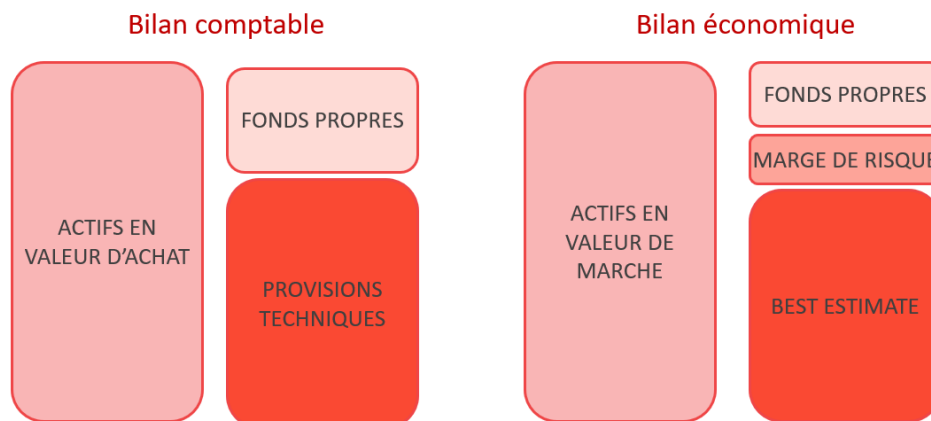


FIGURE 2.6 – Bilan comptable et bilan économique

On note plusieurs différences quant aux éléments du bilan au passage d'un bilan en vision comptable à un bilan en vision économique.

En vision comptable l'actif était évalué en valeur historique, il est maintenant évalué en valeur de marché. L'évaluation de l'actif correspond donc maintenant à la valeur à laquelle il serait échangé aujourd'hui.

Côté passif, les provisions ne sont plus calculées de la même manière. En vision économique, on calcule le *Best Estimate*

$$BE = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+r_t)^t} \quad (2.1)$$

avec :

- $N$  l'horizon de projection
- $CF_t$  les cash flow l'année  $t$  :  $CF_t = \text{flux sortants}_t - \text{flux entrants}_t$
- $r_t$  le taux d'actualisation l'année  $t$  (taux sans risque).

Le *Best Estimate* correspond à la meilleure estimation des provisions.

A cette provision s'ajoute la marge de risque, montant que demanderait un tiers pour financer le capital immobilisé en cas de rachat l'entreprise.

Les fonds propres disponibles avant impôts différés en vision économique sont définis comme la différence entre les actifs et les passifs :

$$\text{Fonds Propres} = \text{actifs} - \text{passifs} = \text{actifs en valeur de marche} - BE - \text{marge de risque} \quad (2.2)$$

En vision comptable, pour avoir les fonds propres de l'année  $N$ , on reprenait ceux de l'année  $N - 1$  auxquels on ajoutait le résultat de l'année  $N$ .

$$Fond\ Propres_N = FondsPropres_{N-1} + Resultat_N \quad (2.3)$$

Certains éléments n'apparaissent pas directement au niveau du bilan mais doivent être détenus. Il s'agit d'exigences en capital :

- Le Solvency Capital Requirement (SCR) : L'assureur doit faire face à ses obligations à horizon un an dans 99,5 % des cas.
- le Minimum Capital Requirement (MCR) : il représente le niveau minimum de fonds à posséder.

Afin de calculer le SCR, on peut soit utiliser un modèle interne, soit la formule standard préconisée par la directive solvabilité 2.

Le SCR de la formule standard se décompose en plusieurs modules :

Chaque module de SCR est décomposé en plusieurs sous modules. On commence par calculer le SCR de chaque sous module en appliquant différents chocs/scénarios imposés par le règlement délégué. On compare la situation avant et après chocs (notamment en terme de fonds propres) afin de déterminer le SCR du sous module de risque. Le SCR représentera la perte en fond propre subie suite au choc. On réalise une première agrégation des risques à l'aide de matrices de corrélation afin de déterminer les SCR *inter-modulaires*. Une fois les SCR des différents modules obtenus, on réalise une deuxième agrégation *intra-modulaire*. On obtient enfin le SCR :

$$SCR = BSCR + Adjust + SCROP \quad (2.4)$$

avec :

- *SCROP* le SCR opérationnel
- *BSCR* le SCR calculé après agrégations des SCR des différents modules : marché, santé, vie, non vie, contrepartie, intangible.
- *Adjust* : Un terme d'ajustement qui permet de prendre en compte la capacité d'absorption des provisions techniques à travers les participations aux bénéfices discrétionnaires ainsi que par l'impôt différé.

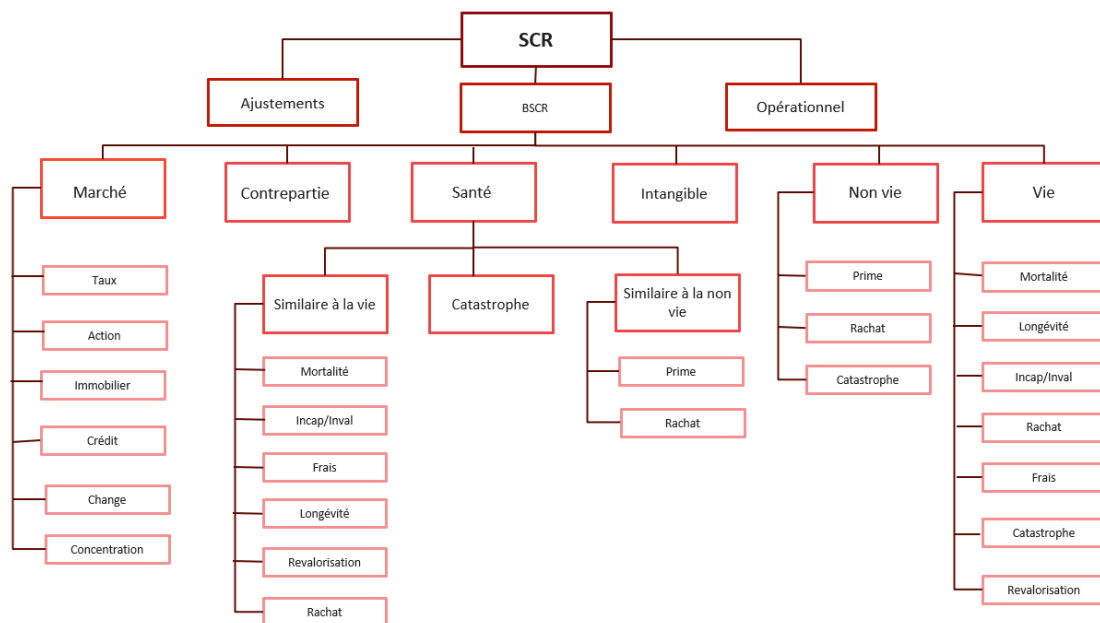


FIGURE 2.7 – Calcul du SCR en formule standard

Le SCR des différents modules est calculé de la façon suivante :

$$SCR = \sqrt{\sum_{ij} corr_{ij} * SCR_i * SCR_j} \quad (2.5)$$

Avec :

- $corr_{ij}$  le coefficient de corrélation des sous modules de risque i et j
- $SCR_i$  et  $SCR_j$  le SCR des modules i et j, c'est à dire la perte en fonds propres des modules i et j suite aux différents chocs réglementaires.

Une fois qu'ont été calculés les SCR marché, SCR Vie, SCR contrepartie, la valeur du BSCR est déterminée à l'aide de matrice de corrélation qui traduit la corrélation de ces différents modules de risque. Dans notre cas, il n'y a pas de SCR santé, SCR tangible et SCR Non-vie.

Dans l'étude qui va être menée, un intérêt particulier sera porté au SCR rachat (sous module du SCR vie) et au SCR de marché. En effet, en contexte de hausse des taux, ces deux SCR sont conséquents pour des assureurs vie proposant des contrats d'épargne.

### SCR marché

Le SCR marché est calculé à l'aide de la formule 2.5. Les différents sous modules sont

les SCR taux, action, immobilier, crédit, change et concentration. Les chocs à appliquer afin de calculer les SCR de ces différents sous-modules de risque sont explicités dans le règlement délégué européen. En voici quelques uns :

Pour le *SCR taux*, des chocs à la hausse et la baisse de la courbe des taux sont réalisés. Suite à ces chocs on évalue les pertes en fonds propres. La plus grande perte en fonds propres correspondra au SCR taux.

Le *SCR immobilier* correspond à la perte en fonds propres suite à une baisse de 25% de la valeur de marché des actifs immobiliers.

### SCR rachat

Afin de calculer le SCR rachat, la perte en fonds propres suite à différents scénarios est évalué :

- Un premier scénario où une baisse de 50 % de rachats est réalisée chaque année.
- Un deuxième scénario où une hausse de rachat de 50 % est réalisée chaque année.
- Un troisième scénario où 40% des contrats sont rachetés immédiatement.

La plus grande perte en fonds propres correspondra au SCR rachat.

### Adjust

L'ajustement pour absorption des pertes se caractérise par un effet d'atténuation des risques, résultant de la capacité à absorber les pertes par le biais des provisions techniques et/ou des impôts différés :

$$Adj_{PT} = - \max (\min (BSCR - BSCR_{net}, FDB), 0) \quad (2.6)$$

La FDB correspond ici à la revalorisation liée aux participations aux bénéfices futures.

$$Adj_{ID} = - \min (ID_{net}, Taux_{impot} \times (BSCR_{net} + SCR_{Oprationnel} + Adj_{PT})) \quad (2.7)$$

## 2.3.2 Pilier 2

### Exigences qualitatives :

Le deuxième pilier vise à garantir que l'organisme a une maîtrise adéquate de son profil de risque. Il englobe ainsi des exigences qualitatives, telles que les règles de gouvernance et de gestion des risques, ainsi que l'évaluation autonome des risques de solvabilité, connue sous le nom d'ORSA (Own Risk and Solvency Assessment).

Dans cette perspective, la Directive Solvabilité II introduit un nouveau cadre de gouvernance reposant sur trois catégories d'acteurs :

- **Les Dirigeants effectifs**, responsables de la gestion quotidienne de l'organisme. Solvabilité II instaure la règle des "quatre yeux", exigeant que toutes les décisions de gestion soient prises avec l'avis de deux personnes. En conséquence, les organismes doivent nommer au moins deux dirigeants effectifs.
- **L'AMSB** (Administrative Management and Supervisory Body), chargé de mettre en œuvre Solvabilité II au sein de l'organisme. Il s'agit généralement du Conseil d'Administration, auquel s'ajoutent les Dirigeants effectifs.
- **Les fonctions clés**, telles que la vérification de la conformité, la gestion des risques, l'actuariat et l'audit interne. Ces fonctions clés sont désignées en interne et ont un rôle consultatif auprès des administrateurs. Elles sont théoriquement chargées de garantir une gestion saine et prudente de l'activité.

### 2.3.3 Pilier 3

#### Publication de l'information

Les assureurs se doivent de publier des rapports d'activité au public (sfer) et aux autorités de contrôle (RSR) afin de garantir une bonne communication.

Le pilier fait référence à la communication de l'information. Il fait référence notamment aux exigences de reporting qui sont publiées à une fréquence annuelle. D'autres exigences le sont de manières trimestrielles.

La remise des informations suivantes doit être réalisée pour les groupes :

- Bilan
- Fonds propres
- MCR
- Provisions techniques
- Activité (primes, sinistres frais)
- Etat détaillé des actifs, des dérivés
- Etat sur la mise en transparence des fonds d'investissement.

# Chapitre 3

## Les outils de modélisation

### 3.1 GSE

#### 3.1.1 Fonctionnement du GSE interne

Les contrats d'assurance vie sont dotés de plusieurs options et garanties embarquées. Pour les contrats en euro et en UC, on retrouve comme option le fait de racheter son contrat. Ce de façon partielle ou totale. Dans les contrats en euro, on retrouve comme garantie le TMG (taux minimum garanti). Si les bénéfices réalisés sont supérieurs au taux minimum garanti, alors on doit servir en première approche 85% de la marge financière réalisée et 90% de la marge technique. L'assureur a 8 ans pour la verser. Il constitue une provision pour cela : la PPE (provision pour participation aux excédents) aussi appelée PPB (provision pour participation aux bénéfices). Lorsque l'assureur est en situation de moins value, il doit tout de même servir le taux technique. Pour cette raison, il est essentiel de réaliser les projections en stochastique, afin de bien prendre en compte toutes les situations.

Le GSE va permettre de projeter les différents facteurs de risque qui viennent impacter directement le bilan de l'assureur :

- les taux d'intérêts
- les actions
- l'immobilier
- l'inflation
- ...

Le calibrage se fait en vision risque neutre. Des tests de Monte-Carlo et des tests de Martingalité sont réalisés afin de vérifier respectivement la risque neutralité et le caractère market-consistent des projections.

## Les taux d'intérêts

### Le modèle

Dans l'étude, les taux d'intérêts sont modélisés avec le modèle de Hull & White à un facteur :

$$r_t = X_t + f(0, t) \quad (3.1)$$

$$dX_t = (\phi(t) - a(t)X_t)dt + \sigma(t)dW(t) \quad (3.2)$$

où :

- $r_t$  représente le taux court à l'instant  $t$ ,
- $X_t$  un processus stochastique
- $f(0, t)$  le taux forward instantané observé à la date 0 de maturité  $T$ .
- $\phi(t)$  le paramètre de tendance, qui permet de le taux sans risque
- $dW(t)$  est un processus de Wiener.

Les paramètres du modèle :

- $a(t)$  est le paramètre de vitesse de retour à la moyenne
- $\sigma(t)$  est la volatilité

Pour la modélisation du taux nominal, la volatilité est une fonction déterministe, constante par pas annuel :

$$\sigma(t) = \sigma_i, t \in [t_i, t_{i+1}] \quad (3.3)$$

En ce qui concerne le taux réel, la volatilité est constante.

### Le calibrage

Le calibrage se fait à l'aide de swaptions. Un swaption est un produit dérivé, il donne le droit au détenteur de conclure un échange à une date ultérieure, d'un taux fixe contre un taux variable. Le détenteur du swaption n'a pas l'obligation d'exercer son option. Il existe deux types de swaption :

- *swaption receiver* le détenteur a la possibilité de payer un taux variable contre un taux fixe.
- *swaption payer* le détenteur a la possibilité de rentrer dans un swap où il paye le taux fixe et reçoit en échange le taux variable.

Pour la calibration du modèle, on se sert des swaptions payer. On va pour cela minimiser l'écart quadratique entre le prix obtenu à l'aide du modèle et les prix swaption marché :

$$\min_{(a, \sigma)} \sum_{i=1}^n (Prix_{marché}(i) - Prix_{modèle}(i))^2 \quad (3.4)$$



Les prix marchés sont récupérés sur Bloomberg, à une certaine date pour plusieurs ténors et maturités données. Une formule fermée existe pour l'expression du prix des swaptions dans le cadre du modèle Hull & White.

### Tests de martingalité

Au 31 décembre 2021, les test de martingalités donnent les résultats suivants :

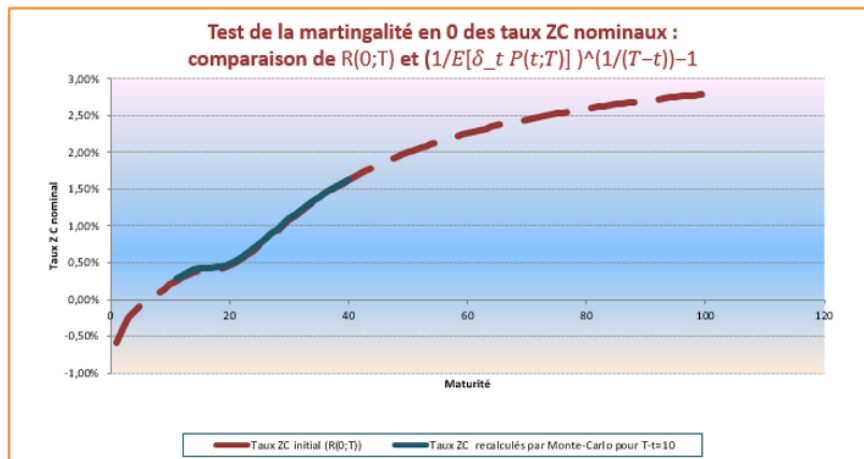


FIGURE 3.1 – Test de martingalité en 0 des taux ZC nominaux au 31 décembre 2021

La courbe des taux ZC initiale est quasi identique à la courbe des taux ZC recalculée par Monte-Carlo. Le modèle réplique donc bien les taux nominaux au 31 décembre 2021.

Au 31 décembre 2022, les tests de martingalité donnent les résultats suivants :

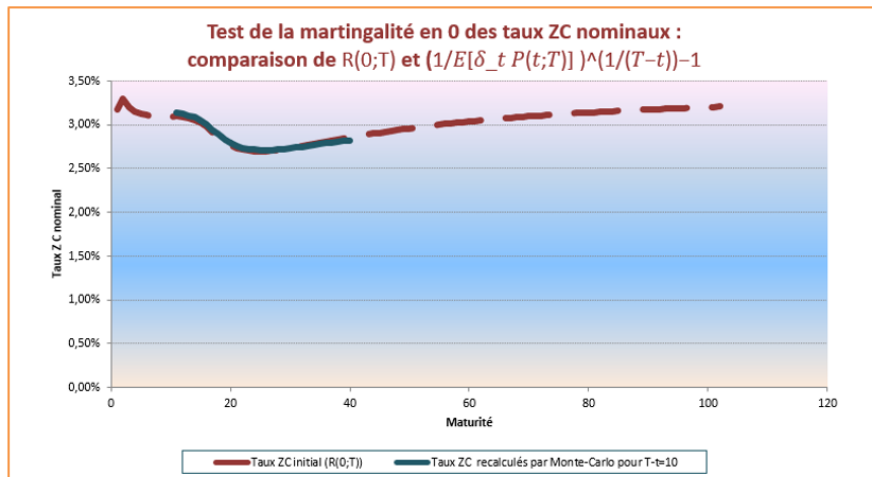


FIGURE 3.2 – Test de martingalité en 0 des taux ZC nominaux au 31 décembre 2022

La courbe des taux ZC initiale est quasi identique à la courbe des taux ZC recalculée par Monte-Carlo. Le modèle réplique donc bien les taux nominaux au 31 décembre 2022.

### Tests de market consistency

Au 31 décembre 2021, les test de *market consistency* donnent les résultats suivants :

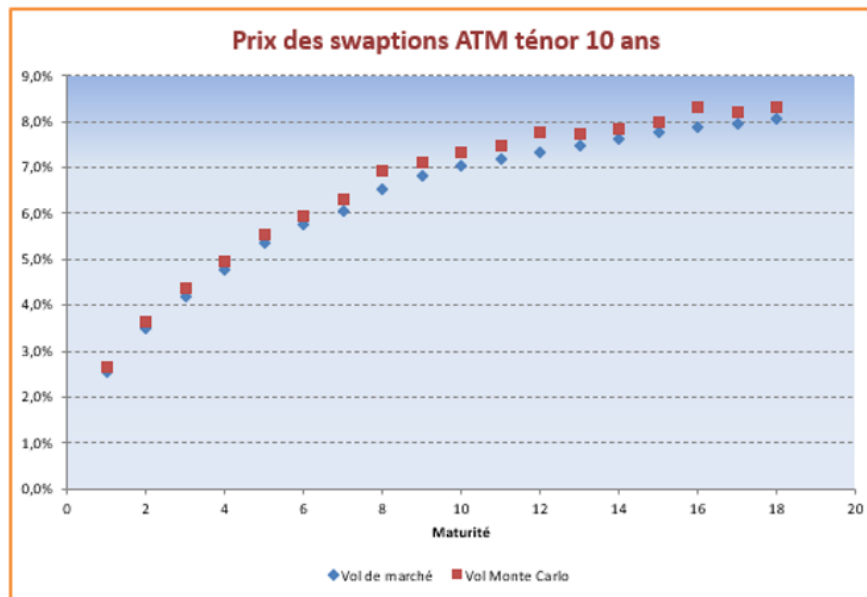


FIGURE 3.3 – Test de market consistency : Réplication des prix des swaptions au 31 décembre 2021

Les prix ZC sont bien répliqués, le test de *market consistency* est donc bien validé au 31 décembre 2021.

Au 31 décembre 2022, les test de *market consistency* donnent les résultats suivants :

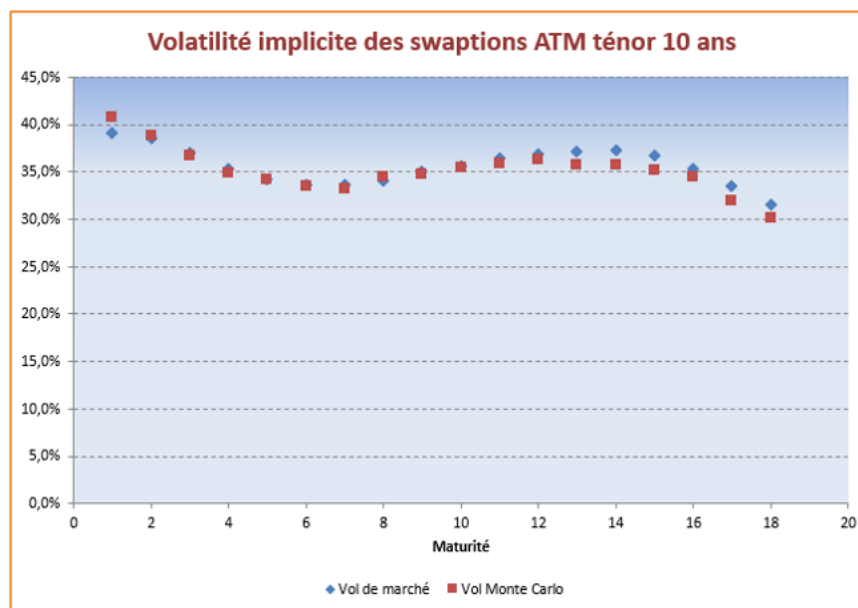


FIGURE 3.4 – Test de market consistency : Réplication des prix des swaptions au 31 décembre 2022

Les prix ZC sont bien répliqués, le test de market consistency est donc bien validé au 31 décembre 2022.

## Les actions

### Le modèle

Dans cette étude, les actions sont modélisées avec le modèle de Black & Scholes. On considère que le cours de l'action suit un mouvement brownien géométrique. Ainsi on obtient :

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW_t \quad (3.5)$$

où :

- $S_t$  : Le cours du sous-jacent
- $W_t$  : Mouvement Brownien standard
- $\sigma$  : volatilité du sous-jacent
- $\mu$  : Tendence du sous-jacent

En appliquant le lemme d'Itô à l'équation 3.5, on obtient :

$$S_t = S_0 \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W_t\right) \quad (3.6)$$

### Le calibrage

Les paramètres à calibrer sont la volatilité  $\sigma$  et la tendance  $\mu$ . Etant donné que l'on se place dans un univers risque neutre, on considère que tous les actifs rapportent le taux sans risque. Ainsi :

$$S_{t+dt} = S_t \exp\left(\left(r(t, t+dt) - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma\sqrt{dt}N\right) \quad (3.7)$$

avec :

- $r(t, t+dt)$  le taux sans risque entre les instants  $t$  et  $t+dt$  ;
- $N$  une loi normale centrée réduite.

Sous l'hypothèse de risque neutralité, on a qu'un seul paramètre à calibrer, la volatilité. Afin d'obtenir la volatilité, on minimise l'écart quadratique entre le prix du Call sous le modèle de Black & Scholes et le prix du Call observé sur le marché :

$$\sigma = \operatorname{argmin} \sum (C_{BS} - C_{march})^2 \quad (3.8)$$

où :

- $C_{BS}$  le prix du call avec le modèle de Black & Scholes
- $C_{march}$  le prix du call observé sur le marché

## L'immobilier

### Le modèle

Comme les actions, on choisit le modèle de Black & Scholes pour la modélisation. En notant  $I_t$  le processus stochastique représentant l'indice immobilier :

$$\frac{dI_t}{I_t} = r_t^{nom} + \sigma dW_t^I \quad (3.9)$$

$$\langle dW_t^I, dW_t^{nom} \rangle = \rho^{I,n} dt \quad (3.10)$$

Ici , la volatilité est constante.

### Le calibrage

Il y a peu de données observables sur le marché afin de calibrer la volatilité ici. On la fixe généralement à 15% à partir des Indices des Prix du Logement.

## L'inflation

Le taux d'inflation est intégré dans le taux réel à travers la relation de Fisher :

$$\text{Taux réel} = \text{taux nominal} - \text{taux d'inflation anticipé} \quad (3.11)$$

### Le modèle

$$Inf_i(t) = Inf_i(t-1) * \frac{ZCR(0, t-1)}{ZC(0, t-1)} * \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2} + \sigma dW_t\right) \quad (3.12)$$

avec :

- $inf_i(t)$ , l'anticipation de la projection du scénario i à l'instant t.
- $inf_i(t) = (1 + i_i(t))$ , avec  $i_i(t)$ , le taux d'inflation en t pour la simulation i.
- $ZC$ , le prix zéro coupon nominal
- $ZCR$ , le prix zéro coupon réel

### Le calibrage

Il y a ici un paramètre à calibrer, la volatilité. La tendance est déterminée à partir d'un historique de taux ZC et ZCR. Pour déterminer le paramètre de volatilité, une approche historique est adoptée. On calcule l'écart type de l'historique d'inflation entre deux dates.

$$\sigma = \text{ecart} - \text{type}(i_{t_1}, \dots, i_{t_n}) \quad (3.13)$$

avec  $i_{t_n}$  l'inflation annuelle l'année n.

### Les tests de martingalité

Des tests de martingalité ont été effectués au 31 décembre 2021 et au 31 décembre 2022 sur les différents facteurs de risques précédents :

Les résultats obtenus au 31 décembre 2021 sont les suivants :

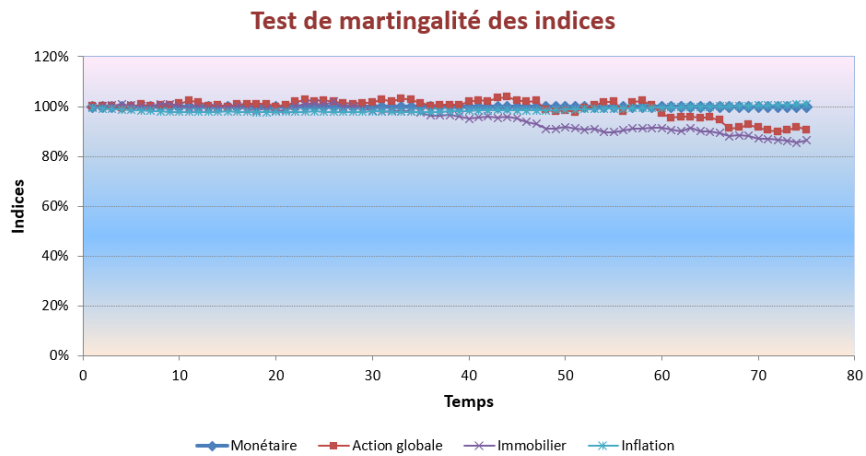


FIGURE 3.5 – Test de martingalité pour les différents facteurs de risque au 31 décembre 2021

Les résultats obtenus au 31 décembre 2022 sont les suivants :

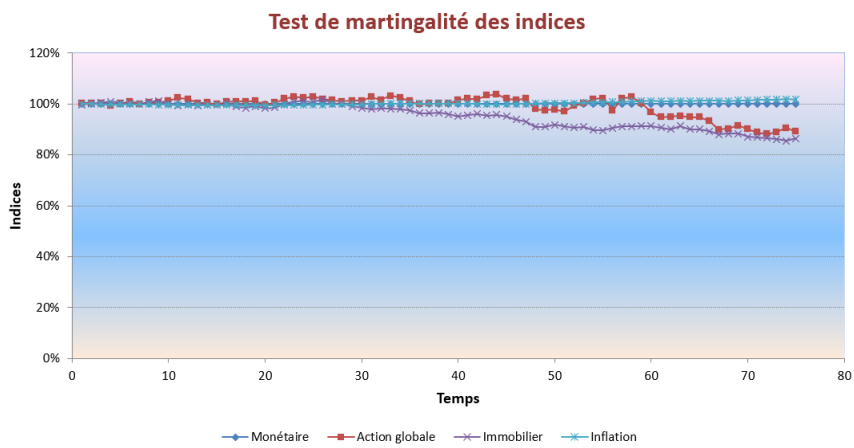


FIGURE 3.6 – Test de martingalité pour les différents facteurs de risque au 31 décembre 2022

## 3.2 Modélisation ALM

Les résultats obtenus au sein de ce mémoire sont issus de *Solvency Assets Liabilities Life Tool* (SALLTO), un logiciel interne à FORSIDES. Ce logiciel, codé en C# est très utilisé au sein de l'entreprise pour des missions clients ou des missions internes en assurance vie. Il permet à partir d'inputs renseignés sous format Excel, de projeter des bilans, des comptes de résultats et réalise différents calculs qui permettent de gérer la solvabilité de l'assureur, tels que le SCR (*Solvency Capital Requirement*), le BE (*Best Estimate*), le MCR (*Minimum Capital Requirement*).

Les calculs peuvent être effectués dans deux univers différents. D'une part en risque neutre et d'autre part en monde réel.

**En univers risque neutre**, l'hypothèse faite est que les projections sont effectuées sous la probabilité risque neutre. Sous cette mesure de probabilité, la valeur actualisée du processus de prix est martingale, et ce à chaque instant  $t$ . Cela peut se traduire en terme d'espérance. L'espérance des prix actualisés à chaque instant  $t$  est égale aux prix initiaux du marché. Ainsi, dans cet univers risque neutre, tous les actifs évoluent en moyenne de la même façon et au taux sans risque. La martingalité des valorisations impose que les primes de risques sont nulles. L'univers risque neutre permet de calculer des indicateurs tels que le BE (*Best Estimate*), le SCR (*Solvency Capital Requirement*), le MCR (*Minimum Capital Requirement*). Cependant, les prix étant des moyennes (espérances), il n'est pas possible dans cet univers, d'avoir accès aux distributions des prix.

Dans cette étude, un intérêt sera porté aux trajectoires **monde réel** déterministe faisant intervenir l'évolution de l'indice action, de l'immobilier, la courbe des taux, l'inflation, l'indice monétaire...A chaque pas de projection seront déterminés les bilans et *SCR projeté* sur un certain nombre d'années et cela permet de prendre en compte l'évolution des différents indices financiers et d'avoir une approche plus proche des risques auxquels est exposée la compagnie. Les bilans et compte de résultats sont projetés selon la seule trajectoire déterministe qui a été renseignée en *input*. Ces projections sont notamment utilisées dans le cadre de l'ORSA.

### 3.2.1 Enchaînement des calculs

Dans le cadre de l'étude, le SCR sera projeté. Des scénarios financiers sont définis en *input* sur un horizon de projection  $N$ . Avec ces scénarios déterministes est établi un bilan à  $t = 0$ . A chaque pas de projection sont ensuite calculés des SCR et des bilans prudentiels avec des scénarios stochastiques renseignés en *input*.



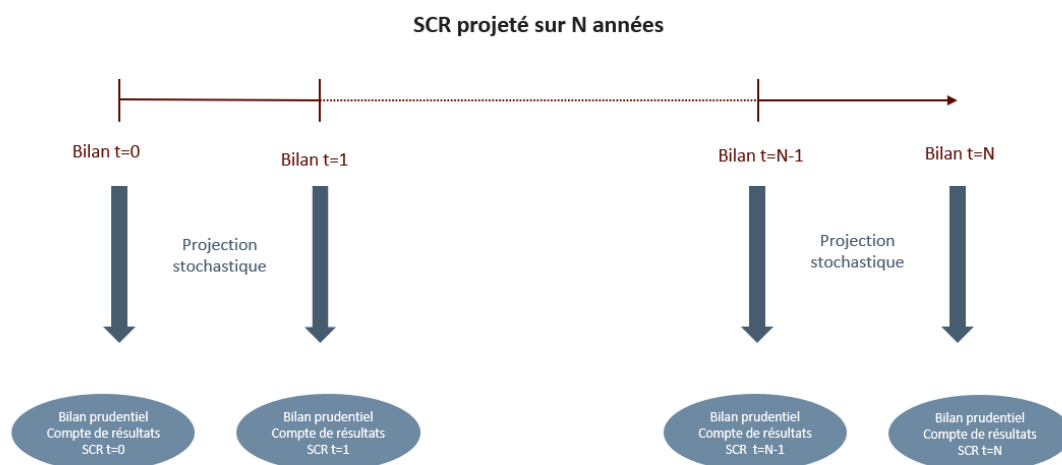


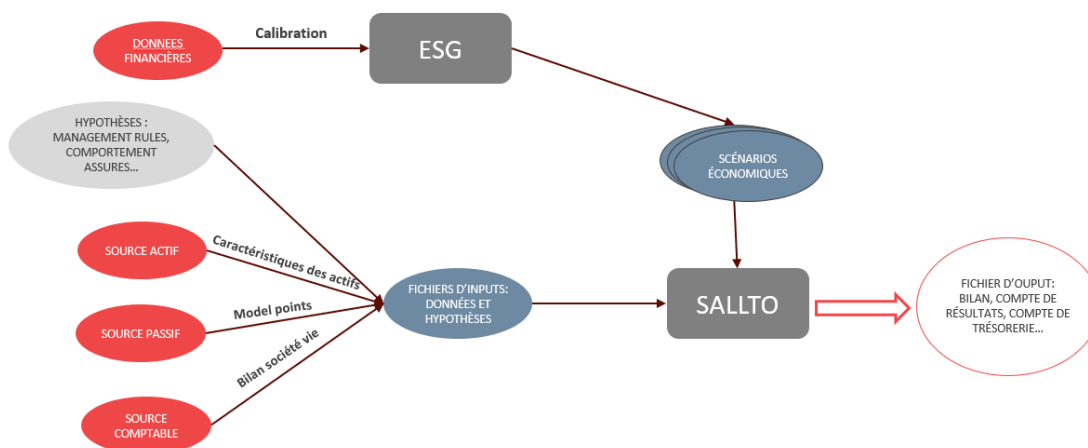
FIGURE 3.7 – Calcul du SCR projeté

### 3.2.2 Mécanismes de l'outil

L'outil est codé en C#. Les *inputs* et *outputs* sont quant à eux des fichiers Excel.

- **Un premier fichier d'input** sous format Excel où les différentes hypothèses sont renseignées : Au niveau de l'actif va être renseignée les différentes lignes d'actifs, les différents model points, (les lignes d'obligations, d'actions, d'immobilier, de monétaire ainsi que leurs différentes caractéristiques). Au niveau du passif sont également renseignés des model points (âge, ancienneté, type de rachat, courbe de rachats, Provisions mathématiques frais, chargements, TMG, ..). Enfin sont renseignées des hypothèses tels que le nombre d'années de projection, le chemin des scénarios stochastiques utilisés pour les projections risque neutre, le dampener, les dividendes, la politique de participation aux bénéfices, le type de projection monde réel ou risque neutre ;
- **Un deuxième fichier d'input** qui correspond aux tables de mortalités utilisées ;
- **Un troisième fichier d'input** correspondant aux scénarios utilisés dans les projections risque neutre ;
- **Un fichier d'output** où sont affichés les différents résultats des calculs effectués tels que les bilans, les comptes de résultats le SCR ;
- **L'exécutable SALLTO** codé en C#.

Le fonctionnement est présenté sur le schéma suivant :

FIGURE 3.8 – Fonctionnement SALLTO (*Source :interne*)

Les fichiers d'inputs étant tous renseignés, l'exécutable SALLTO fonctionne selon les étapes suivantes :

1. Ajout de la production nouvelle : Après avoir procédé à l'initialisation du bilan ainsi qu'à l'évaluation de toutes les hypothèses de départ, la production nouvelle est incorporée au portefeuille. Pour les besoins de notre analyse, nous faisons l'hypothèse qu'aucun nouveau contrat n'est conclu mais de la collecte est réalisée en SCR projeté.
2. Vieillessement de l'actif y compris les actifs UC : Les nouvelles évaluations des valeurs de marché, des valeurs comptables et des dividendes sont calculées en tenant compte de leurs rendements respectifs. La détermination de la valeur sous-jacente suit cette formule :

$$S_{t+1} = S_t(1 + r) \quad (3.14)$$

où  $r$  représente le taux d'évolution à la fin de l'année.

3. Vieillessement du passif et intégration des Cash flows de passif :
  - Prise en compte des décès, des rachats et des contrats arrivés à échéance afin de vieillir les model points du passif
  - Règlement des impôts et des prélèvements sociaux
  - Évaluation des frais, des chargements et des prestations.
  - Intégration des primes.
  - La Provision pour participation aux excédents est ensuite vieillie.

- 
4. Extériorisation des PVL : Une certaine proportion des PVL est automatiquement extériorisée. Si les décaissements sont supérieurs aux encaissements, alors des actifs doivent être vendus. Les ventes se font suivant un certain ordre de priorité :
    - (a) Monétaire
    - (b) Actions
    - (c) OPCVM obligataires
    - (d) Obligations
    - (e) Immobilier
  5. Cessions pour besoin de trésorerie
  6. Réallocation des actifs : Les actifs peuvent être réalloués suivant l'une des stratégies renseignée en input. La réallocation peut être marginale, seule la trésorerie est réallouée dans ce cas. La réallocation peut également être globale, auquel cas le surplus de trésorerie est investi et des achats et vente d'actifs sont réalisés afin de respecter une allocation cible définie en input.
  7. Traitement de la réserve de capitalisation, calcul des taux de PB servis en fonction du taux cible et des richesses disponibles et calcul de la dotation de la PPE.
  8. Ajout des primes, arbitrages €-UC, calcul de la PRE, du bilan et du compte de résultat.

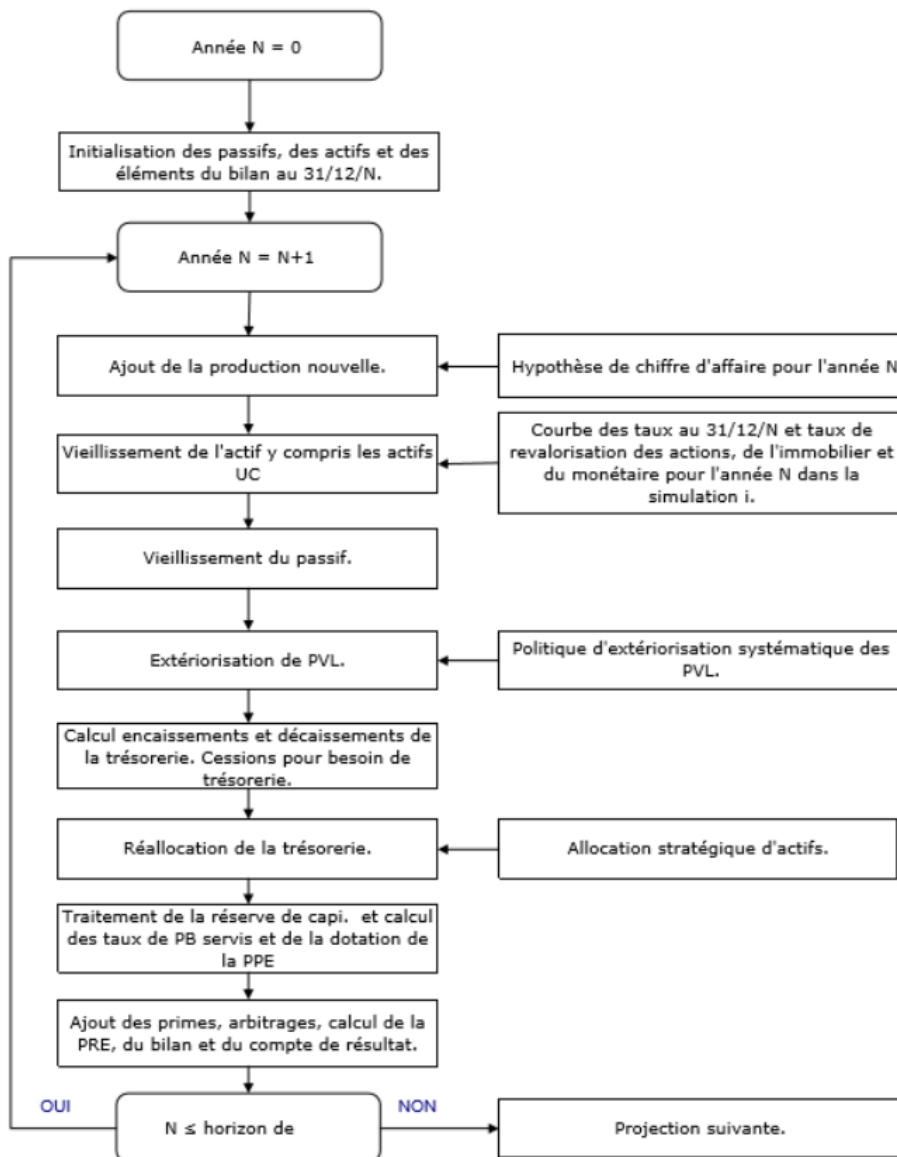


FIGURE 3.9 – étapes ALM du support euro/UC (Source :interne)

## Chapitre 4

# L'évolution du contexte économique au sein de compagnies fictives

### 4.1 Construction des portefeuilles

Afin de construire les portefeuilles des différentes compagnies, les données de Good-ValueForMoney ont servi de référence et des analyses faites sur les contrats en épargne et la composition des bilans des différents assureurs présents sur le marché ont permis de compléter cette construction. [GVFM, 2023]

L'étude a été menée sur deux compagnies d'assurance. Une première appelée par la suite *compagnie moyenne* qui se base sur la moyenne des données du marché. Ce premier portefeuille est construit avec des données à la date du 31 décembre 2021 et a ensuite été vieilli jusqu'au 31 décembre 2022 afin d'illustrer les effets de l'inflation et de la hausse des taux sur l'évolution du ratio de couverture des assureurs. La deuxième compagnie a quant à elle été construite au 31 décembre 2022. Les hypothèses prises sont volontairement en dessous de la moyenne du marché. Cette compagnie sera nommée par la suite *compagnie sensible*. Ceci va permettre d'avoir deux visions assez distinctes de la façon dont les compagnies d'assurance peuvent faire face aux impacts de la hausse des taux sur leur ratio de couverture selon leur situation initiale.

#### Compagnie moyenne

*Actif*

Courbe des taux

La courbe des taux utilisée dans les calculs est la courbe des taux avec VA (Volatility Adjustment). La volatility adjustment au 31 décembre 2021 est de 0,03% pour toutes les maturités. *"La correction pour volatilité est une mesure visant à assurer le traitement approprié des produits d'assurance avec des garanties à long terme dans le cadre de Sol-*

vabilité II. Les (ré)assureurs sont autorisés à ajuster le taux sans risque pour atténuer l'effet de la volatilité à court terme des spreads obligataires sur leur solvabilité. De cette manière, l'ajustement pour volatilité empêche un comportement d'investissement procyclique des (ré)assureurs." (Source : EIOPA). En assurance vie, le cadre de temps des contrats est assez long, d'où son utilité. Cela peut notamment permettre d'améliorer son ratio de solvabilité (car le BE est plus petit et l'assureur détient donc plus de fonds propres S2). Des conditions soumises par l'ACPR doivent néanmoins être respectées afin de pouvoir utiliser la *volatility adjustment* ou autrement dit *la correction pour volatilité*. Par exemple, dans le cadre de l'ORSA, les exigences en capital doivent être vérifiées avec et sans correction pour volatilité. Cependant pour des calculs piliers 1, si le capital de solvabilité requis n'est pas respecté sans VA alors qu'il l'est avec VA, alors les assureurs doivent justifier certaines mesures qui pourraient permettre de retrouver un niveau de fonds propres suffisant ou de diminuer le profil de risque.

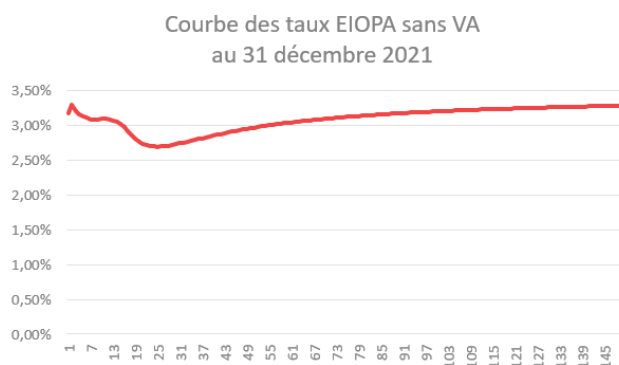


FIGURE 4.1 – Courbe des taux sans VA au 31 décembre 2021

Allocation d'actifs :

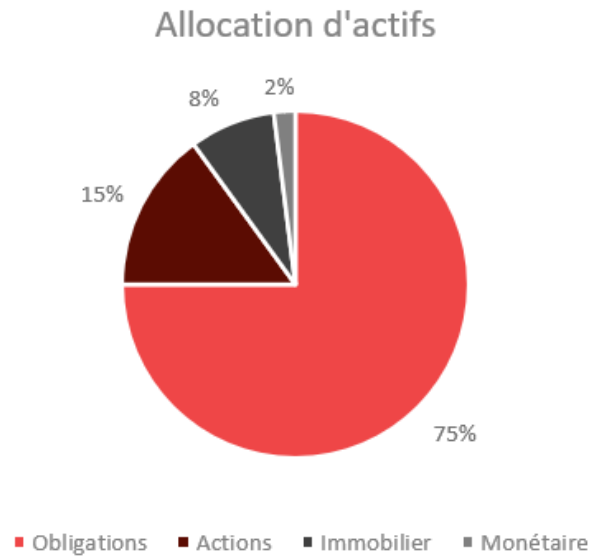


FIGURE 4.2 – Allocation d'actifs

Le portefeuille est composé majoritairement d'obligations. En assurance vie, les fonds en euro ont une garantie permanente en capital, d'où l'intérêt d'avoir dans son portefeuille des actifs pas très risqués tels que les obligations. Les obligations prises en compte ici sont des obligations à taux fixes avec des maturités allant de 1 an à 30 ans. 50% du portefeuille obligataire est composé d'obligations *souveraines*, l'autre moitié est composée d'obligations dites *corporate*. Les différences majeures prises en compte entre ces deux types d'obligations sont les taux nominaux et le rating. En effet, les obligations souveraines sont considérées moins risquées que des obligations corporate.

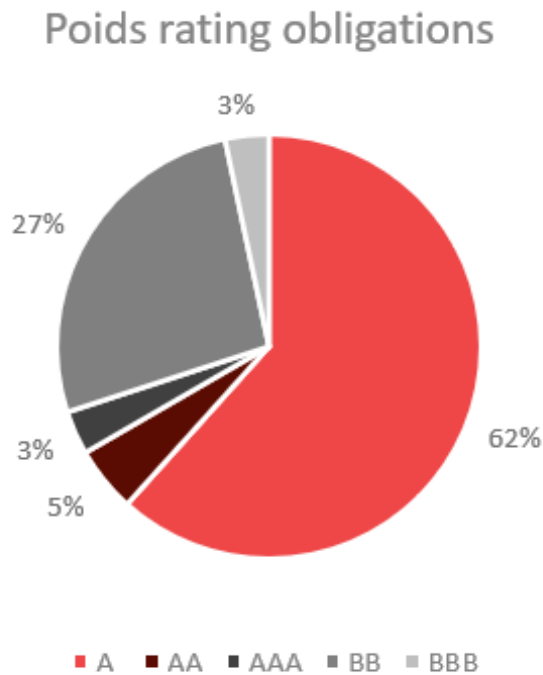


FIGURE 4.3 – Poids rating obligations



Les actions constituent le deuxième actif le plus présent dans le portefeuille. Ce type d'actif est plus risqué qu'une obligation mais permet d'espérer de meilleurs rendements en vision monde réel. L'indice pris pour suivre l'évolution des actions est celui du CAC 40. Des plus values latentes de 30% sont considérées initialement. Cela permet d'avoir la VM initiale à partir de la valeur d'achat.

$$VM = VA(1 + \text{plus values latentes}) \quad (4.1)$$

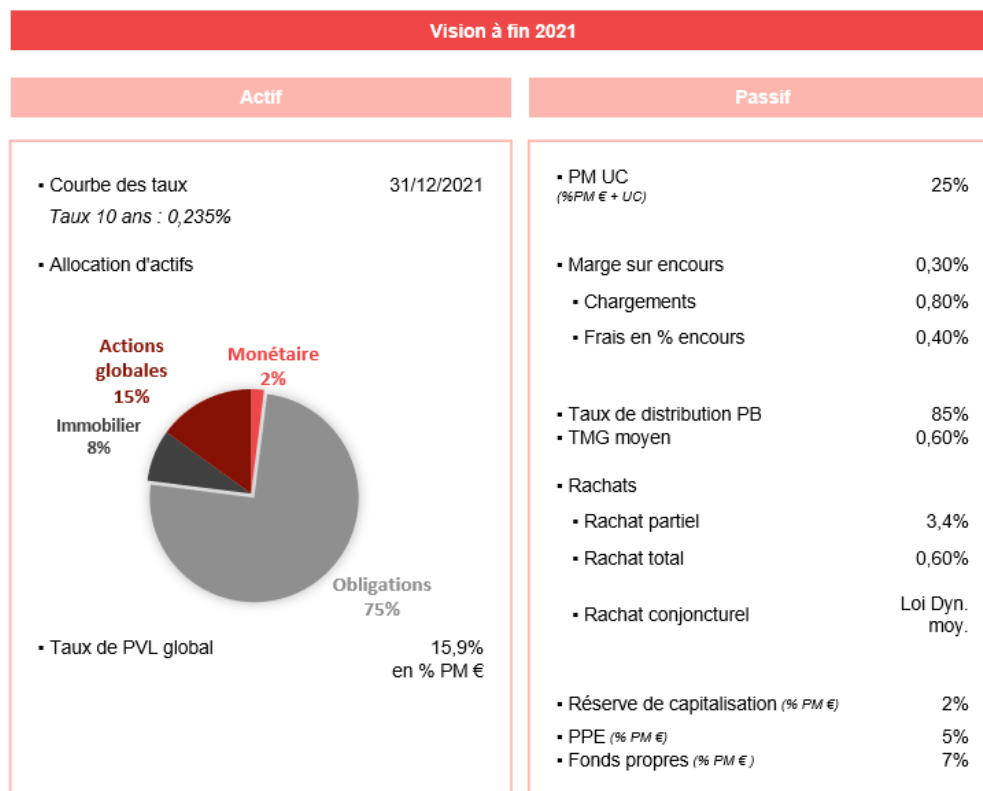


FIGURE 4.4 – Composition du bilan

*Passif*

Au niveau du passif, 12 model points qui se répartissent de la façon suivante :

MP	Age	Ancienneté	TMG	PM €	PM UC	Part de l'encours total
1	68	1	0,00%	20 000 000	0	15,0%
2	68	4	0,00%	63 000 000	0	47,4%
3	70	4	0,25%	15 000 000	0	11,3%
4	75	6	0,75%	1 000 000	0	0,8%
5	85	15	1,00%	500 000	0	0,4%
6	90	15	1,50%	500 000	0	0,4%
7	68	1	0,00%	0	6 600 000	5,0%
8	68	4	0,00%	0	20 790 001	15,6%
9	70	4	0,00%	0	4 950 000	3,7%
10	75	6	0,00%	0	330 000	0,2%
11	85	15	0,00%	0	165 000	0,1%
12	90	15	0,00%	0	165 000	0,1%

FIGURE 4.5 – Répartition des model points

La Provision mathématique totale est de 133 millions d'€ dont 25% sont investis en Unités de compte et 75% dans les contrats en euro. Le TMG moyen, pondéré aux PM euro, est quant à lui quasi nul avec une valeur de 0,06%.  
60% de l'encours en UC est investi en OPCVM obligataires et 40% en actions.

Il existe deux types de rachats :

- **Les rachats structurels** : Ces rachats sont liés à certaines caractéristiques des assurés, de leur besoin en liquidité... Dans les model points, ces rachats sont exprimés en fonction de l'ancienneté dans le contrat. Ces rachats peuvent être partiels (une partie du contrat est racheté) ou totaux (l'assuré rachète la totalité de son contrat). Dans notre portefeuille les rachats structurels sont modélisés par une constante indépendante de l'ancienneté : 3.4% pour les rachats partiels et 0.6% pour les rachats totaux.
- **Les rachats conjoncturels** : Ces rachats dépendent de la conjoncture économique. Ils sont fonction de la différence entre le taux servi et un taux de référence du marché. Le taux pris pour référence dans l'étude est le taux moyen des emprunts d'état (TME) 3 ans. Les QIS 5 préconisent 3 courbes de rachats conjoncturels. Les lois conjoncturelles doivent se trouver entre les courbes inf et sup. La loi prise en compte dans le portefeuille de la *compagnie moyenne* est la loi conjoncturelle moyenne. Ces fonctions sont en escalier. Lorsque le taux servi est trop inférieur au taux du marché, l'assuré aura tendance à racheter son contrat pour investir son argent sur le marché. Le comportement inverse se produit lorsque le taux servi est bien supérieur au taux du marché. En période de hausse des taux, le comportement redouté est celui du rachat des contrats par les assurés.

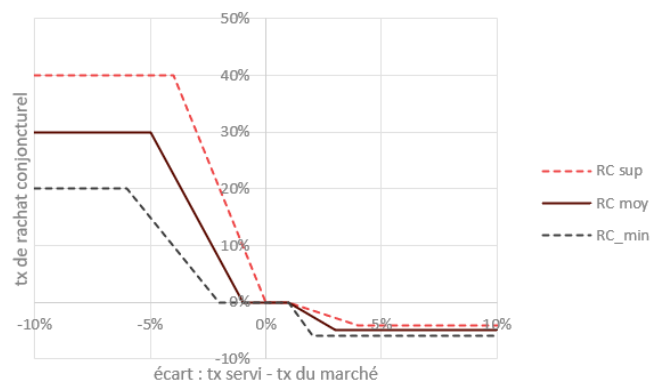


FIGURE 4.6 – Rachats conjoncturels

**Table de mortalité :** La table de mortalité utilisée est la TH002

**Taux servi :** La politique de taux cible est la suivante :

$$\text{taux servi}_N = \min(\text{taux servi}_{N-1} + 20 \text{ bp}; \text{taux 10 ans}) \quad (4.2)$$

Sur Good Value For Money, il est mentionné que la plupart des assureurs ont augmenté les taux servis de 2021 à 2022. Certains les ont laissés stagner mais seulement 2 compagnies les ont baissés. La moyenne des taux servis est d'environ 1.90 %. Le taux servi au 31 décembre 2021 est donc pris à 2% (Analyse et Synthèse numéro 149 de l'ACPR).



FIGURE 4.7 – Evolution du TEC 10

**PPB** : La Provision pour participation aux bénéfices va servir à lisser les résultats. Les années où la production financière ne permet pas de servir le taux de participation aux bénéfices souhaité, les sommes sont récupérées dans cette provision. Elle est fixée à 5% de l'encours en euro.

**RC** : En fin 2021 la moyenne des réserves de capitalisation des compagnies d'assurance est de 2.69%. Ici, la réserve de capitalisation est prise à 2% des encours en euro. Cette réserve de capitalisation est dotée lorsque sont réalisées des plus values obligataires. Lorsque des moins values obligataires sont réalisées, la réserve de capitalisation est reprise des moins values en question.

### Projection jusqu'à décembre 2022

La compagnie a ensuite été projetée jusqu'à décembre 2022 en vision monde réel déterministe. L'évolution du ratio de couverture a été observée.

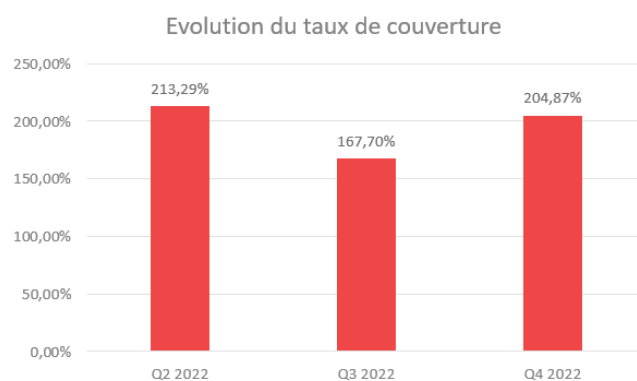


FIGURE 4.8 – Evolution du taux de couverture durant l'année 2022

Le taux de couverture de l'assureur a chuté drastiquement entre le deuxième trimestre de l'année 2022 et le troisième trimestre de l'année 2022. L'assureur a perdu près de 46 points sur son ratio de solvabilité. Une remontée du taux de couverture au dernier trimestre de l'année 2022 est tout de même observée en lien avec la hausse de taux.

Le taux de couverture de la fin d'année 2022 et la situation de l'assureur à cette date là va servir de référence et de point de départ pour projeter le SCR et réaliser des calculs ORSA (pilier 2).

### Compagnie sensible

*Actif*

Au niveau de l'actif, les hypothèses suivantes ont été modifiées par rapport au portefeuille de la compagnie moyenne :

- Taux de plus value action en poche : 25% alors que cela représentait 35% pour la compagnie moyenne
- Taux nominaux (taux de coupon) : -0.5% sur les taux de coupons obligataires par rapport à la compagnie moyenne.

*Passif*

La PPE, auparavant qui représentait 5% de la PM en euro a été diminuée à 4% de la PM en euro.

	Compagnie moyenne	Compagnie en danger	Variation
Taux de couverture (yc PPE)	203%	169%	-34%
Moins values obligataires	-7,30%	-10%	-2,70%
Taux nominaux	2,25% à 4,25%	1,75% à 3,75%	-0,50%
PPE (%PME)	5%	4%	-1%
PVL en % poche action	30%	25%	-5%

FIGURE 4.9 – Différences entre les deux compagnies

## 4.2 Impacts de la hausse des taux

Afin d'analyser les impacts de la hausse des taux avec l'évolution du contexte économique, les deux compagnies d'assurance vie sont projetées sur 5 ans en SCR projeté dans le cadre de calcul pilier 2 ORSA. L'évolution du taux de couverture sera suivie suite à cette hausse des taux. Le taux de couverture est défini comme le rapport entre les fonds propres éligibles et le SCR (Solvency Capital Requirement). La Net Asset Value intègre une partie de la PPE conformément à un arrêté ministériel apparu au Journal Officiel du 28 décembre 2019. De façon exceptionnelle, il est possible d'intégrer 70% de la PPE en fonds propres. C'est le choix qui a été pris dans cette étude afin de simplifier les calculs.

Le taux de couverture est donc défini ainsi :

$$\text{taux de couverture} = \frac{NAV + 70\%PPE}{SCR} \quad (4.3)$$

Le SCR est projeté sur 5 ans à partir de décembre 2022 pour les deux compagnies d'assurance. Trois jeux de scénarios sont considérés :

- Dans le premier jeu de scénario, la courbe des taux au 31 décembre 2022 est utilisée.

- Dans le deuxième jeu de scénario, un choc de +1% est appliqué à partir de l'année 1 de projection. Ainsi, la courbe des taux au 31 décembre 2022 est utilisée à l'année 0, puis un choc de +1% est appliqué à partir de l'année 1 de projection.
- Dans le troisième jeu de scénario, un choc de +2% est appliqué à partir de l'année 1 de projection. Ainsi, la courbe des taux au 31 décembre 2022 est utilisée à l'année 0, puis un choc de +2% est appliqué à partir de l'année 1 de projection.

Dans la suite, afin de faciliter la lecture, la courbe des taux au 31 décembre 2022 sera appelée "courbe des taux à 3%", la courbe des taux avec le choc +1% sera appelée "courbe des taux à 4%" et la courbe des taux avec le choc à +2% sera appelée "courbe des taux à 5%".

Les autres hypothèses économiques prises en compte sont les suivantes et sont les mêmes pour les deux compagnies d'assurance et les trois jeux de scénarios :

### Evolution du monétaire

Le monétaire évolue au taux 1 an de la courbe des taux Eiopa dans le jeu de scénario à 3%. Pour le jeu de scénario à 4% et à 5% , l'évolution du monétaire se fait respectivement à 4.18% et 5.18%.

Monétaire	1	2	3	4	5
1	3,18%	3,18%	3,18%	3,18%	3,18%
2	4,18%	4,18%	4,18%	4,18%	4,18%
3	5,18%	5,18%	5,18%	5,18%	5,18%

FIGURE 4.10 – Evolution du monétaire

### Actions

Les actions globales et actions autres prennent tous les ans 6% quelque soit le jeu de scénario

### Immobilier

L'immobilier évolue à 5% tous les ans dans les 3 jeux de scénario

### Inflation

L'inflation est fixée à 0.90% tous les ans.

### Courbes des taux

Les courbes des taux Eiopa utilisées sont les courbes aux 31 décembre 2022 et et les courbes de taux à 4% et à 5%.

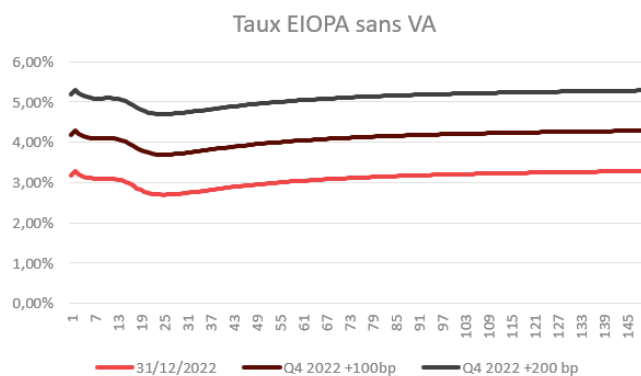


FIGURE 4.11 – Courbes des taux choquées



## Collecte

Tous les ans, une collecte dans les fonds en euro est réalisée, celle ci représente chaque année 3% de l'encours initial en euro, soit 3M €. Une collecte dans les fonds en UC est également réalisée. Elle représente 3% des encours en UC de la première année, soit 0,99M€.

## Compagnie moyenne

Pour la première compagnie d'assurance, appelée *compagnie moyenne*, les résultats de la projection du taux de couverture sur 5 ans sont les suivants :

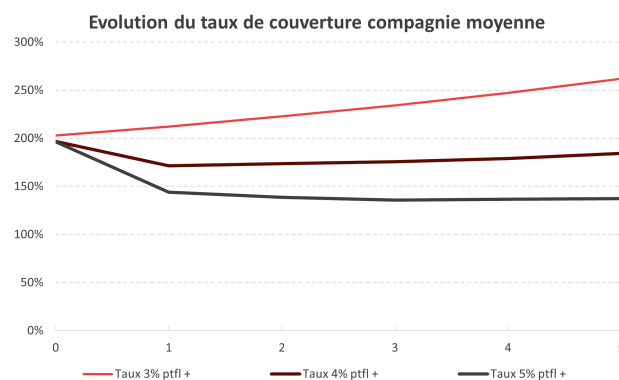


FIGURE 4.12 – Evolution du taux de couverture de la compagnie moyenne

- Dans le jeu à 3%, le taux de couverture est en constante progression.
- Dans le jeu à 4%, le taux de couverture chute la première année lorsque le choc est appliqué puis remonte progressivement jusqu'à revenir au même niveau qu'il était l'année 0 la dernière année.
- Dans le jeu à 5%, le taux de couverture chute brutalement la première année où l'on applique le choc, il remonte ensuite progressivement, mais sans atteindre le niveau qu'il avait en année 0 lorsque les taux étaient à 3%.

Globalement, lorsque les taux ne sont pas choqués, le taux de couverture croît de façon quasiment affine. Dès lors que les taux sont choqués, le taux de couverture subit une baisse la première année de projection lorsque le choc est appliqué.

Lorsque le choc est de +1%, le taux de couverture remonte dès la deuxième année de projection, mais il est difficile de retrouver le taux de couverture initial.

Afin d'interpréter ces résultats, l'intérêt se portera sur l'impact des différents éléments qui interviennent dans le calcul du taux de couverture. Cette analyse se fera sur la première et dernière année de projection, lorsque les taux sont choqués de +1% :

### La première année de projection

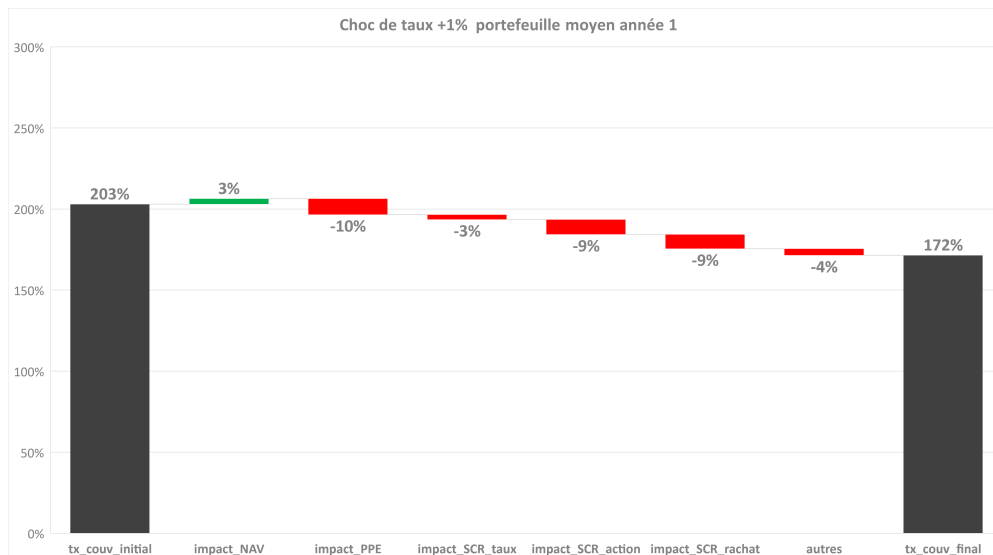


FIGURE 4.13 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

203% correspond au taux de couverture initial. 172% correspond au taux de couverture obtenu la première année de projection pour le choc de taux +1%.

Entre la situation initiale et l'application du choc, différents éléments interviennent dans l'évolution du taux de couverture.

Afin de quantifier l'impact d'un facteur sur l'évolution du taux de couverture, on part du calcul du taux de couverture initial en prenant tous les facteurs qui traduisent la situation initiale, et on modifie progressivement ces facteurs en y intégrant leur valeur après le choc. Par exemple, afin de quantifier l'impact de la NAV sur le calcul du taux de couverture, on garde les éléments qui nous ont permis de calculer le taux de couverture initial, à savoir le SCR et la PPE et on modifie uniquement la NAV en prenant la NAV obtenue après le choc.

La figure 4.16 montre que seule la NAV a un impact positif sur l'évolution du taux de couverture. Le SCR et la PPE viennent diminuer le taux de couverture et compensent largement l'impact positif de la NAV.

### **La NAV**

La Net Asset Value est la seule composante du taux de couverture qui permet d'atténuer le choc de la hausse des taux la première année de projection. Cependant, cette

atténuation reste marginale puisqu'elle permet de compenser seulement 3 points de couverture. Pour rappel, la NAV est définie comme la différence entre la valeur de marché à l'actif et le BE (auquel est ajoutée la marge de risque). Il est donc intéressant de voir comment évoluent ces composantes afin de pouvoir interpréter l'évolution de la Net Asset Value.

	Centrale 3%	choc +100 bp	Variations
VM	149 534 607	143 600 018	-3,97%
BE	135 724 641	128 205 454	-5,54%
BE+RM	137 228 551	130 046 415	-5,23%
NAV	12 306 056	13 553 603	10,14%
résultats	-	983 234	
NAV (hors rés)	12 306 056	12 570 368	2,1%

FIGURE 4.14 – Évolution des composantes de la NAV

Avec la hausse des taux, la VM diminue suite à l'effet d'actualisation sur les VM obligataires. Mais cette Valeur de marché des actifs diminue moins vite que celle des engagements de l'assureur, à savoir du *Best Estimate*. Ceci engendre une augmentation de NAV de 10% entre la situation initiale et la situation choquée de +1%.

Afin d'avoir une autre analyse de l'évolution et de l'impact de la NAV sur l'évolution du taux de couverture, une autre formule permettant d'avoir la NAV peut être exploitée :

$$NAV = FPS1 + QP_{FP}PMVL + PVFP - RM + \delta \quad (4.4)$$

- FPS1, les fonds propres S1.
- QP\_FP, la quote part des fonds propres dans le total bilan.
- PMVL Plus ou moins values latentes.
- PVFP qui représente la valeur actuelle des profits futurs.
- RM la marge de risque
- $\delta$  qui représente un résidu non capté par cette formule du par exemple aux écarts de convergence.

Ici et dans la suite, les Fonds propres S1 sont constants d'une année à l'autre. En effet, on considère que les résultats sont distribués d'une année à l'autre. Les fonds propres S1 sont ici composés du capital et de la réserve de capitalisation. La quote-part des fonds propres n'est pas très volatile, et oscille autour de 6%.

La valeur actuelle des profits futurs est défini par la formule suivante :

$$PVFP = Duration * PM * (chargements + frais) \quad (4.5)$$

Les chargements et les frais sont exprimés en pourcentage de la somme des valeurs actualisées des PM futurs. Dans les chargements sont comptés les chargements sur en-

cours et la marge financière. Les chargements sur primes sont nuls. Faute de restitution suffisamment détaillée, le taux de chargements a été déterminé par déduction.

	An_0 tx 3%	An_1 tx 4%	Impact NAV
Chargements	0,67%	0,79%	
Frais	-0,32%	-0,33%	
PM	138 000 000	134 153 556	
Duration	9,87	8,94	
PVFP reconstituée	4 654 786	5 480 398	6,71%
FPS1 après distribution des dividendes	9 000 000	9 000 000	0,00%
QFPF_PMVL	155 180	-69 069	-1,82%
-RM	-1 503 910	-1 840 961	-2,74%
<b>NAV</b>	<b>12 306 056</b>	<b>12 570 368</b>	<b>2,15%</b>

FIGURE 4.15 – Évolution des composantes de la NAV

L'augmentation de la NAV de 2.1% est expliquée :

- par une baisse des PMVL initiales imputables aux FP (impact de -1,8% sur la NAV)
- une hausse de la risk margin (+2,7%), portée par une hausse du SCR de souscription.
- par la hausse de la PVFP (+6,7%), pénalisée par la baisse des encours (-1,1%), et la hausse des rachats conjoncturels (-3,5%), mais bénéficiant sur le long terme de l'augmentation des marges que l'assureur peut prélever dans le respect de la PB minimum (impact +11,2% sur la NAV)

### La PPE

L'impact PPE est très représentatif de l'évolution du taux de couverture puisque celui-ci explique 10 points d'évolution. Ceci s'explique par une consommation de la PPE lorsque les taux augmentent. Ceci est illustré par le graphique suivant :

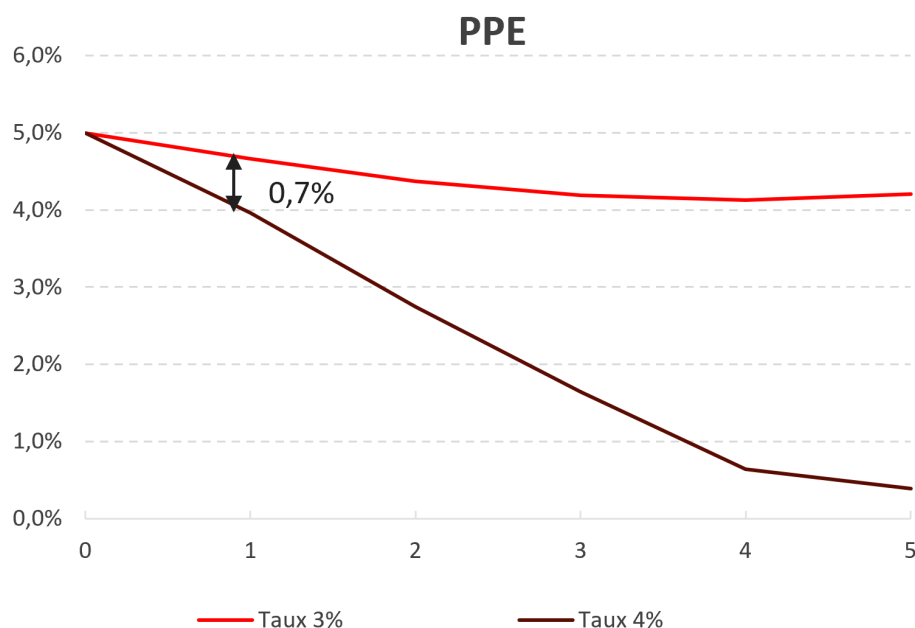


FIGURE 4.16 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

L'évolution de la PPE (exprimée en pourcentage de la PM euro) diffère dans deux scénarios monde réel. Le premier où les taux sont ceux au 3 décembre 2022, ici appelé *taux 3%* et un deuxième scénario où ces mêmes taux sont choqués de +1% la première année de projection.

La première année de projection, lorsque le choc de taux est appliqué, la PPE est plus consommée. Ceci est dû à la politique de taux cible implémentée. En effet, la politique de taux cible est la suivante :

$$Taux_{cible} = TEC_{10} - 0,5\% \quad (4.6)$$

Le TEC 10 étant ici le taux de rendement d'une obligation de maturité 10 ans, et ici considéré comme le taux 10 ans. Ainsi, lorsque les taux augmentent, les taux servis évoluent dans le même sens. En augmentant les taux servis, cela permet de limiter une vague de rachat due à des rachats conjoncturels. Dans la modélisation, les rachats dynamiques se déclenchent lorsque l'écart entre le taux servi et les taux du marché (dans la modélisation, le Taux moyen d'emprunt d'état à horizon 1 an a été pris comme référence des taux du marché) est supérieur à 2%. Ce qui n'arrive pas dans la politique de taux cible. Cependant cela mène à reprendre plus de PPE afin de pouvoir servir le taux cible. D'où l'impact négatif de la PPE sur l'évolution du taux de couverture.

### Le SCR

Concernant le SCR, le choix a été fait de représenter uniquement les composantes les plus représentatives. Les modules de risques concernés sont le SCR de souscription et le SCR marché. Les composantes les plus représentatives de ces modules de risques ont été choisies. Ainsi pour le module marché, il est possible de visualiser l'impact du sous module *taux* et du sous module *action* et pour le module souscription il est possible de visualiser l'impact du sous module de risque *rachat*. Dans "*autres*", sont intégrés tous les autres sous modules des SCR souscription et SCR marché.

Au sein du SCR marché, le sous module de risque *action* est celui qui a le plus grand impact, il explique 9% de la diminution du taux de couverture contre 3% pour le sous module de risque *taux*. Pourtant lorsque les taux augmentent, la variation du SCR taux est plus importante que la variation du SCR action. En effet, le SCR taux passe de 0.48 M€ à 1.33 M€ et le SCR action passe de 4.19 M€ à 4.58 M€. Cependant, dans notre situation, c'est le choc de taux à la hausse qui représente la plus grande perte en fonds propres et qui a donc permis d'obtenir les valeurs de SCR précédents. Ainsi, afin d'avoir la valeur du SCR marché, c'est la matrice de corrélation up qui sera utilisée. Et au sein de cette matrice le risque de taux est beaucoup moins corrélés avec les autres sous modules de risque que ne l'est le risque action avec les autres sous module de risque. Ainsi l'évolution du risque action contribue plus à l'évolution du SCR marché et donc à l'évolution du taux de couverture.

	Avant choc	Après choc	Variations
Risque de taux	420 241	1 332 951	217,2%
Risque action	4 159 433	4 581 526	10,1%
SCR marché	6 582 645	7 325 443	11,3%

FIGURE 4.17 – SCR marché année 1

### La cinquième année de projection

Après avoir étudié l'impact des différents facteurs la première année de projection, il est intéressant de voir ce qu'il se passe en dernière année de projection. Pour se faire sont comparés les taux de couverture la dernière année de projection lorsque les taux considérés sont ceux au 31/12/2022 à la situation où un choc de +1% est appliqué la première année et maintenant sur 5 ans.

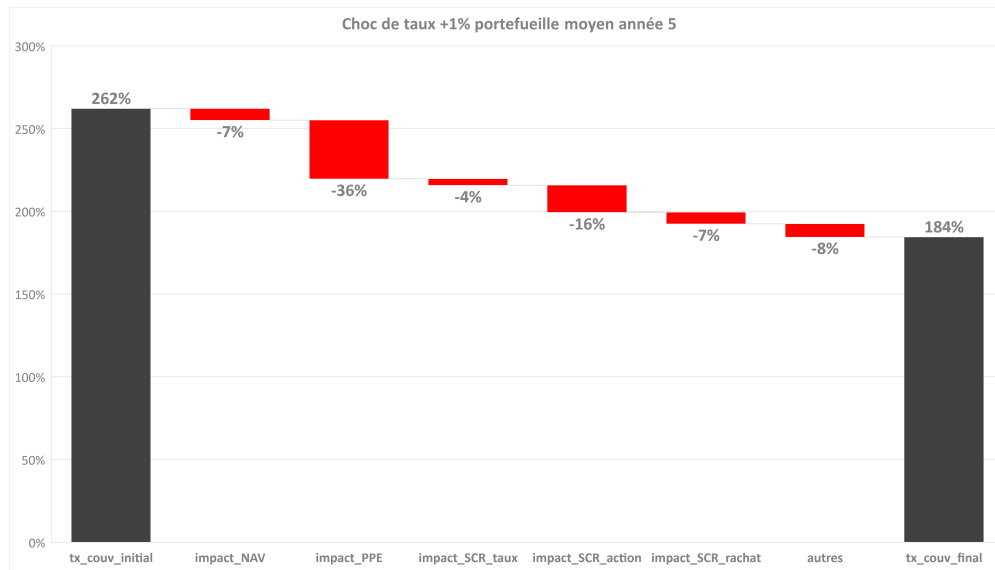


FIGURE 4.18 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

Ici l'impact le plus important est celui de la PPE. Celle-ci contribue à la perte de 36 points sur le taux de couverture. Le SCR marché contribue également à une baisse importante du ratio de couverture entre les deux situations. Contrairement à la première année de projection, la NAV ici ne contribue plus à une hausse du taux de couverture.

### La NAV

	Centrale 3%	choc +100 bp	Variations
VM	146 729 192	142 471 107	-2,90%
BE	129 224 080	125 054 572	-3,23%
BE+RM	130 529 921	126 521 140	-3,07%
NAV	16 199 270	15 949 967	-1,54%
résultats	1 023 118	1 251 512	22,32%
NAV(hors rés)	15 176 152	14 698 455	-3,15%

FIGURE 4.19 – Evolution des composantes de la NAV

Alors que la NAV, après distribution des résultats, a diminué de 3.15%, celle-ci a engendré une diminution du taux de couverture de 7%. La valeur de marché diminue en partie à cause de l'effet d'actualisation. Il en va de même pour le Best Estimate. Mais contrairement à la première année de projection, le BE ajoutée de la *Risk Margin*) diminue ici avec quasiment les mêmes proportions que la valeur de marché. Le fait de retrancher les résultats de la NAV joue un rôle important. Ils sont considérés comme distribués à 100%.

Afin de mieux interpréter ces résultats, l'approximation de la NAV par l'équation (4.4) est exploitée :

	An_5 tx 3%	An_5 tx 4%	Impact NAV
Chargements	0,83%	0,90%	
Frais	-0,32%	-0,33%	
PM	138 000 000	134 153 556	
Duration	9,87	8,94	
PVFP reconstituée	6 825 735	6 784 839	-0,27%
FPS1 après distribution des dividendes	9 000 000	9 000 000	0,00%
QFPF_PMVL	656 258	380 185	-1,82%
-RM	-1 305 841	-1 466 568	-1,06%
NAV	15 176 152	14 698 455	-3,15%

FIGURE 4.20 – Évolution des composantes de la NAV

Contrairement à la situation où était comparée la première année de projection où était appliquée le choc de taux, la cinquième année de projection représente une diminution de la NAV entre la situation de taux à 3%.



La diminution de la NAV de 3.15% est expliquée :

- par une baisse des PMVL initiales imputables aux FP impactant la NAV de -**1.82%**.
- une hausse de la *risk margin* (impact de **-1.06%** sur la NAV), portée par une hausse du SCR de souscription.
- par une baisse marginale de la PVFP (impact de **-0.27%** sur la NAV). La première année de projection, la PVFP reconstituée permettait de largement compenser l'impact négatif des évolutions des PMVL et de la RM sur la NAV. Alors que la première année de projection, les marges que l'assureur pouvait prélever avait un impact de 11,2% sur la NAV, la dernière année de projection cet impact a diminué de plus de moitié atteignant 5.1%. Ceci vient pénaliser la PVFP la cinquième année de projection par rapport à la première année de projection.

### La PPE

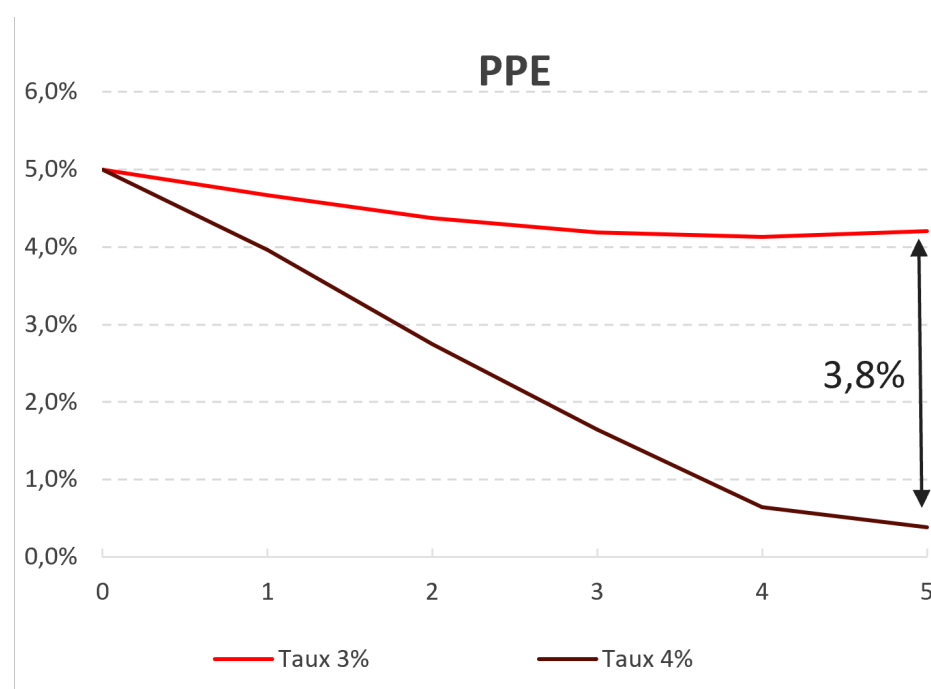


FIGURE 4.21 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

La cinquième année de projection, la provision pour participation aux excédents est la composante qui contribue le plus à la diminution du taux de couverture. Elle explique 36 points de baisse du taux de couverture avec la situation non choquée. En effet, pendant les cinq années de projection, l'assureur s'est servi continuellement de la PPE comme

levier afin de servir son taux. Ainsi, la cinquième année de projection, il ne dispose quasiment plus de PPE, et cela contribue fortement à la diminution du taux de couverture.

### Le SCR

Au sein du SCR marché, Le SCR action reste la composante du SCR qui contribue le plus à la diminution du taux de couverture. La contribution du SCR taux reste quant à elle toujours aussi marginale. Ceci est dû aux mêmes raisons évoquées dans l'analyse de la première année de projection. En effet, pour le risque de taux, le scénario qui engendre la perte en fonds propres la plus élevée est le scénario de hausse des taux. Ainsi, la matrice de corrélation prise en compte dans le calcul du SCR marché est la matrice *up*. Cette matrice présente peu de corrélations entre le risque de taux et les autres risques. Le risque de taux contribue donc moins à l'évolution du SCR marché et donc du taux de couverture.

	Avant choc	Après choc	Variations
Risque de taux	504 470	1 379 462	173,4%
Risque action	3 434 447	4 053 976	18,0%
SCR marché	5 612 784	6 694 009	19,3%

FIGURE 4.22 – SCR marché année 5

### La compagnie sensible

Les mêmes analyses ont été réalisées sur la compagnie sensible afin d'étudier l'impact de la hausse des taux sur le taux de couverture.

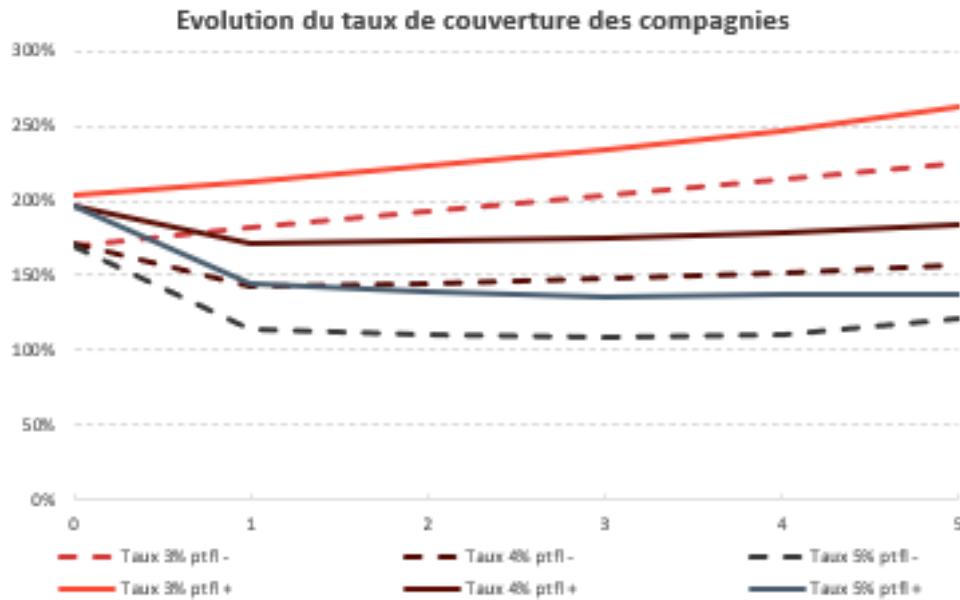


FIGURE 4.23 – Evolution du taux de couverture des deux compagnies

En pointillées est représentée l'évolution du taux de couverture de la compagnie sensible. Sur les cinq années de projection, la tendance est la même que pour la compagnie moyenne. Lorsque le choc de taux est appliqué la première année, le taux de couverture se dégrade. Suivant le choc, ce taux de couverture remonte plus ou moins légèrement durant la période de projection. La situation initiale n'étant pas la même en terme de richesses, les taux de couvertures sont plus faible pour la compagnie dites *sensible*.

Dans ce qui suit seront étudiés l'impact des différents facteurs sur le taux de couverture. Dans un premier temps la première année de projection où choc de taux de +1% est appliqué :

### La première année de projection

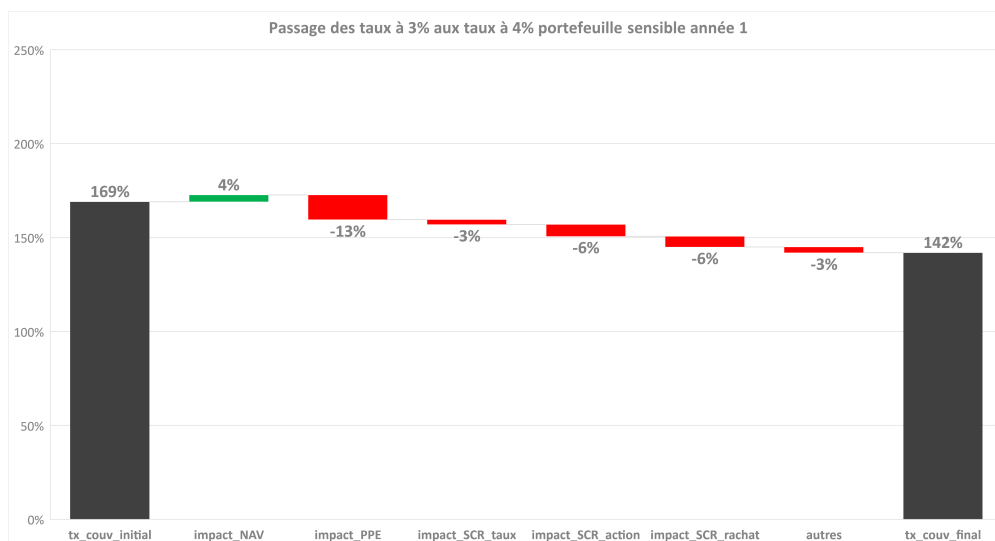


FIGURE 4.24 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

En comparaison à la compagnie moyenne, les taux de couverture initiaux et finaux sont plus faibles. Cependant, les différents facteurs jouent les mêmes rôles dans l'évolution du taux de couverture entre la situation initiale et la situation où le choc de taux de + 1% est appliqué. A savoir que le seul facteur qui contribue à l'augmentation du taux de couverture est la NAV. Celui-ci n'est pas assez conséquent pour compenser l'impact des autres facteurs.

### La NAV

	Centrale 3%	choc +100 bp	Variations
VM	145 378 500	139 829 180	-3,82%
BE	132 928 511	125 963 917	-5,24%
BE+RM	134 392 384	127 686 248	-4,99%
NAV	10 986 116	12 142 932	10,53%
résultats	-	864 309	
NAV (hors rés)	10 986 116	11 278 624	2,7%

FIGURE 4.25 – Impacte des différentes composantes de la NAV

Du fait de l'effet d'actualisation, le Best Estimate et la valeur de marché diminuent lorsque le choc de taux de +1% est appliqué. Cependant, la diminution de la valeur de marché est plus importante que celle de la somme du BE et de la marge de risque. Ce

qui entraîne une augmentation de la NAV de 2.7% et contribue à augmenter le taux de couverture de 4 points. Afin de mieux illustrer cette augmentation de NAV, la formule 4.4 est exploitée :

	An_0 tx 3%	An_1 tx 4%	Impact NAV
Chargements	0,61%	0,72%	
Frais	-0,33%	-0,34%	
PM	137 000 000	132 716 833	
Duration	9,27	8,39	
PVFP reconstituée	3 488 300	4 210 041	6,57%
FPS1 après distribution des dividendes	9 000 000	9 000 000	0,00%
QFPF_PMVL	-38 312	-209 086	-1,55%
-RM	-1 463 873	-1 722 331	-2,35%
<b>NAV</b>	<b>10 986 116</b>	<b>11 278 624</b>	<b>2,66%</b>

FIGURE 4.26 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

L'augmentation de la NAV de 2.66% est expliquée :

- par une baisse des PMVL initiales imputables aux FP (impacte de **-1,55%** sur la NAV)
- une hausse de la risk margin (impacte de **-2,35%** sur la NAV), portée par une hausse du SCR de souscription.
- par la hausse de la PVFP (impacte de **+6,57%** sur la NAV), pénalisée par la baisse des encours (impact de -1,0% sur la NAV), et la hausse des rachats conjoncturels (impacte de -2,9% sur la NAV), mais bénéficiant sur le long terme de l'augmentation des marges que l'assureur peut prélever dans le respect de la PB minimum (impacte +10,5% sur la NAV)

### La PPE

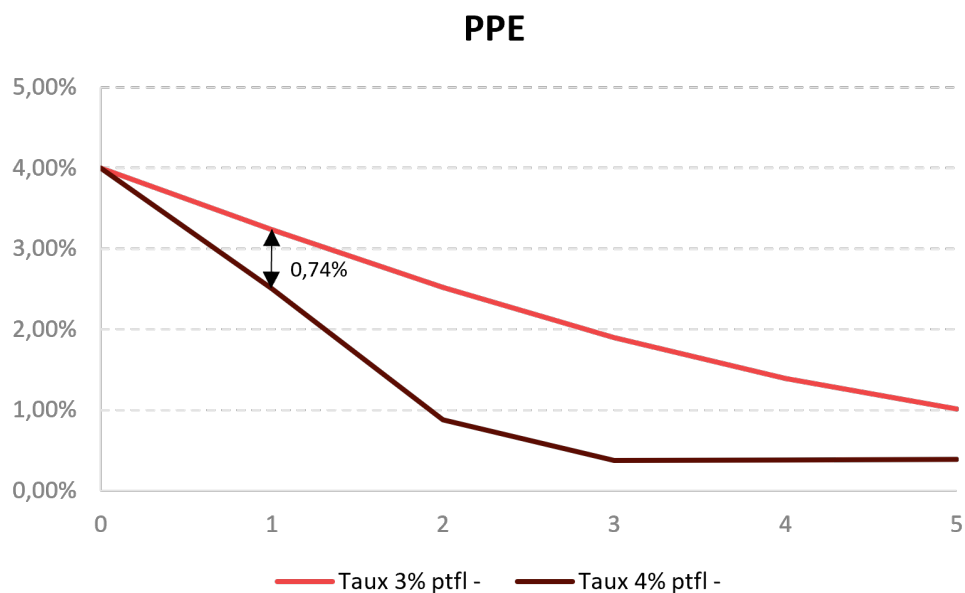


FIGURE 4.27 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

La PPE contribue à la perte de 13 points sur le taux de couverture la première année de projection. Sur le graphique, il est possible de lire que dans les deux situations, avec ou sans choc de taux, la PPE diminue suivant les années de projection. Même lorsque les taux ne sont pas choqués, la compagnie puise dans la PPE afin de pouvoir servir le taux cible car ses autres richesses ne lui suffisent pas.

La première année de projection, il y a un écart de 74 bp sur la PPE entre la situation centrale et la situation choquée. Ceci entraîne l'impacte négatif de la PPE sur l'évolution du taux de couverture. Cependant, on note que la PPE contribue moins à la baisse du taux de couverture qu'elle ne le faisait pour la compagnie moyenne. Ceci est dû au fait que pour la compagnie moyenne, dans la situation de taux à 3%, on ne puisait pas autant dans la PPE. La reprise assez conséquente sur la PPE était réalisée uniquement lorsque les taux étaient choqués de +1%. Ici cette reprise est réalisée dans les deux situations, ce qui crée un écart plus faible de PPE entre la situation centrale et la situation choquée. L'impact de la PPE sur l'évolution du taux de couverture est donc moins conséquent.

### Le SCR

Concernant le SCR, le constat est le même. Avec l'augmentation des taux, le SCR augmente et cela contribue à la baisse du ratio de couverture de la compagnie. Les modules qui rentrent en compte de façon majoritaires sont les modules *marché* et *souscription*. Au sein du module marché, le risque de taux et le risque action sont ceux qui contribuent

en grande partie à la baisse du module marché. Comme pour la compagnie moyenne, ici les fortes corrélations entre le risque action et les autres risques et les faibles corrélations entre le risque de taux et les autres risques font que le risque action contribue beaucoup plus à la hausse du SCR marché et donc du SCR et enfin du taux de couverture de la compagnie.

	Avant choc	Après choc	Variations
Risque de taux	680 283	1 512 290	122,3%
Risque action	4 276 021	4 647 644	8,7%
SCR marché	6 958 873	7 641 350	9,8%

FIGURE 4.28 – SCR marché portefeuille sensible année 1

### La cinquième année de projection

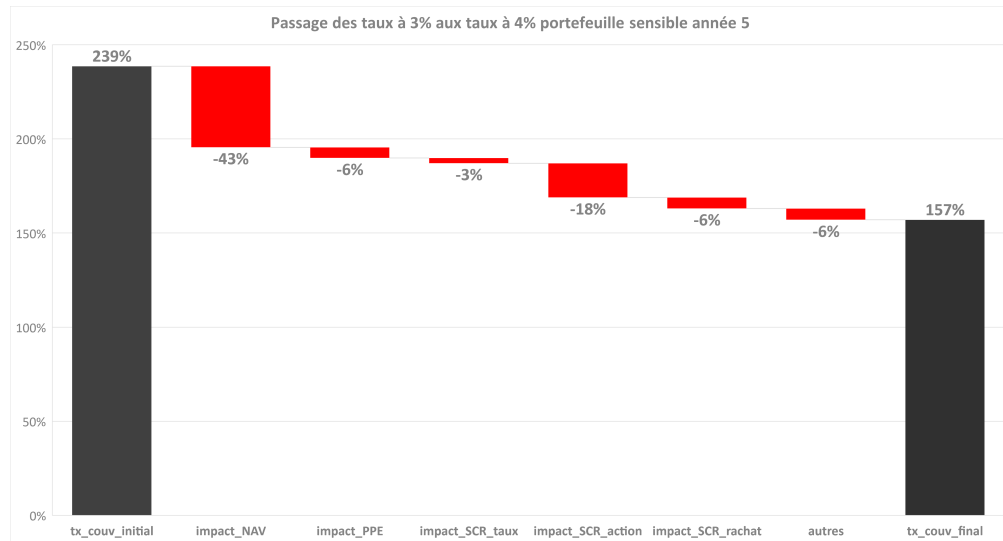


FIGURE 4.29 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

Cette cinquième année de projection, la NAV contribue de façon considérable à la diminution du taux de couverture puisqu'elle explique 43 points de baisse.

### La NAV

	Centrale 3%	choc +100 bp	Variations
VM	143 015 120	137 902 843	-3,57%
BE	126 170 784	122 489 210	-2,92%
BE+RM	127 304 863	123 803 804	-2,75%
NAV	15 710 256	14 099 040	-10,26%
résultats	919 640	1 342 558	45,99%
NAV(hors rés)	14 790 616	12 756 481	-13,75%

FIGURE 4.30 – Impacte des différentes composantes de la NAV



La valeur de marché et le Best Estimate baissent suite à l'effet d'actualisation. Et ceci est d'autant plus le cas pour les valeurs de marché. Ainsi, la NAV est en baisse de presque 14 points. Pour cette raison, la NAV explique 43 points de baisse sur le taux de couverture.

Afin de mieux interpréter cette évolution de la NAV, la formule 4.4 est exploitée :

	An_5 tx 3%	An_5 tx 4%	Impact NAV
Chargements	0,83%	0,79%	
Frais	-0,33%	-0,34%	
PM	137 000 000	132 716 833	
Duration	9,27	8,39	
PVFP reconstituée	6 301 956	4 997 705	-8,82%
FPS1 après distribution des dividendes	9 000 000	9 000 000	0,00%
QPFP_PMVL	622 739	73 370	-3,71%
-RM	-1 134 080	-1 314 594	-1,22%
<b>NAV</b>	<b>14 790 616</b>	<b>12 756 481</b>	<b>-13,75%</b>

FIGURE 4.31 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

La dernière année de projection, la diminution de NAV de 13.75% est expliquée :

- par une baisse des PMVL initiales imputables aux FP (impacte de **-3,71%** sur la NAV)
- une hausse de la *risk margin* (impact' de **-1,22%** sur la NAV), portée par une hausse du SCR de souscription.
- par la baisse de la PVFP (impacte de **-8,82%** sur la NAV), pénalisée par la baisse des encours (impact de -1,3% sur la NAV), et la hausse des rachats conjoncturels (impact de -3,9% sur la NAV), et une baisse des marges que l'assureur peut prélever (impact de -3,6% sur la NAV). La dernière année de projection, les marges que l'assureur peut prélever baissent considérablement, ce qui traduit en grande partie la baisse de la PVFP et son impacte négatif sur l'évolution de la NAV.

### La PPE

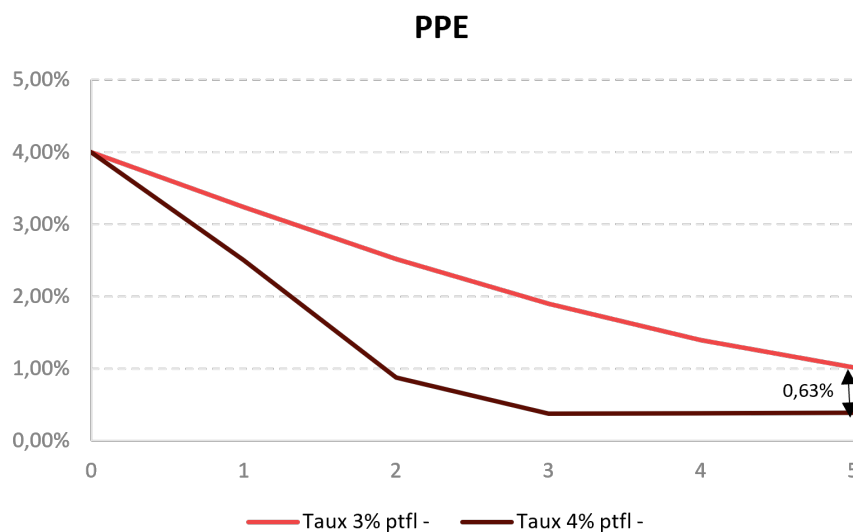


FIGURE 4.32 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

Tout au long de la période de projection, la PPE n'a pas cessé de baisser dans les deux contextes de taux. Et ce afin de pouvoir servir le taux cible. Avec le choc de taux de +100 bp, le taux cible étant plus élevé, la reprise sur PPE est plus importante. Cependant, la cinquième année de projection, l'écart de PPE entre la situation centrale et la situation choquée s'est atténué de 11 points de base par rapport au même écart la première année de projection. D'où l'impact négatif mais moins important de la PPE sur le taux de couverture la cinquième année de projection par rapport à la première année de projection.

### Le SCR

En ce qui concerne le SCR, le constat est le même que pour la première année de projection. Le SCR contribue à la baisse du taux de couverture avec une contribution importante du risque action dans le calcul du SCR marché.

	Avant choc	Après choc	Variations
Risque de taux	623 566	1 336 323	114,3%
Risque action	3 460 689	4 267 124	23,3%
SCR marché	5 790 697	6 996 110	20,8%

FIGURE 4.33 – SCR marché portefeuille sensible année 5

### Conclusion

Le taux de couverture a été projeté sur 5 ans pour les deux compagnies d'assurance avec des contextes de taux différents. Une situation centrale avec la courbe des taux au 31 décembre 2022 et deux autres situations où les taux ont été augmentés respectivement de 1% et de 2%. Le constat est le même pour les deux compagnies sur la projection. Dans la situation centrale le taux de couverture ne cesse d'augmenter. Dans les deux autres scénarios, le taux de couverture baisse la première année de projection où le choc est appliqué. Pour le choc à 1%, le taux de couverture augmente sans pour autant revenir à son niveau initial, et ce pour les deux compagnies. Pour le choc à +2%, le taux de couverture est en constante décroissance pour les deux compagnies. On note tout de même une petite hausse lors de la dernière année de projection pour la compagnie sensible, mais cela ne suffit pas à retrouver un taux de couverture convenable.

Afin de pouvoir interpréter l'évolution du taux de couverture, l'analyse a ensuite été centrée sur le scénario central où les taux sont à 3% et le scénario où un choc de taux de 100 bp a été appliqué. Les deux scénarios ont été comparés la première année de projection et la dernière année de projection afin de quantifier les impacts de différents facteurs sur l'évolution du taux de couverture.

On retient que lorsque le choc de taux est appliqué la première année seul la NAV est en faveur d'une augmentation du taux de couverture. Les autres facteurs (SCR et PPE) sont en faveur d'une diminution du taux de couverture la première année de projection lorsque le choc de taux est appliqué. La dernière année de projection, tous les facteurs sont en faveur d'une baisse du taux de couverture.

Afin de pouvoir réduire les effets de cette potentielle augmentation des taux, il est nécessaire de pouvoir trouver certains leviers d'actions. Ceci fera l'objet des prochains chapitres.



## Chapitre 5

# Leviers d'actions à mettre en place afin de faire face aux différents impacts de la hausse des taux

La hausse des taux vient impacter le bilan de l'assureur et sa solvabilité. Il a été vu dans les parties précédentes, lors des projections du taux de couverture qu'un choc de taux à la hausse venait diminuer le taux de couverture. Et même après un certain nombre d'années les compagnies ont du mal à retrouver leur santé financière et économique. Cela est également illustré à travers des études faites sur l'évolution du taux de couverture d'un panel d'assureurs entre décembre 2021 et décembre 2022 à l'aide des rapports SFCR. Il a en effet été observé que le taux de couverture des assureurs entre décembre 2021 et décembre 2022 a une tendance à la baisse.

Ce chapitre vise à proposer deux leviers d'actions à mettre en place afin d'atténuer l'impact d'une éventuelle hausse des taux sur les taux de couverture des compagnies d'assurance.

### 5.1 Arbitrages

Dans cette section un premier levier est proposé. Dans les calculs précédents il n'y avait pas d'hypothèses d'arbitrage entre les différents type de support. Un encours était défini en euro dans les lignes du passif et il en était de même pour l'encours en UC. Avec comme proportion initiale, 25% de l'encours investi en unités de compte et 75% dans le support euro.

Une majorité de l'encours est donc investi en euro. Cependant avec l'augmentation des taux, les fonds en euro ne sont plus aussi compétitifs. D'autres fonds de placement proposant de meilleurs taux de rendement, comme le livret A, viennent concurrencer ce fond. Ainsi, les assurés ont tendance à se diriger vers ces fonds là.

Afin de garder ces assurés en quête de meilleurs rendements, il pourrait être intéressant de proposer des arbitrages des fonds en euro vers les fonds en UC, qui proposent de meilleurs rendements potentiels.



FIGURE 5.1 – Evolution du CAC 40

Le cours des actions a tendance à augmenter depuis le dernier trimestre 2021. La performance de certains supports en unités de compte étant adossée à l'évolution des actions, ce type de support peut être bien plus performant que les fonds en euro. Les assureurs peuvent donc conseiller les assurés à orienter leurs investissements en unités de compte. Les nouvelles collectes vont donc plutôt être orientées vers des UC et pour les contrats en stock, il peut être opportun d'inciter les assurés à réaliser des arbitrages de l'euro qui n'est plus très compétitif vers des supports en unité de compte. Le tout en gardant un devoir de conseil.

Le choix qui a été fait pour les deux compagnies est de simuler des arbitrages les 5 premières années. Tous les ans, 5% de l'encours en euro est décollecté afin d'être collecté dans le support en unité de compte. C'est ainsi que sont réalisés les arbitrages du support en euro vers le support en unités de comptes.

Voici les résultats observés sur l'évolution du taux de couverture sur les cinq années de projection :

**La compagnie moyenne :**

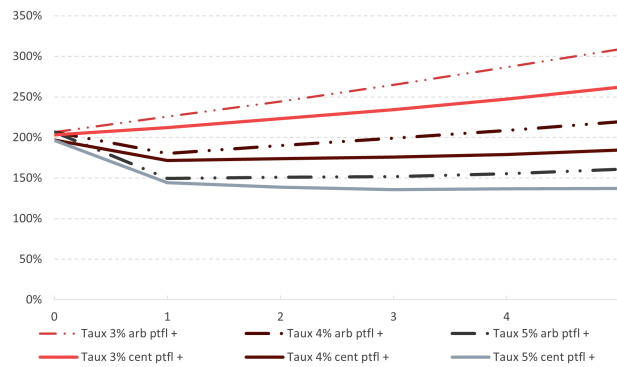


FIGURE 5.2 – Arbitrages euro/UC compagnie moyenne

En pointillés, l'évolution du taux de couverture dans la situation où des arbitrages sont réalisés dans les différents contextes de taux. Les taux de couverture avec arbitrages sont tout au long de la période de projection supérieurs aux taux de couverture sans arbitrage. Ce qui va ici attirer l'attention, c'est le taux de couverture dans les différentes situations à la 5ème année de projection.

- Dans le contexte de taux à 3% un gain de 47 points est réalisé sur le taux de couverture.
- Dans le contexte de taux à 4% un gain de 37 points est réalisé sur le taux de couverture.
- Dans le contexte de taux à 5% un gain de 23 points est réalisé sur le taux de couverture.

Il est observé que lorsque les taux augmentent, et que le levier d'arbitrages est actionné, la perte en taux de couverture est atténuée.

Le tableau suivant permet d'illustrer les différents facteurs de cette atténuation la première année de projection :

### La première année de projection

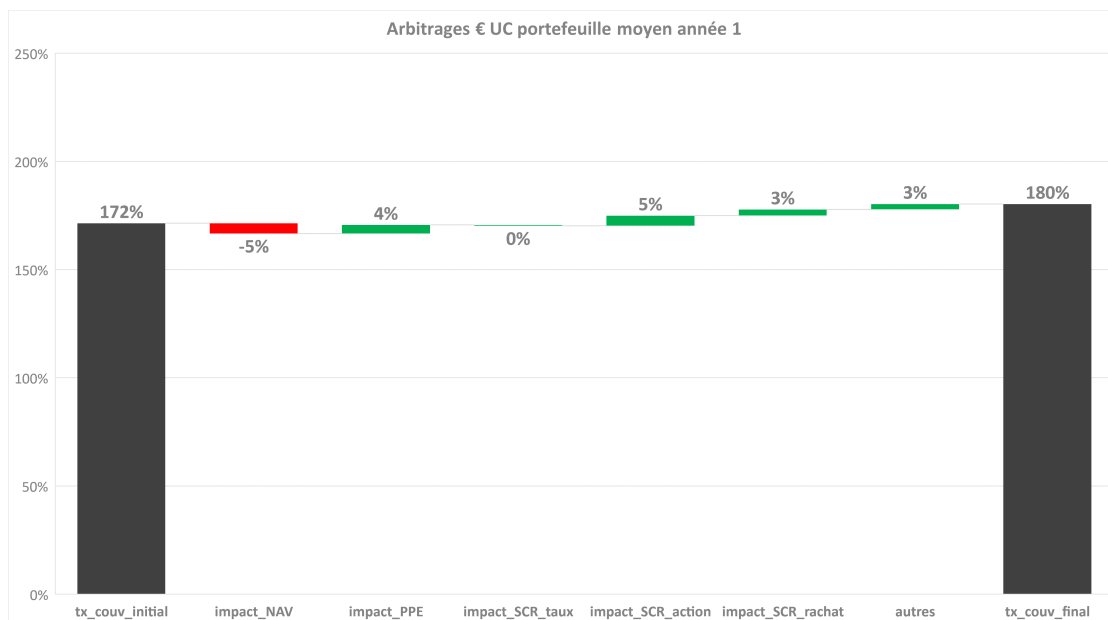


FIGURE 5.3 – impact des différentes composantes du taux de couverture

Cette première année de projection est représentée le passage d'une situation où le levier d'arbitrage n'est pas activée à une situation où on a effectivement déclenché ce levier. L'atténuation du taux de couverture n'est pas très conséquente puisqu'elle ne représente que 8 points. Le seul facteur qui agit de manière à ne pas améliorer le taux de couverture est la NAV. Celle-ci fait baisser le taux de couverture de 5 points.

### La NAV

	choc +100 bp centrale	choc +100 bp arbitrages	Variations
VM	143 600 018	143 597 143	0,00%
BE	128 205 454	128 875 940	0,52%
BE+RM	130 046 415	130 381 365	0,26%
NAV	13 553 603	13 215 778	-2,49%
résultats	983 234	1 075 782	9,41%
NAV (hors rés)	12 570 368	12 139 996	-3,4%

FIGURE 5.4 – Impact des différents facteurs de la NAV



En effet, la première année de projection où le levier d'arbitrages est activé, la NAV est moins élevé à la même période lorsque ce levier n'est pas activé. En activant ce levier, la valeur de marché n'évolue quasiment pas tandis que l'estimation des provisions de l'assureur évolue à la hausse. Ainsi la NAV diminue et ceci tend à diminuer le taux de couverture de 5 points.

	An_1 cent tx 4%	An_1 arbitrages tx 4%	Impact NAV
Chargements	0,79%	0,76%	
Frais	-0,33%	-0,33%	
PM	134 153 556	134 515 303	
Duration	8,94	8,19	
PVFP reconstituée	5 480 398	4 740 722	-5,88%
FPS1 après distribution des dividendes	9 000 000	9 000 000	0,00%
QPFP_PMVL	-69 069	-95 301	-0,21%
-RM	-1 840 961	-1 505 425	2,67%
<b>NAV</b>	<b>12 570 368</b>	<b>12 139 996</b>	<b>-3,42%</b>

FIGURE 5.5 – Impact des différents facteurs de la NAV

La première année de projection, la diminution de NAV de 3.42% est expliquée :

- par une baisse marginale des PMVL initiales imputables aux FP (impact de -**0,21%** sur la NAV).
- une baisse de la *risk margin* (impact de +**2,67%** sur la NAV), portée par une baisse du SCR de souscription.
- par la baisse de la PVFP (impact de -**5,88%** sur la NAV), pénalisée par une baisse de la duration et la hausse des rachats conjoncturels (impact de -3,7% sur la NAV), et une baisse des marges que l'assureur peut prélever (impact de -2,3% sur la NAV)

### La PPE

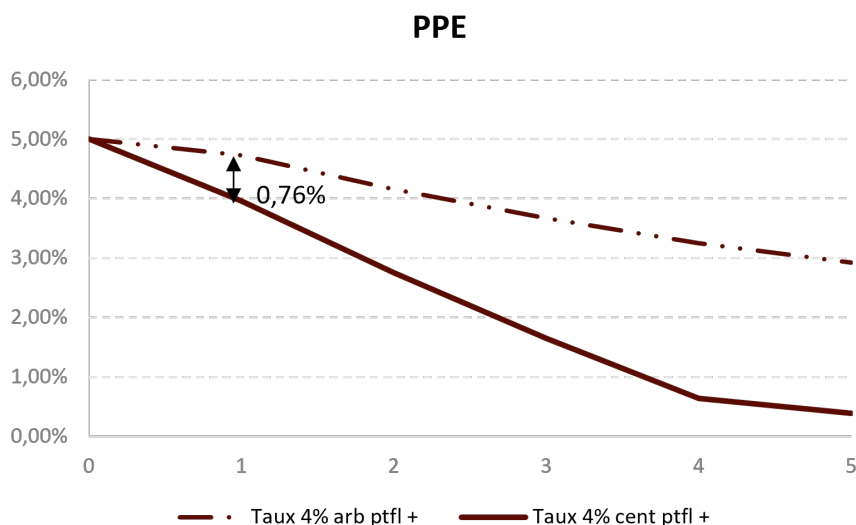


FIGURE 5.6 – Evolution de la PPE

Lorsque les arbitrages sont réalisés, la PPE est moins dotée. On s'en sert moins afin de servir le taux cible. Un écart de 0,76% est constaté la première année, ce qui permet à la PPE de remonter le taux de couverture de 4 points lorsque des arbitrages sont effectués.

### Le SCR

	choc + 100 bp centrale	choc +100 bp arbitrages	Variations
Risque de taux	1 332 951	1 547 475	16,1%
Risque action	4 581 526	4 315 211	-5,8%
SCR marché	7 325 443	6 984 743	-4,7%

FIGURE 5.7 – SCR marché après arbitrages portefeuille moyen année 1

Ici est comparé la situation centrale après choc de 100 bp à la situation où le levier d'arbitrages est actionné, après le même choc de taux de 100 bp. En montant, le risque action est de nouveau plus important que le risque de taux. Cependant, en variation relative, le risque de taux évolue à la hausse tandis que le risque action évolue à la baisse. Au global, le SCR marché diminue de 4,7 points.

### La cinquième année de projection

C'est la dernière année de projection que les bénéfices du levier d'arbitrages se font réellement ressentir. En effet, alors que le taux de couverture n'augmentait que de 8 points la première année, il gagne 31 points la cinquième année de projection.

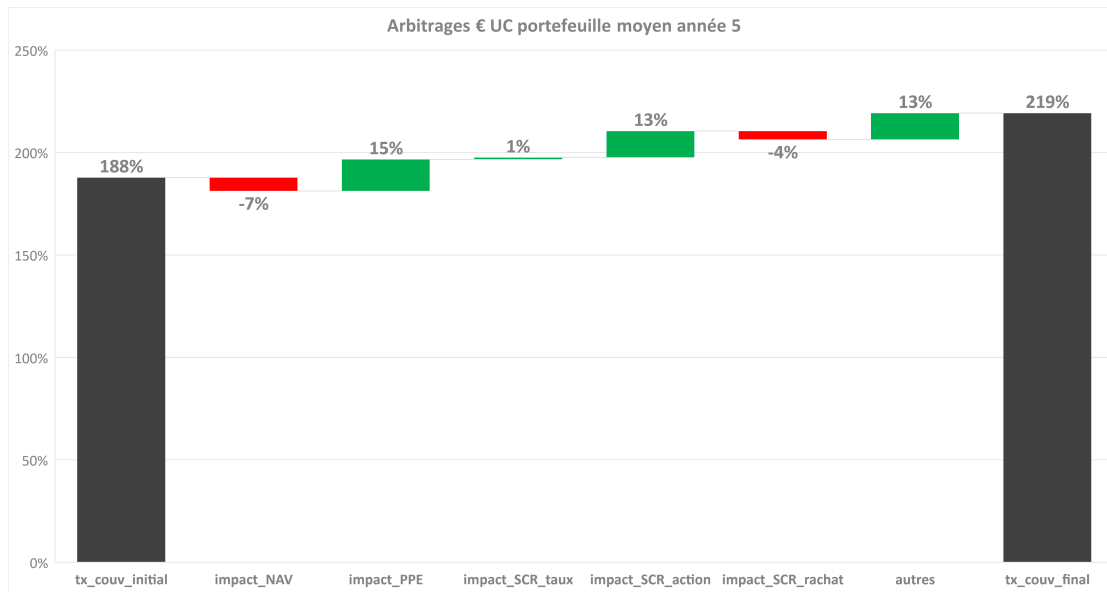


FIGURE 5.8 – impact des différentes composantes du taux de couverture

## NAV

	choc +100 bp centrale	choc +100 bp arbitrages	Variations
VM	142 471 107	142 337 073	-0,09%
BE	125 054 572	125 314 714	0,21%
BE+RM	126 521 140	126 775 841	0,20%
NAV	15 949 967	15 561 232	-2,44%
résultats	1 251 512	1 121 831	-10,36%
NAV(hors rés)	14 698 455	14 439 401	-1,76%

FIGURE 5.9 – Evolution de la NAV

La NAV garde toujours cet effet négatif sur l'évolution du taux de couverture en justifiant 7 points de perte sur celui-ci. Cette fois la Valeur de marché diminue légèrement et la meilleure estimation des provisions augmente, ce qui tend à diminuer la NAV de 1.76 points.

	An_5 cent tx 4%	An_5 arbitrages tx 4%	Impact NAV
Chargements	0,90%	0,98%	
Frais	-0,33%	-0,33%	
PM	134 153 556	127 535 715	
Duration	8,94	8,02	
PVFP reconstituée	6 784 839	6 622 865	-1,10%
FPS1 après distribution des dividendes	9 000 000	9 000 000	0,00%
QPFP_PMVL	380 185	277 662	-0,70%
-RM	-1 466 568	-1 461 127	0,04%
NAV	14 698 455	14 439 401	-1,76%

FIGURE 5.10 – Evolution de la NAV

La diminution de NAV de 1.76% est expliquée :

- par une baisse marginale des PMVL initiales imputables aux FP (impacte de **-0,7%** sur la NAV).
- la *Risk Margin* a un impact très marginal entre la situation centrale et la situation où le choc est appliqué.
- par la baisse de la PVFP (impact de **-1,1%** sur la NAV), pénalisée par une baisse de la duration, et la hausse des rachats conjoncturels (impacte de -4,5% sur la NAV), et une augmentation des marges que l'assureur peut prélever (impacte de +5,6% sur la NAV)

## PPE

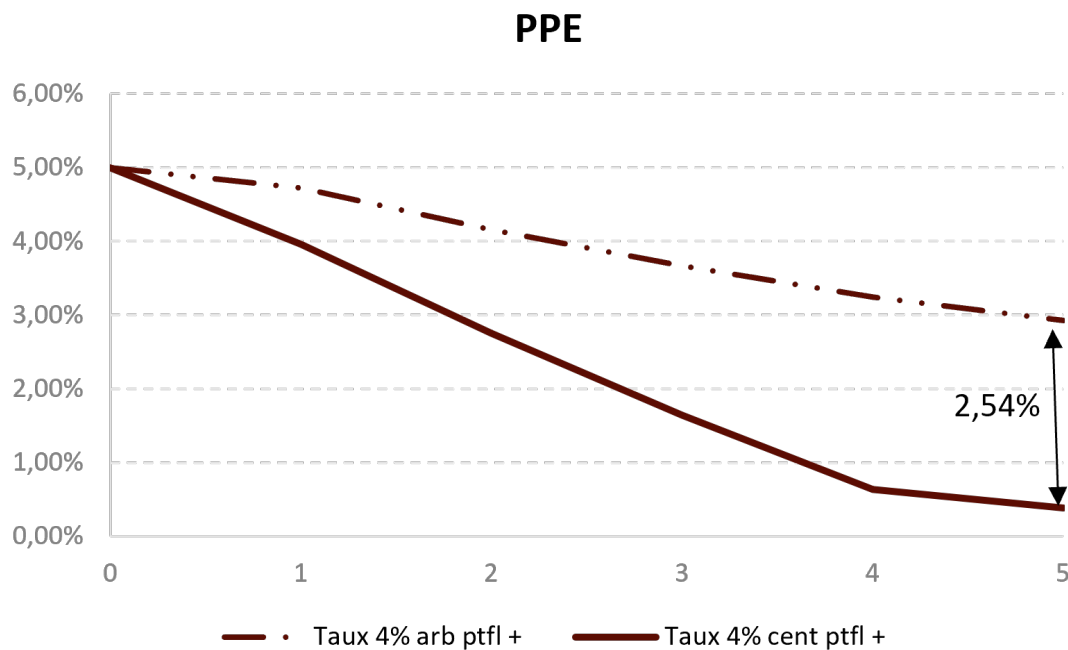


FIGURE 5.11 – Evolution de la PPE

L'écart de PPE s'accroît la dernière année de projection. Tout au long de la période de projection, le rôle de la PPE a été important. Afin d'atteindre le taux cible, elle a été reprise tout au long de la période de projection. L'écart s'est creusé avec la situation où le levier d'arbitrage est activé pour atteindre 2,54 points d'écart la dernière année de projection. Ceci permet d'augmenter le taux de couverture de 15 points.

**SCR**

	choc +100 bp centrale	choc +100 bp arbitrages	Variations
Risque de taux	1 379 462	1 539 322	11,6%
Risque action	4 053 976	3 506 489	-13,5%
SCR marché	6 694 009	5 703 717	-14,8%

FIGURE 5.12 – SCR marché après arbitrages portefeuille moyen année 5

La cinquième de projection l'écart concernant le SCR action se creuse entre la situation centrale et celle avec arbitrages. Le SCR action perd plus de 13 points, et ceci permet de remonter le taux de couverture de plus de 13 points.

Les résultats obtenus pour la **compagnie sensible** sont sensiblement similaires en terme d'évolution et démontre également que le levier d'arbitrage est un levier qui permet de remonter le taux de couverture de la compagnie.

Ainsi, les deux compagnies arrivent à relever leur taux de couverture. L'impact de ce levier reste légèrement plus important pour la compagnie moyenne.

Les arbitrages des fonds euro vers les fonds en UC sont donc un levier intéressant à exploiter afin de faire face à la hausse des taux. En effet, cela permet aux assurés d'investir dans des supports qui apportent un meilleur rendement. Cependant le support en UC représente également un support plus risqué. Il est donc assez difficile d'imposer aux assurés de réaliser des arbitrages du support en euro vers le support en UC. Le devoir de conseil est particulièrement important pour orienter les assurés vers des supports en UC.

Il devient donc assez primordial de trouver un levier qui puisse être uniquement du ressort de l'assureur, et qui permette d'améliorer sa solvabilité face à la hausse des taux. Ceci fera l'objet de la prochaine partie.

## 5.2 Pilotage de la réserve de capitalisation

Le portefeuille initial des deux compagnies contient d'anciennes obligations. Ces obligations ont été achetées lorsque les taux étaient beaucoup plus bas qu'aujourd'hui. Les taux étant remontés, la valeur de marché de ces obligations diminue et est donc inférieure à leur valeur comptable. Ainsi, les compagnies se retrouvent avec des obligations en moins values latentes.

Pour rappel une bonne partie du portefeuille est constituée d'obligations puisque cet actif, considéré comme bien adapté pour offrir une garantie en capital représente 75% du portefeuille des deux assureurs. Ces obligations sont en moins value de 7.3% pour la compagnie moyenne et en moins value de 10% pour la compagnie sensible.

Il pourrait donc être intéressant de vendre une partie des ces obligations afin d'investir dans des obligations du moment qui ont un meilleur rendement. Et voir ainsi si le taux de couverture arrive à se relever malgré la hausse des taux.

Pour les deux portefeuilles, la réserve de capitalisation représente initialement 2% de la PM en euro, soit 2 millions d'€. Le choix a été fait de reprendre la moitié de cette réserve de capitalisation, c'est à dire 1M€ afin de réaliser 1M€ de moins values latentes. Le choix a été fait de reprendre assez sur cette réserve de capitalisation afin de vendre suffisamment d'obligations, tout en gardant une partie de la réserve de capitalisation afin de pouvoir faire de potentielles futurs reprises sur celle-ci. Ces moins values auront été réalisées après vente de certaines obligations. La somme collectée suite à cette vente est investie dans des nouvelles obligations avec des taux nominaux pris à 4%.

Ces moins values de 1M€ ont été réalisées après vente d'obligations dont la valeur de marché totale est de 12.7 M€. Ainsi 12.7 M€ ont été investis dans 12 nouvelles obligations avec des taux nominaux à 4%, dont les échéances s'étalent de 10 ans à 15 ans à compter du 31 décembre 2022 :

Type	Libellé	Classification	Date d'échéance	Taux nominal	Nominal	Rating
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2032	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2033	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2034	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2035	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2036	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2037	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2032	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2033	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2034	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2035	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2036	4%	1 057 873	A
Taux fixe	Taux fixe corporate	R332-19	31/12/2037	4%	1 057 873	A

FIGURE 5.13 – Caractéristiques des nouvelles obligations des 2 portefeuilles

Les résultats suivants sont observés :

**La Compagnie moyenne :**

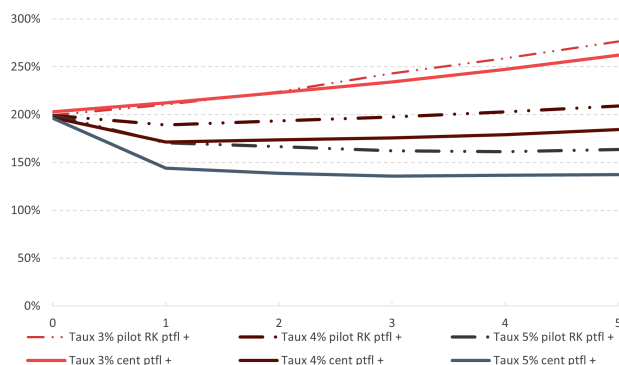


FIGURE 5.14 – Pilotage de la réserve de capitalisation portefeuille moyen

En pointillés, l'évolution du taux de couverture dans la situation initiale et en traits pleins la situation où le levier de pilotage de la réserve de capitalisation a été réalisé. Les taux de couverture, lorsque le levier est activé, sont tout au long de la période de projection supérieurs aux taux de couverture sans l'activation du levier. Nous nous intéresserons au taux de couverture dans les différentes situations à la 5<sup>ème</sup> année de projection.

- Dans le contexte de taux à 3% un gain de 14 points points est réalisé sur le taux de couverture.
- Dans le contexte de taux à 4% un gain de 24 points est réalisé sur le taux de couverture.
- Dans le contexte de taux à 5% un gain de 26 points est réalisé sur le taux de couverture.

Il est observé que lorsque les taux augmentent, et que le levier de pilotage de la réserve de capitalisation est actionné, la perte en taux de couverture est atténué.

Le tableau suivant permet d'illustrer les différents facteurs de cette atténuation la première année de projection :



### Première année de projection

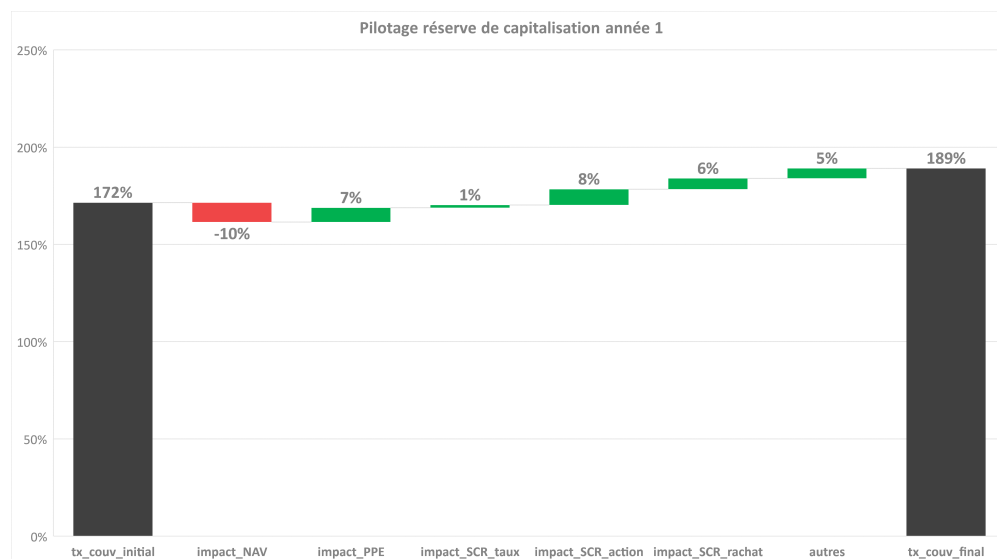


FIGURE 5.15 – Impact des différentes composantes du taux de couverture

En activant le levier de la réserve de capitalisation, des moins values sont réalisés, et la réserve de capitalisation est diminuée de 1M €. Ainsi la NAV diminue et ceci a un impact négatif sur l'évolution du taux de couverture. En effet elle explique 10 points de perte sur la première année de projection. Les autres facteurs ont tous un impact positif. Finalement, le taux de couverture gagne 17 points la première année de projection grâce au levier de pilotage de la réserve de capitalisation.

### NAV

	choc +100 bp centrale	choc +100 bp arbitrages	Variations
<b>VM</b>	143 600 018	137 117 847	-4,51%
<b>BE</b>	128 205 454	122 732 120	-4,27%
<b>BE+RM</b>	130 046 415	124 310 527	-4,41%
<b>NAV</b>	13 553 603	12 807 320	-5,51%
<b>résultats</b>	983 234	1 134 450	15,38%
<b>NAV (hors rés)</b>	12 570 368	11 672 871	-7,1%

FIGURE 5.16 – Evolution de la NAV

La première année de projection, les richesses initiales sont moindres du fait de la reprise de la réserve de capitalisation. Ainsi, la NAV a une tendance à la baisse. En effet elle diminue de 7.1 points, du fait d'une diminution de la Valeur de marché de près de 4.51 points. Le BE diminue également mais pas suffisamment afin de permettre de compenser l'effet de la VM.

	An_1 centrale tx 4%	An_1 pilotage RK tx 4%	Impact NAV
Chargements	0,79%	0,81%	
Frais	-0,33%	-0,33%	
PM	134 153 556	128 647 521	
Duration	8,94	9,12	
PVFP reconstituée	5 480 398	5 604 321	0,99%
FPS1 après distribution des dividendes	9 000 000	7 696 483	-10,37%
QPFP_PMVL	-69 069	-49 526	0,16%
-RM	-1 840 961	-1 578 407	2,09%
NAV	12 570 368	11 672 871	-7,14%

FIGURE 5.17 – Evolution de la NAV

Lors du pilotage de la réserve de capitalisation, une partie des fonds propres a été consommée par rapport à la situation initiale. Ainsi, ceci va avoir tendance à diminuer la NAV. C'est d'ailleurs le poste le plus conséquent dans l'explication de l'évolution de la NAV, puisque celui-ci traduit 10.37 points de baisse.

## PPE

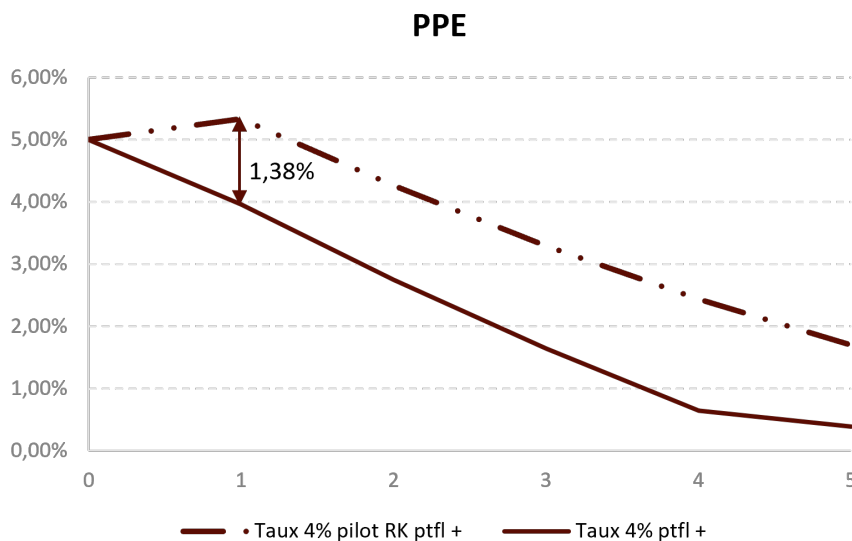


FIGURE 5.18 – Evolution de la PPE

Lorsque le levier de pilotage de la réserve de capitalisation est activé, la PPE arrive à être dotée la première année de projection et non reprise tandis qu'une partie de la PPE est reprise dans la situation centrale. Un écart de 1.38 points est constaté, ce qui permet à la PPE d'expliquer 7 point d'augmentation du taux de couverture.

## SCR

	choc +100 bp centrale	choc +100 bp pilotage RK	Variations
Risque de taux	1 332 951	1 048 223	-21,4%
Risque action	4 581 526	4 142 632	-9,6%
SCR marché	7 325 443	6 623 411	-9,6%

FIGURE 5.19 – SCR marché après pilotage RK portefeuille moyen année 1

Après pilotage de la réserve de capitalisation, contrairement au levier d'arbitrages, ici le risque de taux et le risque action évolue dans le même sens, à savoir à la baisse.

## Cinquième année de projection :

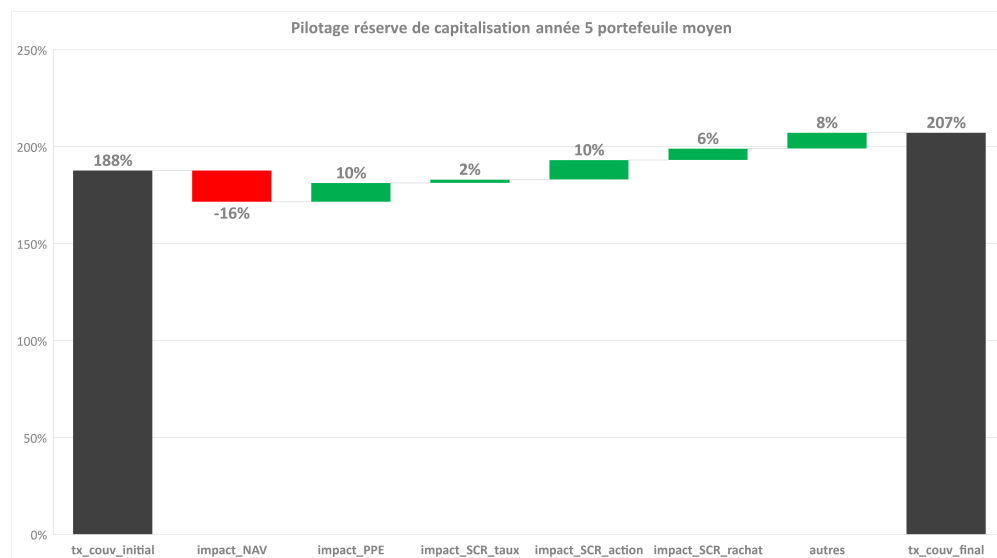


FIGURE 5.20 – impact des différentes composantes du taux de couverture

La cinquième année de projection, le pilotage de la réserve de capitalisation permet d'augmenter le taux de couverture de 19 points.

## NAV

	choc +100 bp centrale	choc +100 bp arbitrages	Variations
VM	142 471 107	136 923 816	-3,89%
BE	125 054 572	120 879 806	-3,34%
BE+RM	126 521 140	122 137 042	-3,47%
NAV	15 949 967	14 786 775	-7,29%
résultats	1251512	1019 426	-18,54%
NAV(hors rés)	14 698 455	13 767 349	-6,33%

FIGURE 5.21 – Evolution de la NAV

La NAV a toujours un impact négatif. Cela se fait plus ressentir la dernière année de projection, puisqu'un écart de 6.33 points est constaté la dernière année de projection. Et ceci explique 16 points de perte sur le taux de couverture. Le BE diminue mais pas suffisamment pour compenser la diminution de la VM.

	An_5 centrale tx 4%	An_5 pilotage RK tx 4%	Impact NAV
Chargements	0,90%	1,00%	
Frais	-0,33%	-0,33%	
PM	134 153 556	121 691 001	
Duration	8,94	8,58	
PVFP reconstituée	6 784 839	6 974 643	1,29%
FPS1 après distribution des dividendes	9 000 000	7 696 483	-8,87%
QFPF_PMVL	380 185	353 459	-0,18%
-RM	-1 466 568	-1 257 236	1,42%
NAV	14 698 455	13 767 349	-6,33%

FIGURE 5.22 – Evolution de la NAV

La diminution de NAV de 6.33% est expliquée :

- par une baisse marginale des PMVL initiales imputables aux FP (impacte de **-0,18%** sur la NAV).
- Une diminution de la *Risk Margin* (impacte de **1.42%** sur la NAV)
- par l'augmentation de la PVFP (impacte de **1,29%** sur la NAV) qui est du en grande partie par l'augmentation des marges que l'assureur peut prélever (impacte de +7,2% sur la NAV)
- la plus grande partie de l'évolution est due à la diminution des fonds propres S1 après distribution des résultats. En effet, la baisse des fonds propres S1, due à la reprise de la réserve de capitalisation impacte la NAV à hauteur de **-8.87%**

## PPE

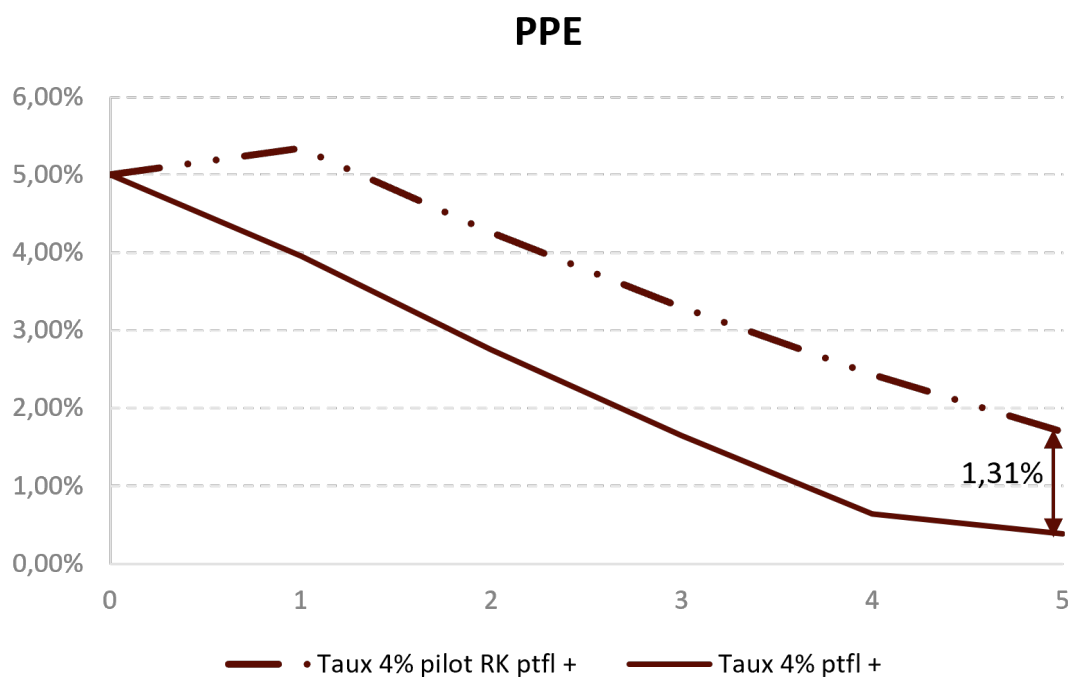


FIGURE 5.23 – Evolution de la PPE

Après la première année de projection, la PPE est reprise dans les deux situations. Mais le gain de PPE du à la dotation la première année de projection permet de garder un écart tout au long de la projection. Cet écart s'élève à 1.31 points la dernière année de projection. Ceci permet de contribuer à 10 points de hausse du taux de couverture.

## SCR

	choc +100 bp centrale	choc +100 bp pilotage RK	Variations
Risque de taux	1 379 462	1 065 856	-22,7%
Risque action	4 053 976	3 595 032	-11,3%
SCR marché	6 694 009	5 891 259	-12,0%

FIGURE 5.24 – SCR marché après pilotage RK portefeuille moyen année 5

La cinquième année de projection, le constat est le même que la première année de projection. Le risque action diminue moins que le risque de taux. Cependant, le risque action est plus corrélé avec les autres risques. Ainsi, le risque action permet de mieux

remonter le taux de couverture.

Les taux de couverture de la **compagnie sensible** et l'impact des différents facteurs évoluent dans le même sens que la **compagnie moyenne** la première année de projection et la dernière année de projection.

Le levier du pilotage de la réserve de capitalisation permet une remontée du taux de couverture pour les deux compagnies. L'impact est d'autant plus conséquent pour la compagnie moyenne à mesure que les taux augmentent. Ce levier a moins d'impact pour la compagnie en danger, il ne permet pas une remontée suffisante des taux de couverture, notamment lorsque les taux sont choqués à +2%, où la remontée du taux de couverture ne représente que 3 points la dernière année de projection.

Cependant, le pilotage de la réserve de capitalisation a permis de se débarrasser d'une partie des obligations en moins-values latentes. Il en reste tout de même dans les deux portefeuilles, mais les nouvelles obligations ont permis d'atténuer ces moins-values obligataires. Afin d'illustrer ce phénomène, il a été décidé de représenter l'évolution des moins values latentes obligataires lorsque les taux sont choqués de +1% tout au long de la période de projection avec et sans utilisation du levier.

Les résultats observés sont les suivants :

Pour la *compagnie moyenne* :

Année	0	1	2	3	4	5
PVL obligations avec levier	-5,24M€	-9,76M€	-8,85M€	-7,96M€	-7,09M€	-6,27M€
PVL obligations sans levier	-6,24M€	-10,6M€	-9,53M€	-8,52M€	-7,55M€	-6,64M€
Gain	1,00M€	0,88M€	0,67M€	0,55M€	0,45M€	0,36M€
Gain relatif	16,0%	8,3%	7,1%	6,5%	6,0%	5,5%

FIGURE 5.25 – Gain sur l'évolution des plus values latentes obligataires pour la compagnie moyenne

Pour la *compagnie sensible* :

Année	0	1	2	3	4	5
PVL obligations avec levier	-7,47M€	-10,9M€	-9,54M€	-8,28M€	-7,16M€	-6,14M€
PVL obligations sans levier	-8,47M€	-11,9M€	-10,3M€	-8,88M€	-7,62M€	-6,49M€
Gain	1,00M€	1,03M€	0,76M€	0,60M€	0,46M€	0,35M€
Gain relatif	11,8%	8,6%	7,4%	6,8%	6,1%	5,5%

FIGURE 5.26 – Gain sur l'évolution des plus values latentes obligataires pour la compagnie en danger

Ainsi, les moins values latentes obligataires détenues dans le portefeuille sont bien atténuées et ce pour les deux compagnies. Ceci permet d'améliorer les plus values latentes globales des deux portefeuilles.

### Conclusion

Les deux leviers d'actions proposés permettent de relever le taux de couverture. Sur les cinq années de projection, l'activation de ces leviers dans le business plan des deux compagnies a permis d'atténuer l'impact de la hausse des taux sur l'évolution du taux de couverture.

Il a été observé que le levier d'arbitrage des fonds en euro vers les fonds en UC a été beaucoup plus efficace dans la lutte contre la hausse des taux. En analysant le gain de points dans le ratio de solvabilité la dernière année de projection, le pilotage de la réserve de capitalisation ne s'avère pas aussi efficace. Cependant le montant d'investissement dans des nouvelles obligations a été limité à la moitié de la réserve de capitalisation ce qui ne représente que 1% de la PM€ initiale. Un montant de réalisation de moins values plus conséquent et donc un investissement plus important dans de nouvelles obligations serait intéressant à étudier. L'investissement dans de nouvelles obligations , a tout de même permis de rehausser le rendement moyen obligataire.

Cependant, arbitrer des fonds euro vers des fonds UC vient à abandonner ou à mettre de côté ce type de support auparavant très utilisé. De plus, l'assureur ne peut qu'inciter et non forcer l'assuré à réaliser ces arbitrages. Auquel cas, une perte de sécurité serait vu pour l'assuré. Celui-ci peut être réticent à arbitrer son épargne sur des supports plus risqués.

Il convient donc de s'intéresser à un levier qui pourrait garder en vie ce type de support tout en garantissant une sécurité pour l'assuré. Cela fera l'objet du prochain chapitre. Une analyse de la politique de taux servi afin de faire face à l'impact de la hausse des taux sur le ratio de couverture sera étudiée.



# Chapitre 6

## Gestion de la PPE

### 6.1 Politique du taux servi

Jusque là, la politique de taux cible modélisée pour les deux compagnies était la suivante :

$$Taux\ servi_N = Tec10 - 0,5\% \quad (6.1)$$

On servait donc à chaque fois 50 bp en dessous du Tec 10. Le Tec 10 étant représentatif du rendement d'une obligation 10 ans. Le portefeuille étant majoritairement composé d'obligations, il est donc cohérent de servir un taux qui se rapproche du rendement d'une obligation 10 ans. 50 bp correspondant à 10 bp près aux frais de gestion.

Afin de faire en sorte que les assurés restent au sein des contrats et d'éviter des rachats dynamiques trop importants, il peut paraître judicieux d'augmenter le taux servi et de le caler sur le taux de rendement des obligations 10 ans, soit :

$$Taux\ servi_N = Tec10_N \quad (6.2)$$

Un risque de rachat serait ainsi évité mais le taux servi pourrait être bien trop élevé, et l'assureur pourrait se voir dans l'obligation de puiser dans sa PPE afin de servir son taux. Il y aurait donc moins de PPE admissible en fond propres et cela risquerait de dégrader le taux de couverture. Mais d'un autre côté les assurés ne rachèteraient pas leurs contrats, et le SCR souscription qui évolue principalement avec le SCR rachat diminuerait.

L'autre option serait de plafonner le taux servi au TEC 10 de la manière suivante :

$$Taux\ servi_N = \min(Taux\ servi_{N-1} + 20bp; Tec10) \quad (6.3)$$

Le taux servi initial est paramétré à 2% lorsque la courbe des taux utilisée est celle au 31 décembre 2022. Dès lors que des chocs sont appliqués à la courbe des taux (+1% et +2%) des chocs de la même ampleur sont appliqués au taux servi initial. Ainsi le taux

servi initial lorsque le choc de +1% est appliqué est de 3% et le taux servi initiale lorsque le choc de +2% est appliqué est de 4%.

Le risque ici de servir un taux servi plafonné au Tec 10 est de faire face à une vague de rachat importante. Cela entraînerait un SCR rachat plus élevé et donc une potentielle baisse du taux de couverture. Mais contrairement à la situation précédente, l'assureur ne vient pas ou vient moins piocher dans sa PPE afin de servir des taux élevés. Ainsi il y a donc plus de PPE admissible en fonds propres.

Un certain compromis doit donc être fait. Servir des taux plus élevés afin de se coller aux taux du marché pour éviter que les assurés s'en aillent. Le faire en se servant du levier de la PPE au risque de baisser son taux de couverture. Ou continuer à servir des taux qui augmentent arithmétiquement mais plafonnés au TEC 10 au risque de perdre ses assurés via des rachats dynamiques.

Afin de mener à bien cette étude plusieurs sensibilités ont été réalisées sur les deux compagnies.

## 6.2 Sensibilités aux taux servis

Afin de construire correctement et de la manière la plus efficace possible une politique de taux servis la plus adéquate, il a été décidé de coupler les deux politiques de taux à différentes sensibilités pour les deux compagnies :

### Richesse initiale

Sur les deux compagnies ont été réalisées trois sensibilités sur la richesse initiale. Le capital et la réserve de capitalisation ont été modifiés :

	Rchesses initiales		
	Situation risquée	Situation moyenne	Situation bonne
Réserve de capitalisation (%PM€)	1%	2%	3%
Capital (%PM€)	5%	7%	9%

FIGURE 6.1 – Richesses initiales

### Rachats dynamiques

Des sensibilités sur les rachats dynamiques ont également été prises en compte dans l'étude. L'ACPR propose trois courbes de rachats dynamiques lors de l'exercice QIS 5 : une courbe moyenne, une courbe minimale et une courbe maximale. Ces trois courbes sont des fonctions en escaliers. Les assureurs doivent établir des courbes de rachats qui se situent entre la maximale et la minimale. Considérant que tous les assurés ne sont pas sensibles de la même manière à la conjoncture économique et donc aux rachats dynamiques, il a été décidé de prendre en considération deux courbes fournis par QIS 5, la courbe de rachat conjoncturels moyenne et la courbe de rachats conjoncturels minimale :

	Rachats Dynamiques	
	Dyn.min	Dyn.moy
alpha	-6%	-5%
Beta	-2%	-1%
Gamma	1%	1%
Delta	2%	3%
RC_min	-6%	-5%
RC_max	30%	40%

FIGURE 6.2 – Rachats dynamiques

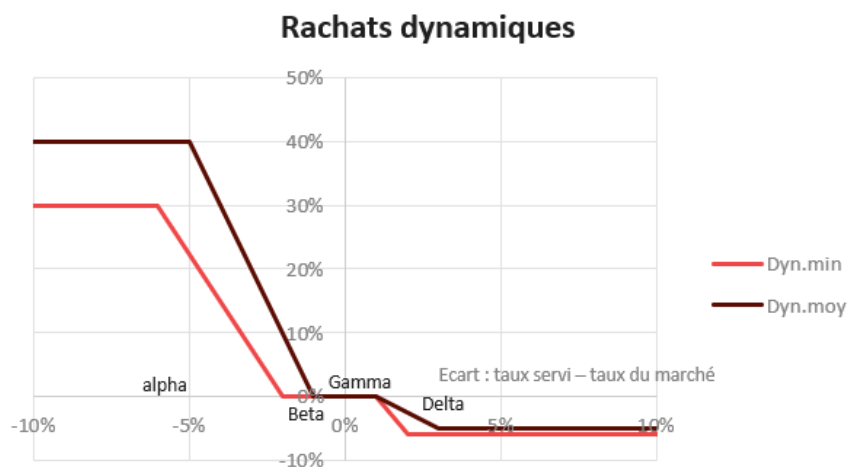


FIGURE 6.3 – Rachats dynamiques

### Taux servis

L'étude a été menée sur les deux politiques différentes de taux servis. L'une qui est plafonnée au TEC 10 et qui augmente tous les ans de 20 bp et l'autre qui est collée au TEC 10.

Politique de taux servi		
	Situation 1	Situation 2
Taux servi	$\min(\text{Tec}_{10}; \text{Taux servi}(N-1) + 20 \text{ bp})$	TEC 10

FIGURE 6.4 – taux servis

En résumé, voici la procédure des lancements des différents calculs. Afin de prendre en compte toutes les sensibilités, 12 lancements ont été réalisés pour chaque portefeuille, soit 24 lancements au total :

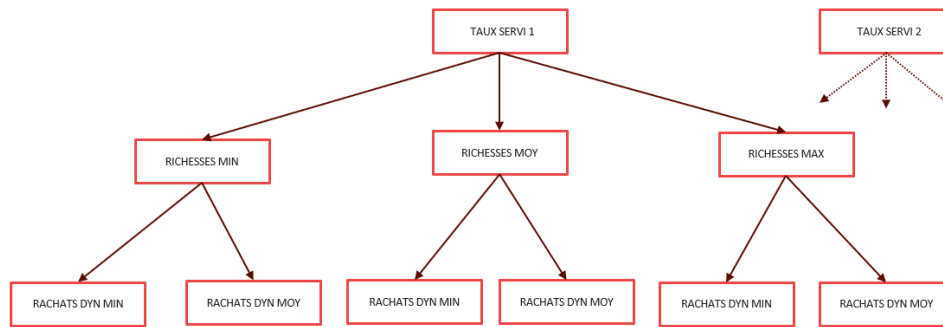


FIGURE 6.5 – Procédure de lancement des sensibilités

Afin de pouvoir analyser les différentes situations, il a été choisi de segmenter l'étude selon les différentes situations de richesses initiales des deux compagnies :

Les évolutions du taux de couverture suivent la même tendance lorsque la courbe de rachats dynamiques est la courbe minimale ou moyenne de l'ACPR. Dans la suite de l'étude seront présentées graphiquement les résultats obtenus avec les rachats dynamiques moyens.

### Richesse initiale minimale

La situation avec la richesse minimale correspond à une réserve de capitalisation représentant 1% de la PM € soit 1M € et le capital est de 5% de la PM € soit 5 M€.

Pour la *compagnie moyenne* :

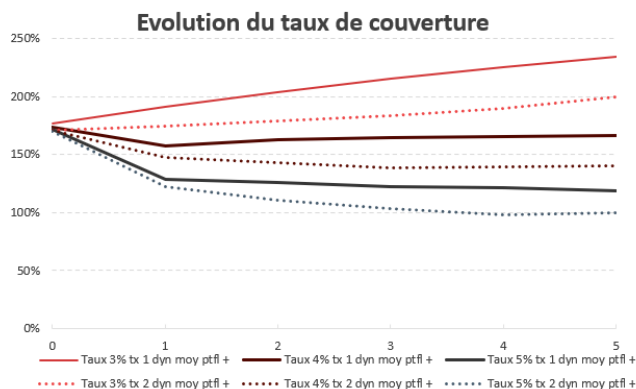


FIGURE 6.6 – Evolution du taux de couverture de la compagnie moyenne en situation initiale de richesses minimales

En traits pleins, l'évolution du ratio de solvabilité lorsque la politique de taux servi mise en place consiste à servir le minimum entre le TEC 10 (politique de PB 2) et le taux servi de l'année précédente augmenté de 20 bp (politique de PB1). Le taux servi initial est fixé à 2% lorsque les taux sont à 3%, 3% lorsque les taux sont à 4% et 4% lorsque les taux sont à 5%. Le taux de couverture  $y$  est plus élevé sur toute la durée de projection que dans l'autre politique de taux servi (en pointillés). Le gain en terme de taux de couverture dans la première politique de taux servis par rapport à la deuxième sera étudié, et ce dans la dernière année de projection.

- Dans le contexte de taux à 3% un gain de 34 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 32 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 4% un gain 26 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 23 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 5% un gain de 19 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 16 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.

Les écarts sont plus élevés lorsque les rachats dynamiques sont moyens. Le fait d'utiliser la première politique de taux servi est plus avantageux pour l'assureur, car cela lui permet d'avoir un meilleur ratio de solvabilité, et c'est d'autant plus avantageux lorsqu'il y a plus de rachats dynamiques. Cependant, il est important de noter que les que les taux de couvertures sont quant à eux plus faible lorsque les rachats dynamiques sont plus élevés.

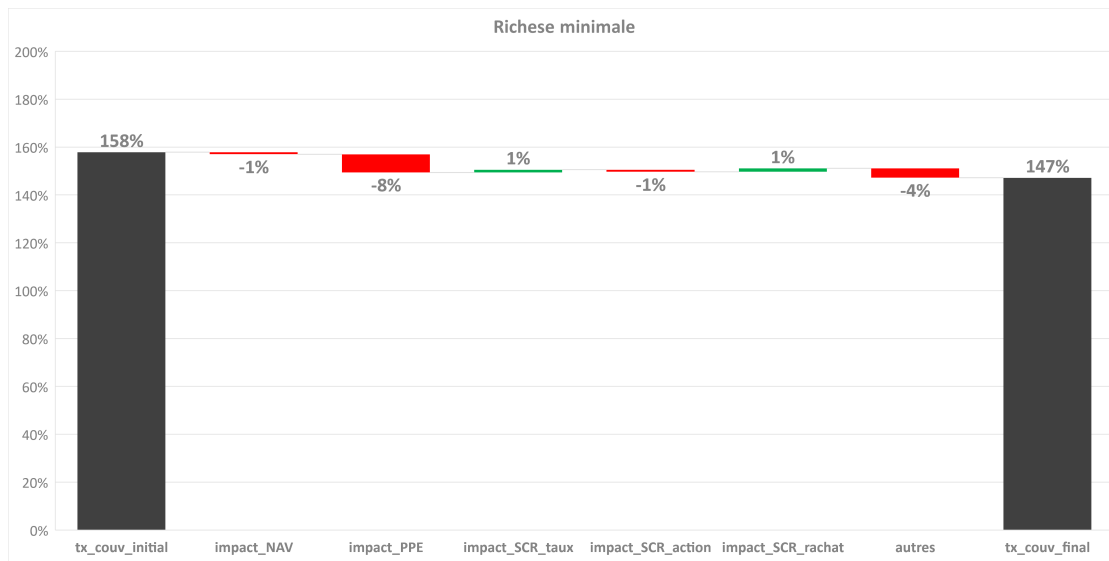
**Première année de projection**

FIGURE 6.7 – Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la première année de projection

La première année de projection, seule la PPE a un impact assez conséquent sur l'évolution du taux de couverture.

## Cinquième année de projection

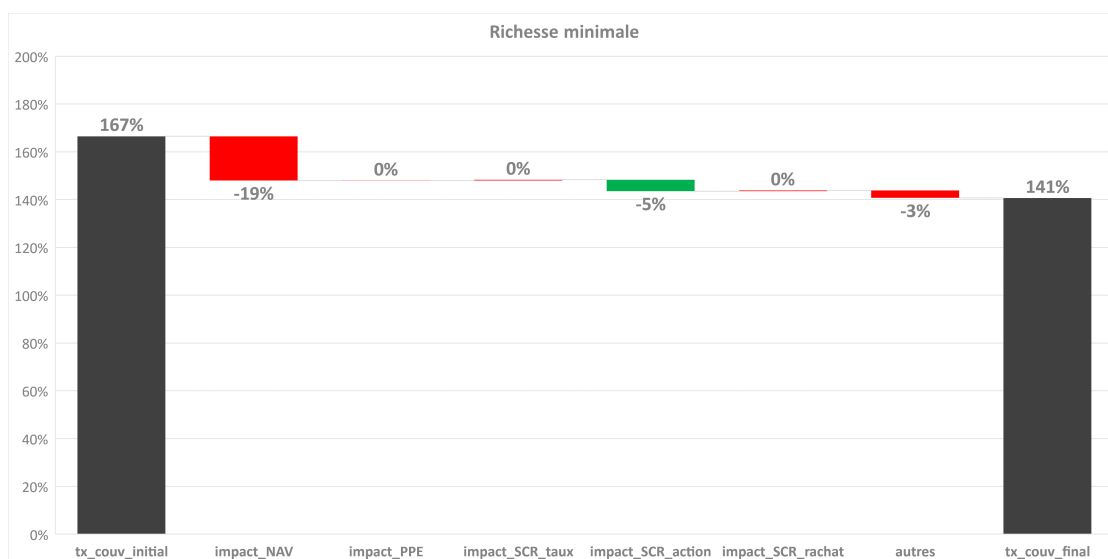


FIGURE 6.8 – Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la cinquième année de projection

La cinquième année de projection, l'impact le plus conséquent est celui de la NAV. Il explique 19 points de baisse du taux de couverture lors du passage de la première politique de taux cible à la deuxième.

## NAV

	choc +100 bp tz 1	choc +100 bp tz 2	Variations
<b>YM</b>	139 365 035	137 943 423	-1,02%
<b>BE</b>	125 366 278	125 072 069	-0,23%
<b>BE+RM</b>	126 585 622	126 253 671	-0,26%
<b>NAV</b>	12 779 414	11 689 751	-8,53%
<b>résultats</b>	1 115 483	1 360 059	21,93%
<b>NAV (hors rés)</b>	11 663 930	10 329 692	-11,4%

FIGURE 6.9 – Evolution NAV

La NAV diminue en effet de 11.4 points lors du passage de la première politique de taux servi à la deuxième. Ceci est en grande partie dû à la perte d'un point de la valeur de marché.



	An_5 +100 bp tx_1	An_5 +100 bp tx_2	Impact NAV
Chargements	0,90%	0,81%	
Frais	-0,33%	-0,34%	
PM	134 223 992	134 072 635	
Duration	8,64	8,62	
PVFP reconstituée	6 629 093	5 417 125	-10,39%
FPS1 après distibution des dividendes	6 000 000	6 000 000	0,00%
QFPF_PMVL	254 180	94 169	-1,37%
-RM	-1 219 343	-1 181 602	0,32%
NAV	11 663 930	10 329 692	-11,44%

FIGURE 6.10 – Evolution NAV

La diminution de la NAV de 11.44% est expliquée :

- par une baisse des PMVL initiales imputables aux FP (impact de **-1,37%** sur la NAV)
- une baisse marginale de la *risk margin* (impacte de **0.32%** sur la NAV). Le SCR souscription varie très peu entre les deux politiques de taux la cinquième année de projection
- par une baisse conséquente de la PVFP (impacte de **-10.39%** sur la NAV), pénalisée globalement par la baisse des chargements.

Pour la *compagnie sensible* :

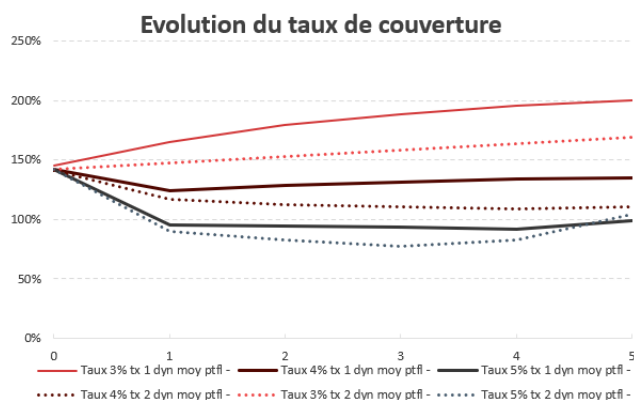


FIGURE 6.11 – Evolution du taux de couverture compagnie en danger en situation de richesses initiales minimales

- Dans le contexte de taux à 3%, un gain de 31 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 26 points lorsque les rachats dynamiques exploités

- sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 4% un gain de 25 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 23 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
  - Dans le contexte de taux à 5%, la tendance s'inverse la dernière année de projection puisque la deuxième politique de taux servi permet d'avoir un taux de couverture de 5 points supérieur à la première politique de taux servi. Un gain de 2 points est observé lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.

Le constat est le même en terme d'évolution du ratio de solvabilité que pour la compagnie moyenne, à l'exception du jeu de scénario où les taux sont augmentés de 2% par rapport aux taux au 31/12/2022. En effet, pour la dernière année de projection, la deuxième politique de taux servi s'avère légèrement plus efficace.

Les gains en terme de ratio de couverture entre les deux politiques de taux servis sont quant à eux moins élevés que pour la compagnie moyenne.

### Richesse initiale moyenne

La situation avec la richesse moyenne correspond à une réserve de capitalisation représentant 2% de la PM€ soit 2M€ et le capital est de 7% de la PM€ soit 7M€.

Pour la *compagnie moyenne* :

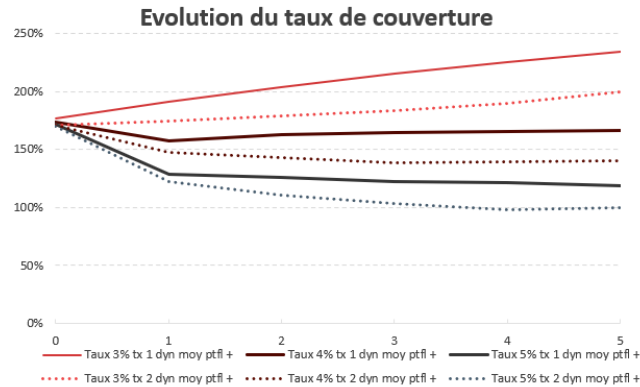


FIGURE 6.12 – Evolution du taux de couverture compagnie moyenne en situation de richesse initiale moyenne

- Dans le contexte de taux à 3% un gain de 38 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 28 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 4% un gain de 25 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 23 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 5% un gain de 18 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 15 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.

La politique de taux servi la plus avantageuse reste la première. Comparé au cas où la richesse est minimale, le gain généré en terme de ratio de couverture est moins élevé, mais les ratios de couvertures restent plus élevés.

### La première année de projection

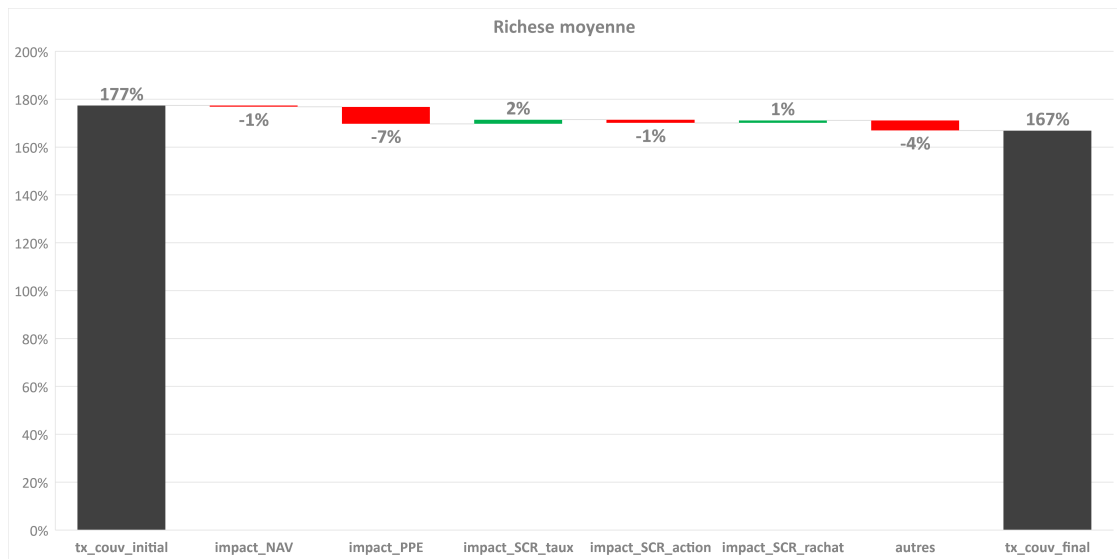


FIGURE 6.13 – Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la première année de projection

Comme pour le cas de la richesse moyenne, ici seule la PPE a un impact assez important sur l'évolution du taux de couverture entre les deux politiques de taux cibles.

### PPE

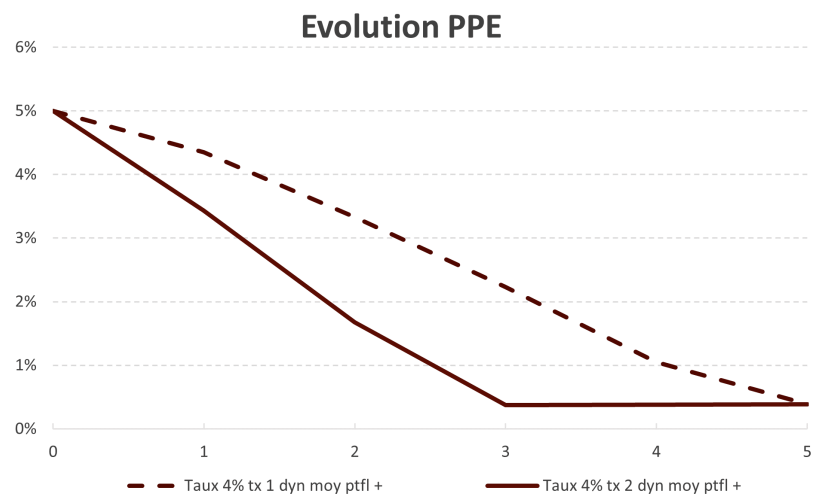


FIGURE 6.14 – Evolution PPE

La première année de projection, la deuxième politique de taux servi consomme plus de PPE. En effet, le taux cible est le TEC 10, supérieur à la première politique de taux servi. Afin de servir ce taux plus élevé, on va venir puiser un peu plus dans la PPE.

### La cinquième année de projection

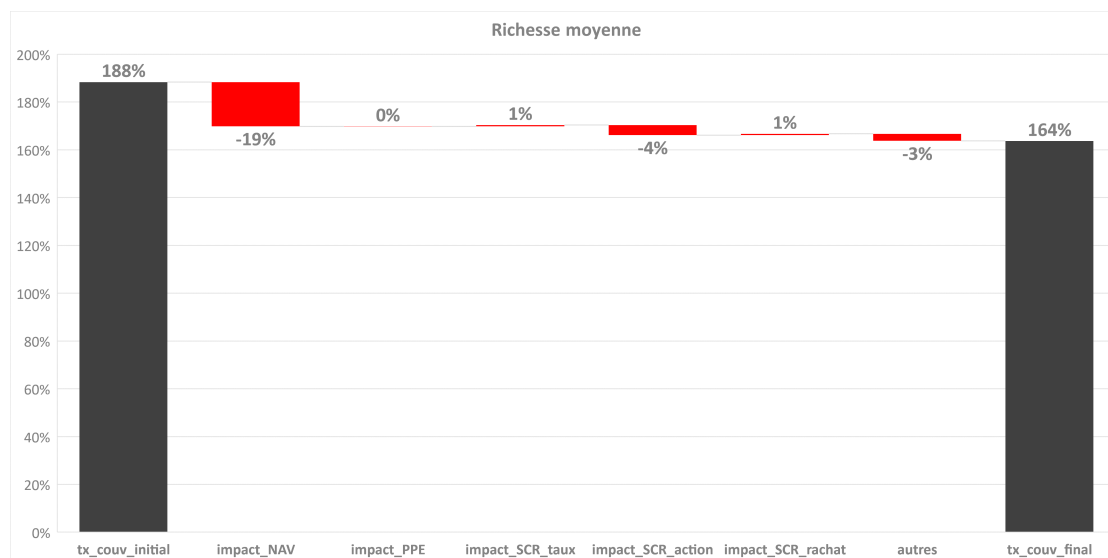


FIGURE 6.15 – Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la cinquième année de projection

La cinquième année de projection, seule la NAV a un impact assez conséquent sur l'évolution du taux de couverture.

### NAV

	choc +100 bp tx 1	choc +100 bp tx 2	Variations
VM	142 658 792	141 165 397	-1,05%
BE	125 383 323	125 132 108	-0,20%
BE+RM	126 729 019	126 431 423	-0,23%
NAV	15 929 773	14 733 974	-7,51%
résultats	1 241 413	1 517 606	22,25%
NAV (hors rés)	14 688 360	13 216 368	-10,0%

FIGURE 6.16 – Evolution NAV

L'ordre de grandeur de l'évolution de la NAV est à peu près le même que lors de la première année de projection. La VM diminue en effet d'environ 1 point tandis que le BE ajoutée à la RM ne diminue que d'environ 0.2 point.

	An_5 +100 bp tx_1	An_5 +100 bp tx_2	Impact NAV
Chargements	0,90%	0,80%	
Frais	-0,33%	-0,34%	
PM	134 216 173	134 064 816	
Duration	8,71	8,67	
PVFP reconstituée	6 650 457	5 373 467	-8,69%
FPS1 après distribution des dividendes	9 000 000	9 000 000	0,00%
QPFP_PMVL	383 599	142 217	-1,64%
-RM	-1 345 696	-1 299 316	0,32%
<b>NAV</b>	<b>14 688 361</b>	<b>13 216 368</b>	<b>-10,02%</b>

FIGURE 6.17 – Evolution NAV

La diminution de la NAV de 10.02% est expliquée :

- par une baisse des PMVL initiales imputables aux FP (impacte de **-1,64%** sur la NAV)
- une diminution marginale de la risk margin (impacte de **0.32%** sur la NAV), portée par une baisse du SCR de souscription.
- par la diminution de la PVFP (impacte de **-8.69%** sur la NAV), pénalisée en grande partie par la diminution des marges que l'assureur peut prélever dans le respect de la PB minimum (impacte -8.5% sur la NAV)

## PPE

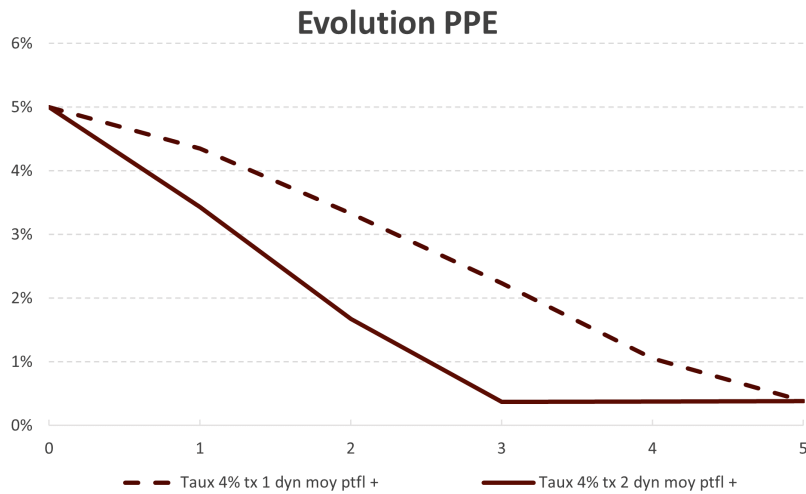


FIGURE 6.18 – Evolution PPE

La dernière année de projection, la PPE a été complètement épuisée dans les deux politiques de taux servis. Ainsi, ce facteur n'a pas d'impact sur l'évolution du taux de couverture lors du passage de la première politique de taux servi à la deuxième.

Pour la *compagnie sensible* :

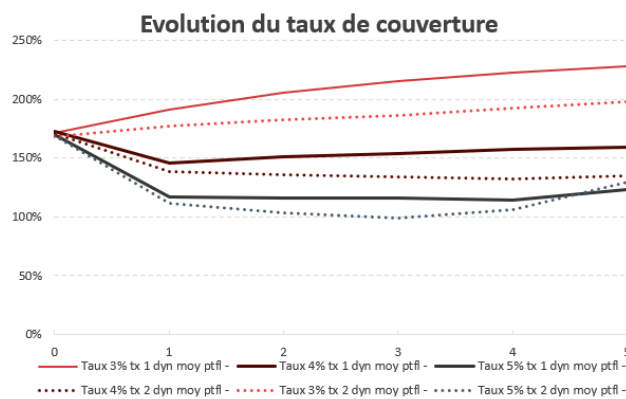


FIGURE 6.19 – Evolution du taux de couverture compagnie en danger en situation de richesse initiale moyenne

- Dans le contexte de taux à 3% un gain de 30 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 25 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 4% un gain 24 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 22 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 5%, la tendance s'inverse la dernière année de projection puisque la deuxième politique de taux servi permet d'avoir un taux de couverture de 7 points supérieur à la première politique de taux servi. Ce gain s'élève à 2 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.

Une nouvelle fois, la première politique de taux servi est préférable. Une exception est toujours observée la dernière année de projection, pour le scénario où les taux sont choqués de +2%. En effet, la deuxième politique de taux servi permet d'avoir cette année là et pour cette situation de taux un meilleur taux de couverture.



### Richesse initiale maximale

La situation avec la richesse maximale correspond à une réserve de capitalisation représentant 3% de la PM € soit 3M € et le capital est de 9% de la PM € soit 9M €.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Pour la *compagnie moyenne* :

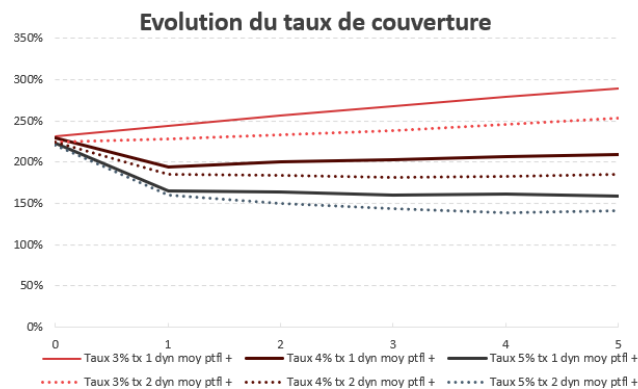


FIGURE 6.20 – Evolution du taux de couverture compagnie moyenne en situation de richesse initiale maximale

- Dans le contexte de taux à 3% un gain de 36 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 31 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 4% un gain de 24 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 24 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 5% un gain de 18 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 14 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.

Une nouvelle fois c'est la politique de taux servi 1 qui est préférable.

### Première année de projection

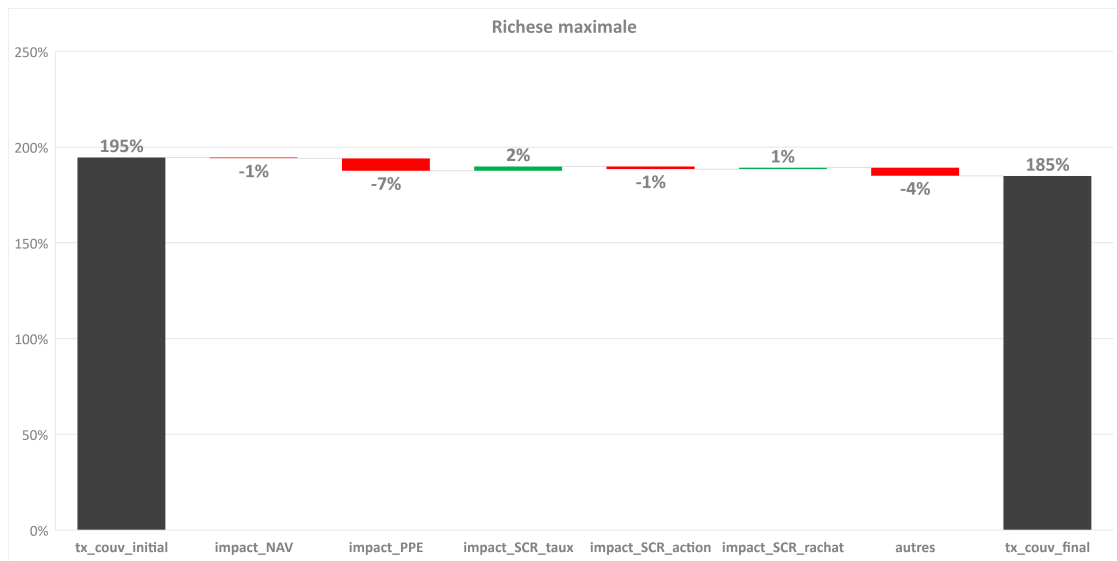


FIGURE 6.21 – Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la première année de projection

La première année de projection, seule la PPE a un impact conséquent sur l'évolution de la NAV.

### PPE

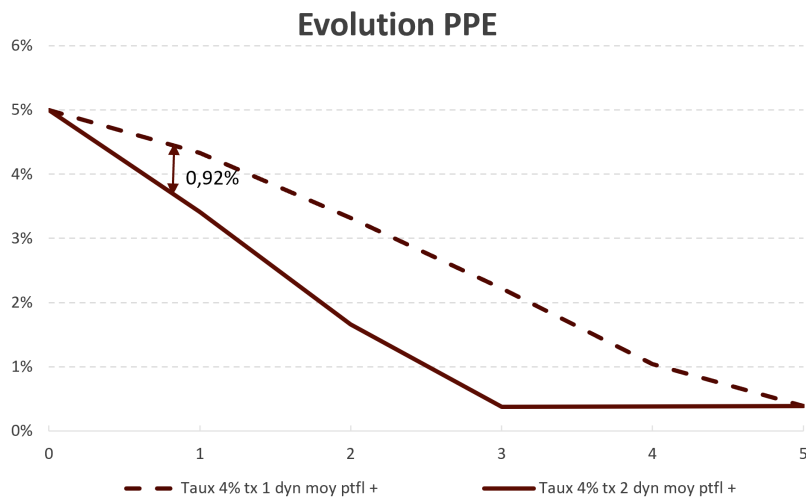


FIGURE 6.22 – Evolution PPE

En effet, la deuxième politique de taux est à même de consommer plus de PPE que la première afin de servir le taux cible.

#### Cinquième année de projection

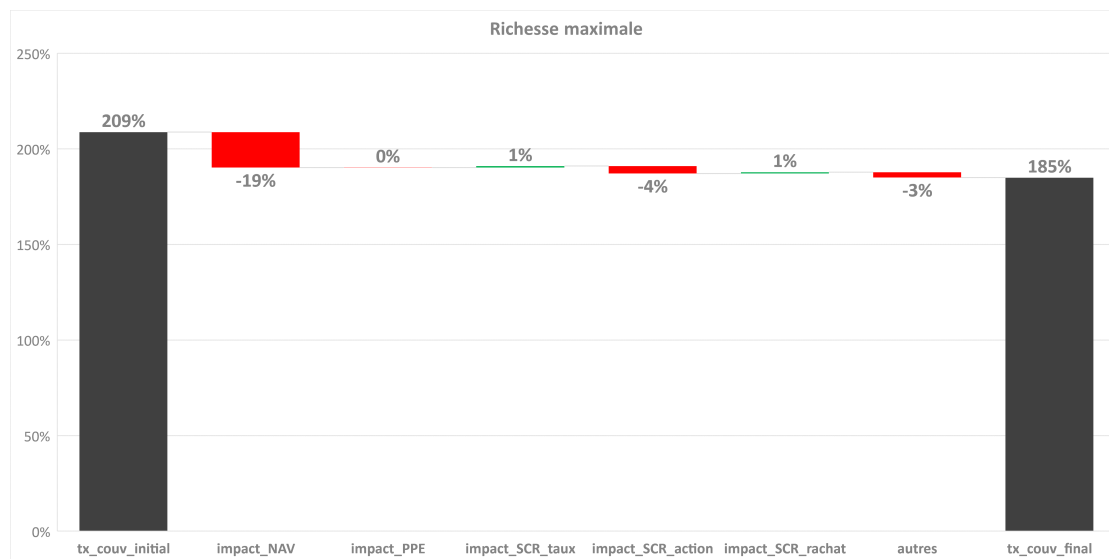


FIGURE 6.23 – Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la cinquième année de projection

La cinquième année de projection, seule la NAV a un impact conséquent sur l'évolu-

tion du taux de couverture.

### NAV

	choc +100 bp tx 1	choc +100 bp tx 2	Variations
VM	145 952 725	144 387 348	-1,07%
BE	125 353 350	125 143 652	-0,17%
BE+RM	126 776 373	126 514 554	-0,21%
NAV	19 176 352	17 872 793	-6,80%
résultats	1 367 543	1 675 153	22,49%
NAV (hors rés)	17 808 809	16 197 640	-9,0%

FIGURE 6.24 – Evolution NAV

Dans la situation avec la richesse maximale, la diminution relative de la valeur de marché est beaucoup plus importante que celle du BE. Ce qui tend à expliquer principalement l'écart de NAV entre les deux politiques de taux servis.

	An_5 +100 bp tx_1	An_5 +100 bp tx_2	Impact NAV
Chargements	0,90%	0,80%	
Frais	-0,33%	-0,34%	
PM	134 208 754	134 057 397	
Duration	8,75	8,71	
PVFP reconstituée	6 717 403	5 377 695	-7,52%
FPS1 après distribution des dividendes	12 000 000	12 000 000	0,00%
QFPF_PMVL	514 429	190 847	-1,82%
-RM	-1 423 023	-1 370 902	0,29%
NAV	17 808 809	16 197 640	-9,05%

FIGURE 6.25 – Evolution NAV

La diminution de la NAV de 9.05% est expliquée :

- par une baisse des PMVL initiales imputables aux FP (impacte de **-1,82%** sur la NAV)
- une diminution marginale de la *risk margin* (impacte de **0.29%** sur la NAV).
- par la diminution de la PVFP (impacte de **-7.52%** sur la NAV), pénalisée en grande partie par la diminution des marges que l'assureur peut prélever dans le respect de la PB minimum (impacte -7.3% sur la NAV)

### PPE

La dernière année de projection, la PPE a été épuisée dans les deux politiques de taux cibles afin de servir le taux. Ainsi, la PPE n'a pas d'impact sur l'évolution du taux de couverture.

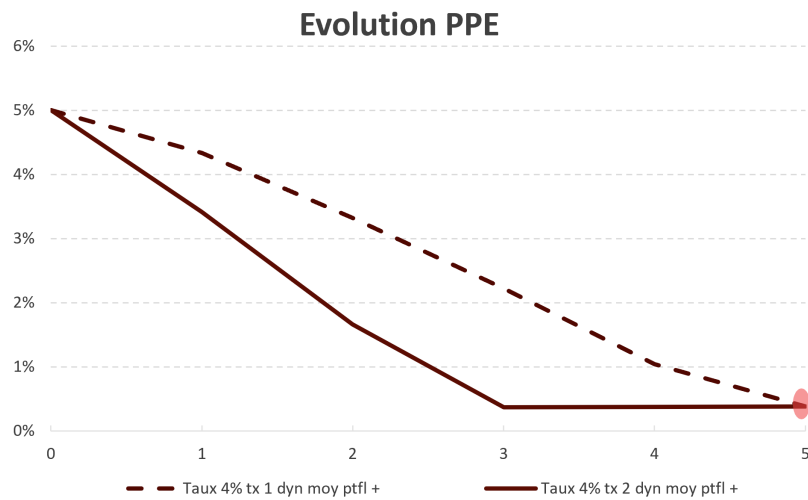


FIGURE 6.26 – Evolution PPE

Pour la *compagnie sensible* :

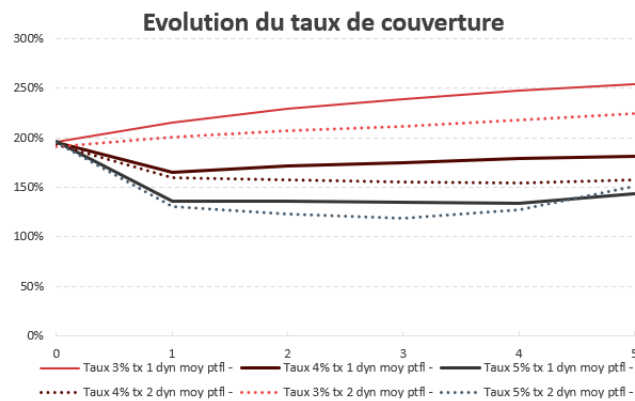


FIGURE 6.27 – Évolution du taux de couverture compagnie en danger en situation de richesse initiale maximale

- Dans le contexte de taux à 3% un gain de 30 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 25 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 4% un gain de 24 points est réalisé sur le taux de couverture. Ce gain s'élève à 22 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.
- Dans le contexte de taux à 5%, la tendance s'inverse la dernière année de projection

puisque la deuxième politique de taux servi permet d'avoir un taux de couverture de 7 points supérieur à la première politique de taux servi. Ce gain s'élève à 3 points lorsque les rachats dynamiques exploités sont les rachats dynamiques minimaux.

Comme pour les autres cas, la politique de taux servi 1 est préférable pour la compagnie en danger, excepté pour la dernière année de projection du scénario où les taux sont choqués de +2% par rapport au 31/12/2022.

### Conclusion

Deux politiques de taux cibles ont été exploitées et le but était de déterminer quelle politique permettait d'avoir le meilleur ratio de solvabilité pour l'assureur dans un contexte économique de hausse des taux.

Les deux politiques de taux cibles ont été challengées sur les deux compagnies et ce pour dans différentes situations de richesses initiales, et de rachats dynamiques. Ceci a été fait afin de déterminer la meilleure politique de taux cibles dans un contexte de hausse des taux.

Globalement, il s'avère que partir d'un certain taux servi initial et ajouter 20 bp tous les ans en plafonnant au TEC 10 est la meilleure solution. Cela permet d'avoir de meilleurs taux de couverture. Une exception demeure, lorsque les taux sont choqués de +2% pour la compagnie en danger. Quelque soit le niveau de richesse initiale, la politique de taux servi qui consiste à servir le TEC 10 offre de meilleurs taux de couverture la dernière année de projection.

## CONCLUSION

La hausse des taux a eu un impact considérable dans la solvabilité des assureurs. De 2021 à 2022, les assureurs ont vu en moyenne leur ratio de solvabilité diminuer.

Afin d'illustrer ceci, deux compagnies fictives ont été créées, et soumises à des scénarios de hausse des taux. Leur ratio de solvabilité s'en est vu impacté à la baisse.

Afin d'atténuer l'impact de la hausse des taux sur le ratio de solvabilité des assureurs, plusieurs leviers d'action ont été mis en place et testés sur les deux compagnies fictives créées :

- **Les arbitrages** des fonds en euro qui proposent des rendements pénalisés par la hausse des taux mais sécurisés vers les contrats en UC qui représentent un placement un peu plus risqué mais avec de meilleurs rendements.
- **Le pilotage de la réserve de capitalisation** où des obligations présentes dans les portefeuilles et offrant de faibles rendements ont été vendues à travers la réalisation de moins-values latentes afin d'investir dans des nouvelles obligations proposant de meilleurs taux.
- **Détermination d'une politique de taux servi**. Confrontation de deux politiques de taux servis. L'une où l'on sert le TEC 10, et l'autre progressant de façon arithmétique et plafonnée au TEC 10.

Le levier d'arbitrages des fonds en euro vers des contrats en UC s'est montré très intéressant avec une forte atténuation de l'impact du contexte de hausse des taux sur la solvabilité de l'assureur. Cependant, les fonds en UC représentent tout de même plus de risque et l'assureur ne peut pas forcer l'assuré à réaliser des arbitrages. C'est ainsi qu'est venu l'idée de trouver un deuxième levier qui puisse être indépendant du choix de l'assuré. Vendre des anciennes obligations pour investir dans des nouvelles obligations avec de meilleurs taux permet de diminuer les moins-values latentes présentes dans les portefeuilles mais l'atténuation en terme de taux de couverture est moindre. Enfin, la politique de taux servi consistant à plafonner le taux servi au TEC 10 s'avère assez efficace.

Malgré l'impact de la hausse des taux sur le ratio de solvabilité de l'assureur, les leviers mis en place ont permis d'atténuer ceci.



# Table des figures

1	Evolution des taux EIOPA entre décembre 2021 et décembre 2022 . . . . .	viii
2	Courbes des taux choquées . . . . .	viii
3	Evolution du taux de couverture des deux compagnies . . . . .	ix
4	Change on EIOPA rate from december 2021 to december 2022 . . . . .	xii
5	EIOPA rate shocked . . . . .	xiii
6	Evolution of the coverage rate at the two companies . . . . .	xiii
1.1	Taux OAT 10 ans. <i>Source : Banque de France</i> . . . . .	3
1.2	Evolution taux EIOPA . . . . .	4
2.1	Collecte nette annuelle ( <i>Source : ACPR</i> ) . . . . .	6
2.2	Arbitrages nets en faveur des fonds euros ( <i>Source : ACPR</i> ) . . . . .	6
2.3	Bilan ( <i>Source : Interne</i> ) . . . . .	10
2.4	Fonctionnement de la PD ( <i>Source : Interne</i> ) . . . . .	11
2.5	Evolution du taux du livret A, des rendements du fonds en euro et de l'inflation depuis 2000( <i>Source : [INSEE, 2023], [Finances, ],[Figures, 2023]</i> )	12
2.6	Bilan comptable et bilan économique . . . . .	14
2.7	Calcul du SCR en formule standard . . . . .	16
3.1	Test de martingalité en 0 des taux ZC nominaux au 31 décembre 2021 . . . . .	21
3.2	Test de martingalité en 0 des taux ZC nominaux au 31 décembre 2022 . . . . .	22
3.3	Test de market consistency : Réplication des prix des swaptions au 31 décembre 2021 . . . . .	23
3.4	Test de market consistency : Réplication des prix des swaptions au 31 décembre 2022 . . . . .	24
3.5	Test de martingalité pour les différents facteurs de risque au 31 décembre 2021 . . . . .	27
3.6	Test de martingalité pour les différents facteurs de risque au 31 décembre 2022 . . . . .	27
3.7	Calcul du SCR projeté . . . . .	29
3.8	Fonctionnement SALLTO ( <i>Source :interne</i> ) . . . . .	30
3.9	étapes ALM du support euro/UC( <i>Source :interne</i> ) . . . . .	32
4.1	Courbe des taux sans VA au 31 décembre 2021 . . . . .	34
4.2	Allocation d'actifs . . . . .	35

4.3	Poids rating obligations . . . . .	36
4.4	Composition du bilan . . . . .	37
4.5	Répartition des model points . . . . .	38
4.6	Rachats conjoncturels . . . . .	39
4.7	Evolution du TEC 10 . . . . .	40
4.8	Evolution du taux de couverture durant l'année 2022 . . . . .	41
4.9	Différences entre les deux compagnies . . . . .	42
4.10	Evolution du monétaire . . . . .	43
4.11	Courbes des taux choquées . . . . .	44
4.12	Evolution du taux de couverture de la compagnie moyenne . . . . .	45
4.13	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	46
4.14	Évolution des composantes de la NAV . . . . .	47
4.15	Évolution des composantes de la NAV . . . . .	48
4.16	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	49
4.17	SCR marché année 1 . . . . .	50
4.18	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	51
4.19	Evolution des composantes de la NAV . . . . .	52
4.20	Évolution des composantes de la NAV . . . . .	52
4.21	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	53
4.22	SCR marché année 5 . . . . .	54
4.23	Evolution du taux de couverture des deux compagnies . . . . .	55
4.24	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	56
4.25	Impacte des différentes composantes de la NAV . . . . .	56
4.26	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	57
4.27	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	58
4.28	SCR marché portefeuille sensible année 1 . . . . .	59
4.29	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	60
4.30	Impacte des différentes composantes de la NAV . . . . .	60
4.31	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	61
4.32	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	62
4.33	SCR marché portefeuille sensible année 5 . . . . .	62
5.1	Evolution du CAC 40 . . . . .	66
5.2	Arbitrages euro/UC compagnie moyenne . . . . .	67
5.3	impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	68
5.4	Impact des différents facteurs de la NAV . . . . .	68
5.5	Impact des différents facteurs de la NAV . . . . .	69
5.6	Evolution de la PPE . . . . .	70
5.7	SCR marché après arbitrages portefeuille moyen année 1 . . . . .	70
5.8	impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	71
5.9	Evolution de la NAV . . . . .	71
5.10	Evolution de la NAV . . . . .	72
5.11	Evolution de la PPE . . . . .	73

5.12	SCR marché après arbitrages portefeuille moyen année 5 . . . . .	73
5.13	Caractéristiques des nouvelles obligations des 2 portefeuilles . . . . .	75
5.14	Pilotage de la réserve de capitalisation portefeuille moyen . . . . .	76
5.15	Impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	77
5.16	Evolution de la NAV . . . . .	77
5.17	Evolution de la NAV . . . . .	78
5.18	Evolution de la PPE . . . . .	78
5.19	SCR marché après pilotage RK portefeuille moyen année 1 . . . . .	79
5.20	impact des différentes composantes du taux de couverture . . . . .	79
5.21	Evolution de la NAV . . . . .	80
5.22	Evolution de la NAV . . . . .	80
5.23	Evolution de la PPE . . . . .	81
5.24	SCR marché après pilotage RK portefeuille moyen année 5 . . . . .	81
5.25	Gain sur l'évolution des plus values latentes obligataires pour la compagnie moyenne . . . . .	83
5.26	Gain sur l'évolution des plus values latentes obligataires pour la compagnie en danger . . . . .	83
6.1	Richesses initiales . . . . .	87
6.2	Rachats dynamiques . . . . .	87
6.3	Rachats dynamiques . . . . .	88
6.4	taux servis . . . . .	88
6.5	Procédure de lancement des sensibilités . . . . .	89
6.6	Evolution du taux de couverture de la compagnie moyenne en situation initiale de richesses minimales . . . . .	90
6.7	Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la première année de projection . . . . .	91
6.8	Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la cinquième année de projection . . . . .	92
6.9	Evolution NAV . . . . .	92
6.10	Evolution NAV . . . . .	93
6.11	Evolution du taux de couverture compagnie en danger en situation de richesses initiales minimales . . . . .	93
6.12	Evolution du taux de couverture compagnie moyenne en situation de ri- chesse initiale moyenne . . . . .	95
6.13	Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la première année de projection . . . . .	96
6.14	Evolution PPE . . . . .	96
6.15	Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la cinquième année de projection . . . . .	97
6.16	Evolution NAV . . . . .	97
6.17	Evolution NAV . . . . .	98
6.18	Evolution PPE . . . . .	99

---

6.19	Evolution du taux de couverture compagnie en danger en situation de richesse initiale moyenne . . . . .	99
6.20	Evolution du taux de couverture compagnie moyenne en situation de richesse initiale maximale . . . . .	101
6.21	Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la première année de projection . . . . .	102
6.22	Evolution PPE . . . . .	103
6.23	Impact des différents facteurs sur le taux de couverture la cinquième année de projection . . . . .	103
6.24	Evolution NAV . . . . .	104
6.25	Evolution NAV . . . . .	104
6.26	Evolution PPE . . . . .	105
6.27	Évolution du taux de couverture compagnie en danger en situation de richesse initiale maximale . . . . .	105
B.1	Matrice de corrélation des sous modules de marché pour des chocs à la hausse . . . . .	119
B.2	Matrice de corrélation des sous modules de marché pour des chocs à la baisse . . . . .	119
B.3	Matrice de corrélation des sous modules vie . . . . .	119
C.1	Table de mortalité TH0002 . . . . .	121

# Bibliographie

- [ACPR, 2023] ACPR (2023). Le marché de l'assurance vie en 2022. ACPR.
- [Armel, 2023] ARMEL, K. (2023). Cours générateurs de scénarios économiques. Cours Master 2 EURIA.
- [Assureur, 2023] ASSUREUR, F. (2023). L'assurance vie enregistre une collecte nette positive. France Assureurs.
- [EIOPA, 2022] EIOPA (2022). Courbe des taux sans risque.
- [Figures, 2023] FIGURES, F. . (2023). Rendements fonds en €. Fact Figures.
- [Finances, ] FINANCES, T. S. M. Livret a. Tout Sur Mes Finances, year = 2023.
- [GVFM, 2023] GVFM (2023). Good value for money.
- [Hamon, 2022] HAMON, F. (2022). Gestion des risques financiers - la gestion du risque de taux. Cours Master 1 EURIA.
- [INSEE, 2023] INSEE (2023). Inflation. INSEE.
- [Jean David, 2022] JEAN DAVID, H. (2022). Inflation : 9 vérités pour comprendre et s'adapter. Business JDH.
- [Joly, 2022] JOLY, A. (2022). Taux bas, remontée des taux : Quel avenir pour les fonds€. Mémoire d'actuariat.
- [Kerhaignon, 2023] KERHAIGNON, V. (2023). Cours de comptabilité des sociétés d'assurance. Cours Master 2 EURIA.
- [Montagne, 2017] MONTAGNE, P. (2017). Les fonds euros, enjeux et perspectives pour les assureurs et pour les épargnants. Mémoire d'actuariat.
- [Pascal JULIEN SAINT-AMAND, 2022] PASCAL JULIEN SAINT-AMAND, S. G. (2022). Assurance-vie et contrats de capitalisation. Lefebvre Francis.
- [Pierre, 2019] PIERRE, B. (2019). Inflation et désinflation. La Découverte.
- [Thieblin, 2020] THIEBLIN, Q. (2020). Impact du contexte de taux bas prolongé sur la solvabilité d'une assurance vie. Mémoire d'actuariat.
- [Tichit, 2019] 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.



# Annexe A

## Fonctionnement du GSE

### Entrées

Les données d'input sont des données économiques et financières issues de Bloomberg ou de l'EIOPA. Ces données sont fournies à l'outil de façon manuel.

Trois blocs de paramètres doivent être renseignés en input : Market data, les paramètres de calibration et les paramètres de diffusion.

Concernant le bloc Market Data , nous allons renseigner :

- Courbe de taux calibration
- Profil VA calibration et diffusion
- Choc hausse et baisse
- Inflation
- Swaptions prix et Swaptions poids
- Prix des options call/put
- Corrélations

Les différentes simulations sont réalisées d'une part sans choc, mais également avec des chocs positifs et négatifs, suite aux directives EIOPA dans Solvabilité II qui exige la réalisation de chocs.

Les courbes de taux concernent les courbes fournies par l'EIOPA et utiles pour la calibration et la diffusion du modèle (courbes des taux Zéro Coupon , courbes de taux nominale ) . On renseigne également la Volatility adjustment ainsi que les coefficients de chocs à la hausse et à la baisse.

Les courbes utilisées pour la calibration ne sont pas nécessairement les mêmes que l'on utilise pour la diffusion.

On retrouve également des instruments financiers, dans les inputs du Générateur de scénarios économiques :

- Prix de call et de put à strike, spot, taux de dividende fixé (basé sur l'indice Eurostoxx 50)
- Prix des swaptions
- Prix des zéro coupons indexés sur l'inflation
- Données (historique) annuelles de l'inflation en France (utile lorsque que l'on calibre le modèle d'inflation stochastique)
- Paramètres que l'on utilise pour réaliser les chocs à la baisse de la courbe des taux EIOPA
- Courbe des taux swaps indicés sur l'inflation
- Volatility Adjustment

On peut enfin présenter les paramètres de calibration du GSE. Parmi ces paramètres on retrouve :

- Le modèle de taux utilisé (Hull White ici ) taux nominal et taux réel
- Les paramètres de calibration ( shift, cap, corr alpha, corr beta, force de rappel ,)
- Modèle action (globale, autre )
- Modèle Private equity
- vol private equity
- modèle Immobilier

Les différents paramètres du modèle peuvent être déterminés soit par calibration soit à la suite de dires d'expert.

Viennent ensuite les paramètres de diffusion ESG qui permettent de diffuser le modèle :

- le nombre de simulations (souvent fixé à 1000)
- l'horizon de projection
- le paramètre de maturité maximale (souvent fixé à 30, correspond à la maturité après laquelle il est difficile de trouver des données)
- la graine d'aléa qui permet de se placer dans un cadre pseudo aléatoire et n'empêchant pas de trouver les mêmes résultats si on relance le run avec la même graine.
- L'ajustement pour martingalité permettant de forcer artificiellement la martingalité. Car des erreurs peuvent faire en sorte à ce que cette martingalité ne soit pas respectée, en particulier les erreurs de développement, le nombre pas très élevé de simulations...
- diffusion avec VA permet de diffuser le modèle en prenant la courbe des taux qui prend en compte la volatility adjustment. Les modèles sont dans ce cas calibrés avec des courbes des taux sans VA et diffusés avec des courbes de taux avec VA.



**Sorties**

Parmi les sorties du GSE, on retrouve :

- Déflateur
- les actions classiques cotées sur le marché OCDE
- les actions cotées sur le marché OTC ou autres (plus risquées que les actions précédentes cotées sur le marché OCDE et dites globales")
- Fonds alternatifs
- Private equity (forme d'action)
- immobilier
- inflation
- projection de cash



## Annexe B

### Matrices de corrélation

Corrélation (if int risk scenario is up)	CorrMkt	Mktint	Mkteq	Mktprop	Mktsp	Mktx	Mktconc
Risque de taux d'intérêt	Mktint	100%	0%	0%	0%	25%	0%
Risque actions	Mkteq	0%	100%	75%	75%	25%	0%
Risque immobilier	Mktprop	0%	75%	100%	50%	25%	0%
Risque de spread	Mktsp	0%	75%	50%	100%	25%	0%
Risque de change	Mktx	25%	25%	25%	25%	100%	0%
Risque de concentration	Mktconc	0%	0%	0%	0%	0%	100%

FIGURE B.1 – Matrice de corrélation des sous modules de marché pour des chocs à la hausse

Corrélation (if int risk scenario is down)	CorrMkt	Mktint	Mkteq	Mktprop	Mktsp	Mktx	Mktconc
Risque de taux d'intérêt	Mktint	100%	50%	50%	50%	25%	0%
Risque actions	Mkteq	50%	100%	75%	75%	25%	0%
Risque immobilier	Mktprop	50%	75%	100%	50%	25%	0%
Risque de spread	Mktsp	50%	75%	50%	100%	25%	0%
Risque de change	Mktx	25%	25%	25%	25%	100%	0%
Risque de concentration	Mktconc	0%	0%	0%	0%	0%	100%

FIGURE B.2 – Matrice de corrélation des sous modules de marché pour des chocs à la baisse

CorrLife	Mortality	Longevity	Disability	Life Expenses	Revision	Lapse	Life CAT
Mortality	100%	-25%	25%	25%	0%	0%	25%
Longevity	-25%	100%	0%	25%	25%	25%	0%
Disability	25%	0%	100%	50%	0%	0%	25%
Life Expenses	25%	25%	50%	100%	50%	50%	25%
Revision	0%	25%	0%	50%	100%	0%	0%
Lapse	0%	25%	0%	50%	0%	100%	25%
Life CAT	25%	0%	25%	25%	0%	25%	100%

FIGURE B.3 – Matrice de corrélation des sous modules vie



# Annexe C

## Table de mortalité TH002

Age	Lx	Age	Lx
1	100000	57	88929
2	99513	58	88151
3	99073	59	87329
4	98446	60	86460
5	98424	61	85538
6	98406	62	84558
7	99390	63	83514
8	99376	64	82399
9	99363	65	81206
10	99350	66	79926
11	99338	67	78552
12	99325	68	77078
13	99312	69	75501
14	99296	70	73816
15	99278	71	72019
16	99259	72	70105
17	99239	73	68070
18	99153	74	65914
19	99097	75	63637
20	99015	76	61139
21	98921	77	58718
22	98820	78	56072
23	98716	79	53303
24	98612	80	50411
25	98509	81	47390
26	98406	82	44134
27	98303	83	40946
28	98198	84	37546
29	98091	85	34072
30	97982	86	30575
31	97870	87	27104
32	97756	88	23707
33	97639	89	20435
34	97517	90	17338
35	97388	91	14464
36	97249	92	11852
37	97100	93	9526
38	96939	94	7498
39	96765	95	5769
40	96576	96	4331
41	96369	97	3166
42	96141	98	2249
43	95887	99	1549
44	95606	100	1032
45	95295	101	663
46	94952	102	410
47	94575	103	264
48	94164	104	139
49	93720	105	75
50	93244	106	39
51	92736	107	19
52	92196	108	9
53	91621	109	4
54	91009	110	2
55	90358	111	1
56	89665	112	0

FIGURE C.1 – Table de mortalité TH0002