



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 Actuaire

le 24 mars 2021

Par : Albane DECHAZAL

Titre : Dilution et relation d'un portefeuille d'assurance vie par la collecte nette

Confidentialité : Non

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

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

Lilia ALLAG

Signature :

Dominique ABGRALL

Signature :

**Entreprise :**

Monsieur PIERMAY, Président de FIXAGE

Signature :

**Membre présent du jury de l'EURIA :**

Rainer BUCKDAHNS

Signature :

**Directeur de mémoire en entreprise :**

Jérôme CONTANT

Signature :

**Invité :**

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 :

# Remerciements

Je souhaite remercier en premier lieu, Monsieur Michel PIERMAY, Président de FIXAGE, pour m'avoir accueillie au sein de sa société, pour son accompagnement régulier et ses conseils avisés.

Je remercie l'ensemble des collaborateurs de Fixage pour l'aide précieuse qu'ils m'ont apportée ainsi que pour leur disponibilité, et tout particulièrement, Charlotte MARTIN, Jérôme CONTANT, Jean WILHELM, Reda MOUZEYAR, Antoine LE TESSON, Alicia LE GUYADER, Damien POINTIN.

Je remercie également Oumar DIARRA pour l'aide et le soutien extraordinaire qu'il m'a apportés durant toute la durée de mon stage.

Je remercie aussi l'équipe pédagogique de l'EURIA pour la qualité des cours dispensés, Monsieur VERMET, directeur de l'Euria, Monsieur FRANKE, directeur des Etudes et Monsieur HAMON, responsable du Master 2.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Madame BENYOUNES, Maître de conférence au Département de Mathématiques à l'UFR sciences et techniques de Brest, une enseignante exceptionnelle qui a toujours su m'encourager tout au long de mon parcours universitaire.

Enfin, je remercie ma maman, pour ses relectures et son soutien indéfectible.

## Résumé

La baisse continue des taux d'intérêt depuis plus de 20 ans et le passage de certains taux obligataires d'État en territoire négatif, associés à une collecte dynamique ont directement impacté le rendement des fonds en euros en raison de leur composition majoritaire en obligations.

La collecte nette se définit par la différence entre les versements reçus et les prestations payées (rachats, capitaux décès) pour un exercice donné.

Lorsqu'elle est positive et que les taux sont bas, les assureurs sont contraints d'investir une part importante des nouveaux capitaux dans des obligations à rendement faible, ce qui diminue mécaniquement le taux de rendement actuariel à l'achat du portefeuille obligataire (TRA).

A l'inverse, lorsque la collecte nette est négative, l'assureur peut être contraint de vendre des obligations afin d'augmenter le TRA.

Ainsi, les mouvements de la collecte nette, relativement à l'environnement de taux, entraînent un ajustement de l'actif, et dès lors, une dilution ou relation du TRA.

Le terme de relation fait référence à une augmentation ou à une amélioration d'un indicateur de richesse, et celui de la dilution, à une diminution ou dégradation de cet indicateur.

La dilution du TRA entraîne une dilution du taux de rendement comptable de l'actif (TRCA), ce qui peut être problématique pour l'assureur puisqu'il est tenu de revaloriser l'épargne aux taux garantis contractuellement. En cas de TRCA insuffisant, l'assureur pourrait être obligé d'impacter ses résultats et par conséquent, dégrader sa solvabilité.

Ce mémoire vise à étudier les effets de dilution et de relation du TRA et du ratio de solvabilité d'un assureur vie. Pour cela, nous évaluerons le bilan prudentiel d'une compagnie d'assurance vie à une date initiale, à l'aide d'un générateur de scénarios économiques et d'un outil de gestion actif-passif. Puis, nous réévaluerons le bilan prudentiel un an plus tard après avoir fait évoluer le bilan comptable de manière déterministe en prenant différentes hypothèses de collecte nette et en modifiant l'environnement de taux. Nous pourrions ainsi comparer l'évolution des indicateurs étudiés.

**Mots clefs:** Assurance vie, Solvabilité 2, fonds en euros, dilution, relation, rendement comptable, solvabilité, collecte nette, taux bas.

# Abstract

The continued drop in interest rates for more than 20 years and the shift of certain government bond rates into negative territory, combined with strong inflows, have directly impacted the return on euro funds due to their majority bond composition.

Net inflows are defined as the difference between payments received and benefits paid (surrenders, death benefits) for a given year.

When net inflows are positive and interest rates are low, insurers invest the new capital mainly in low-yielding bonds which mechanically reduces the actuarial yield rate calculated purchase (AYR) of the insurer's bond portfolio.

Conversely, when net inflows are negative, the insurer may be forced to sell bonds to increase the actuarial yield rate.

Thus, movements in net inflows, relative to the interest rate environment, can lead to an adjustment of the insurer's assets, and therefore a dilution or relation of the actuarial yield rate.

The term "accretion" refers to an increase or improvement in a wealth indicator, and the term "dilution" refers to a decrease or deterioration of this indicator.

The dilution of the actuarial yield rate leads to a dilution of the accounting rate of return on assets, which can be problematic for the insurer since it is required to revalue savings at contractually guaranteed rates. In case he does not have a sufficiently high accounting rate of return on assets, the insurer could be obliged to impact its results and consequently deteriorate its solvency.

The purpose of this paper is to study the dilution and accretion effects of the actuarial yield rate and the solvency ratio of a life insurer. To do so, we will evaluate the prudential balance sheet of a life insurance company at an initial date, using an economic scenario generator and an Asset and Liability Management tool. Then, we will re-evaluate the prudential balance sheet one year later after having deterministically modified the accounting balance sheet by taking different net inflow assumptions and modifying the rate environment. This will enable us to compare the evolution of the indicators studied.

**Keywords:** Life insurance, euro funds, Solvency 2, net inflows, low rates, dilution, accretion, actuarial yield rate, solvency ratio.

# Note de synthèse

## Contexte

L'encours des contrats d'assurance vie a atteint 1 789 milliards d'euros au début de l'année 2020, dont 80% de ce montant est placé sur les fonds en euros. Cette importance s'explique notamment par l'attractivité des garanties offertes aux assurés telles que la garantie de l'épargne acquise, la disponibilité du capital à tout moment, la revalorisation annuelle de l'épargne à un taux garanti contractuellement. Toutefois, ces avantages offerts aux assurés contraignent les assureurs à investir une importante partie de leurs actifs en obligations d'États et d'entreprises bien notées. La chute des rendements obligataires entraîne donc inéluctablement celle des rendements du fonds en euros.

D'ailleurs, la collecte dynamique sur les fonds en euros dans cet environnement de taux durablement bas a conduit à la dilution du taux de rendement actuariel à l'achat des portefeuilles obligataires. Cette situation s'est traduite par la baisse du rendement comptable de l'actif, des fonds propres et de la solvabilité des entreprises d'assurance vie. Cela a également eu un impact significatif sur la revalorisation des contrats d'assurance vie, qui est passée en moyenne de 5.3% (net de chargements, brut d'impôts) au début des années 2000 à 1.1 % en 2020, soit une baisse de 79% en 20 ans.

Nous illustrons dans ce mémoire la dilution et la relation d'un portefeuille d'assurance vie à partir de deux indicateurs qui sont le taux de rendement actuariel à l'achat du portefeuille obligataire et le ratio de solvabilité.

## La définition des indicateurs de dilution et de relation comptable et prudentiel

Nous avons choisi d'étudier un indicateur comptable (le taux actuariel à l'achat du portefeuille obligataire) et un indicateur de solvabilité (le ratio de solvabilité) afin d'illustrer les effets de dilution et de relation.

Le taux de rendement actuariel à l'achat du portefeuille obligataire se calcule en égalisant la valeur comptable du portefeuille aux flux futurs actualisés (coupons et remboursements). Cet indicateur permet de suivre la rentabilité réelle du portefeuille obligataire. Il se déduit directement des portefeuilles obligataires possédés aux dates d'arrêtés.

Le second indicateur que nous avons étudié est le ratio de solvabilité. Il est égal au rapport entre les fonds propres prudentiels et le SCR. Il permet d'évaluer le niveau de couverture du SCR par les fonds propres. L'ACPR surveille les assureurs dont le ratio tombe en dessous de

150%.

Les fonds propres prudentiels sont définis dans la directive Solvabilité 2 comme étant l'excès de l'actif par rapport au passif. Leur évaluation nécessite la valorisation de l'actif et du passif en juste valeur.

Le SCR, quant à lui, correspond au montant minimum de fonds propres dont l'assureur doit disposer pour faire face à des pertes exceptionnelles au seuil de 99.5%. Il est calculé en appliquant des chocs sur l'actif en valeur de marché et / ou sur le passif, définis par la Formule Standard.

Dans cette étude, nous comparons la situation d'un assureur vie commercialisant des contrats d'épargne en euros, entre deux dates d'arrêtés, les 31/12/2019 et 31/12/2020, à travers trois scénarios de collecte nette. Nous pouvons ainsi mesurer la dilution des deux indicateurs définis ci-dessus entre ces deux dates, relativement à la variation de la collecte nette et des taux de marché. Le processus de projection du bilan prudentiel entre le 31/12/2019 et le 31/12/2020 suivant les trois scénarios de collecte nette est décrit sur le graphique 1.

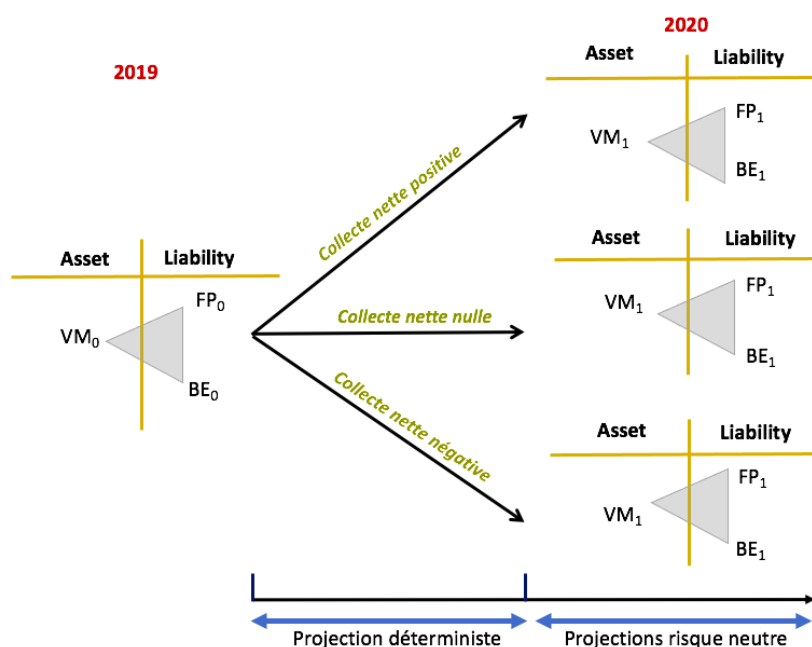


FIGURE 1: Processus de projection du bilan prudentiel à travers 3 scénarios de collecte nette

## La méthode de projection du ratio de solvabilité dans un an

La détermination des fonds propres prudentiels nécessite l'évaluation préalable de la provision Best Estimate. Cette dernière est calculée à partir de scénarios économiques risque neutre calibrés avec l'information économique connue à la date de calcul et d'un outil de gestion actif – passif. Cet outil permet de modéliser les flux futurs probables et de tenir compte des interactions entre l'actif et le passif induites par les options et garanties financières des contrats en euros.

Le calcul du Best Estimate dans un an requiert la mise en place d'une méthode de projection du bilan prudentiel. Une méthode qui pourrait être utilisée est la méthode des Simulations dans les Simulations (SdS). Elle consiste à projeter des scénarios économiques en univers monde réel au cours de la première année (scénarios primaires), puis pour chaque scénario primaire, projeter

de nouveaux scénarios économiques en univers risque neutre (scénarios secondaires).

Les scénarios économiques primaires en monde réel permettent de simuler l'évolution des variables économiques et financières entre l'année 2019 et l'année 2020. Ces simulations sont calibrées sur la base des observations historiques (monde-réel).

Les simulations secondaires permettent ensuite de déterminer la provision Best Estimate au 31/12/2020. Elles sont générées en univers risque neutre conditionnellement à la situation économique établie lors de la première simulation. Cela permet d'obtenir une valorisation « market consistent » des éléments du passif.

Toutefois, la méthode SdS est particulièrement coûteuse en temps de calcul compte tenu du nombre important de simulations stochastiques (simulations primaires et simulations secondaires).

Nous avons alors décidé d'utiliser dans ce mémoire une méthode alternative simplifiée au niveau du premier niveau de simulation. En effet, au lieu de simuler un grand nombre de scénarios stochastiques en monde réel comme le requiert la méthode des SdS, nous choisissons de projeter un unique scénario déterministe en monde réel. Le deuxième niveau de simulation reste inchangé.

## **L'impact de la collecte nette sur le portefeuille étudié en période de taux bas**

Dans son rapport « Analyse et Synthèses 72 » de septembre 2016, l'ACPR indique : « la persistance d'une situation de taux d'intérêts bas est un facteur d'attention pour l'ACPR puisqu'elle est de nature à pénaliser les assureurs dans la durée : en effet, les rendements des titres entrant en portefeuille sont inférieurs aux taux servis sur les polices d'assurance vie et ce phénomène est d'autant plus fort que la collecte sur les contrats en euros est dynamique. »

Nous illustrons les effets de la baisse des taux et de la collecte nette sur un assureur vie commercialisant des contrats d'épargne en euros. Pour ce faire, nous faisons trois hypothèses de collecte nette :

- Un scénario de collecte nette positive correspondant à une situation où la collecte brute (nette des frais d'entrée) est supérieure aux prestations de l'année ;
- Une collecte nette nulle correspondant à une situation où la collecte brute (nette de frais d'entrée) est du même montant que les prestations de l'année ;
- Une collecte nette négative correspondant à une situation où la collecte brute (nette de frais d'entrée) est inférieure aux prestations de l'année.

## **L'impact de la collecte nette sur le TRA**

Nous analysons dans un premier temps, la variation du Taux de Rendement Actuariel (TRA) du portefeuille obligataire entre les deux dates d'arrêté (31/12/2019 et 31/12/2020).

Nous constatons sur la figure 2 que le TRA est dilué dans les trois scénarios entre 2019 et 2020. Cela est dû au fait que, durant notre projection, nous investissons les produits financiers

et réinvestissons les obligations arrivant à échéance en 2020, à un taux d'intérêt négatif correspondant au taux en vigueur sur le marché.

La collecte nette positive augmente l'investissement obligataire tandis que la collecte nette négative le diminue, c'est pourquoi la dilution du TRA est moindre dans ce cas.

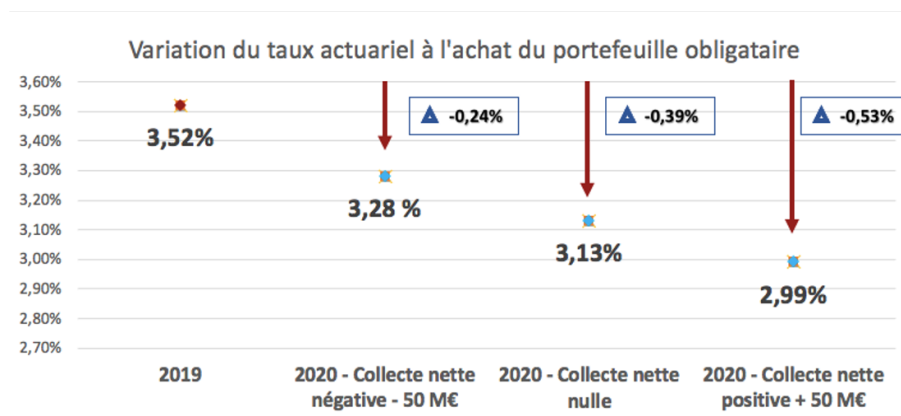


FIGURE 2: Variation du TRA entre 2019 et 2020 suivant les trois scénarios de collecte nette

## L'impact de la collecte nette sur le ratio de solvabilité

Comme nous pouvons le voir sur la figure 3, la collecte associée à l'environnement de baisse de taux a conduit à la baisse du ratio de solvabilité pour les raisons principales suivantes :

- La valeur des actifs et des passifs augmente par effet d'actualisation à la suite de la baisse des taux. L'effet global dépend de l'écart de durée entre l'actif et le passif. En assurance vie, la durée du passif est généralement plus longue que celle de l'actif. Ainsi, lorsque les taux baissent, le passif augmente plus vite que l'actif et entraîne une baisse des fonds propres prudentiels.
- Les résultats futurs et notamment la marge financière (différence entre le TRCA et le taux de participation aux résultats) ont baissé en 2020. Les produits financiers diminuent à cause de la dilution du TRA et de l'investissement de la collecte sur des actifs sans plus-value latente. Cette baisse des produits financiers engendre une diminution de la revalorisation de l'épargne des assurés qui ne peut être inférieure au taux de revalorisation contractuelle.

Cependant, l'assureur peut être à certaines périodes dans l'incapacité de servir cette revalorisation et doit impacter sa marge financière. Et compte tenu de la forte contribution de la marge financière au résultat annuel, la baisse de celle-ci impacte directement la rentabilité de l'assureur. C'est une autre raison pour laquelle les fonds propres prudentiels baissent.

Nous constatons également que cette baisse des fonds propres est amplifiée dans le scénario de collecte nette positive par rapport aux deux autres scénarios de collecte nette, notamment parce que la collecte nette positive induit une diminution beaucoup plus importante du TRA au cours de la projection et une augmentation de l'investissement dans des actifs ayant des taux de plus-values latentes nuls.



- Nous notons une augmentation du SCR global (SCR souscription vie et SCR de marché) dans les trois scénarios de collecte nette.

La dégradation des taux servis consécutivement à la baisse des taux diminue la capacité d'absorption des pertes par la revalorisation de certains chocs du SCR de marché. La capacité d'absorption des pertes est encore plus faible dans le scénario de collecte nette positive. D'autre part, la baisse des taux augmente de façon importante les SCR de souscription (longévité et rachat).

Finalement, nous pouvons noter qu'une collecte nette négative dans un environnement de baisse de taux est favorable pour l'assureur car elle freine la dilution du TRA et du ratio de solvabilité contrairement au scénario de collecte nette positive où ces deux indicateurs sont fortement dégradés.

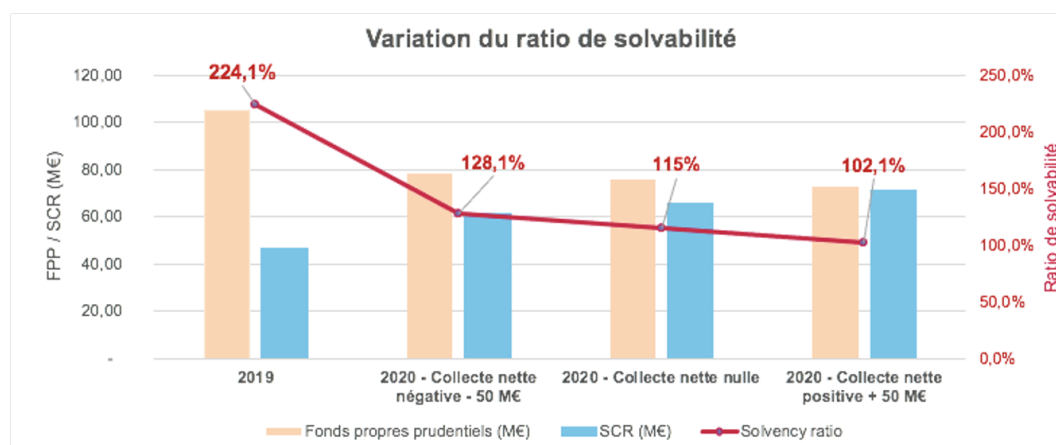


FIGURE 3: Variation du ratio de solvabilité entre 2019 et 2020 suivant les trois scénarios de collecte nette

## Conclusion

À travers cette étude, nous avons pu constater que la baisse des taux engendre une dilution du TRA et de la solvabilité des assureurs dans les trois scénarios de collecte nette. La collecte nette positive amplifie davantage cette dilution alors que la collecte nette négative permet de la freiner.

Toutefois, la dilution des taux actuariels à l'achat des portefeuilles obligataires pourrait perdurer si la baisse des taux se poursuivait. La solvabilité des assureurs s'en trouverait davantage dégradée. Le pilotage de la collecte nette peut permettre à l'assureur de diminuer la dilution du TRA et du ratio de solvabilité.

Pour cela, plusieurs mesures pourraient être mises en place, comme par exemple la limitation de l'accès aux fonds en euros, ou la réorientation de la collecte sur d'autres supports moins coûteux en capital pour l'assureur.

# Summary

## Context

Life insurance contracts outstanding reached €1,789 billion at the beginning of 2020, 80% of which is invested in euro funds. This importance can be explained in particular by the guarantees offered to policyholders such as the guarantee of accumulated savings, the availability of capital at any time, and the annual revaluation of savings at a contractually guaranteed rate. However, these advantages offered to policyholders oblige insurers to invest a large part of their assets in government bonds and in highly rated corporate bonds. The fall in bond yields therefore inevitably leads to a fall in the euro fund's returns.

Moreover, the dynamic inflows of euro funds in this environment of durably low interest rates has led to the dilution of the actuarial yield rate on purchase of bond portfolios. This situation resulted, inter alia, in a decline in the accounting return on assets, equity and even the solvency of life insurance companies. This has had a significant impact on the revaluation of life insurance contracts, which has fallen from an average of 5.3% (net of charges, gross of taxes) at the beginning of the 2000s to 1.1% in 2020, a decrease of 79% in 20 years.

In this paper, we illustrate the dilution and accretion of a life insurance portfolio using two indicators : the actuarial yield rate on purchase of the bond portfolio and the solvency ratio.

## **The definition of dilution and accretion indicators for accounting and prudential purposes**

We have chosen to study an accounting indicator (the actuarial yield rate on purchase of the bond portfolio) and a solvency indicator (the solvency ratio) to illustrate the effects of dilution and accretion of a life insurer.

The actuarial yield rate on purchase of the bond portfolio is calculated by equating the book value of the portfolio to the discounted future cash flows (coupons and bond redemption). This indicator makes it possible to monitor the real profitability of the bond portfolio. He is deducted directly from the bond portfolio held at both reporting dates.

The second indicator we have studied is the solvency ratio. It is equal to the ratio between the prudential capital and the SCR. It makes it possible to assess the level of coverage of the SCR by prudential capital. The French Prudential Control Authority supervises insurers whose ratio falls below 150%.

Prudential capital is defined in the Solvency 2 Directive as the excess of assets over liabilities. Their valuation therefore requires the valuation of assets and liabilities at fair value.

The SCR corresponds to the minimum amount of capital that the insurer must have available to meet exceptional losses at the 99.5% threshold. The SCR is calculated by applying shocks to the market value of assets and/or liabilities as defined by the Standard Formula.

In this study, we compare the situation of a life insurer sending euros savings contracts, at two reporting dates, 2019/12/31 and 2020/12/31, using three scenarios for net inflows between these two dates. This enables us to measure the dilution of the two indicators defined above between these two dates, relative to the change in net inflows and market rates. The process for projecting the prudential balance sheet between 2019/12/31 and 2020/12/31 according to the three net inflow scenarios is described on the graph 4.

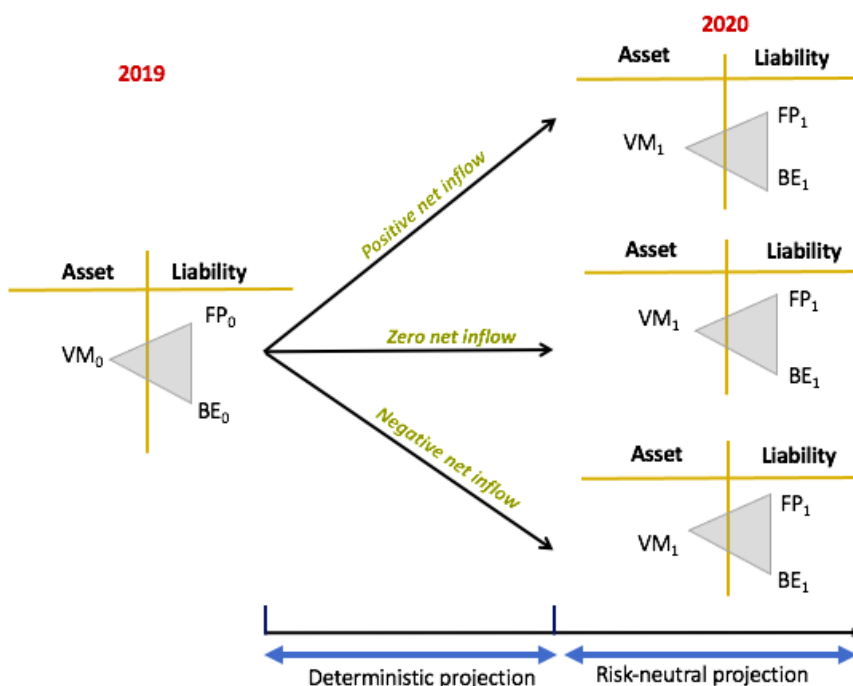


FIGURE 4: Process for projecting the prudential balance sheet through 3 net inflow scenarios

## The method for projecting the solvency ratio in one year's time

The determination of prudential capital requires the prior evaluation of the Best Estimate provision. The latter is calculated on the basis of risk-neutral economic scenarios calibrated with economic information known at the calculation date and an asset-liability management tool. This tool makes it possible to model probable future flows and to take into account the interactions between assets and liabilities induced by options and financial guarantees on euro funds contracts.

The calculation of the Best Estimate in one year's time requires the implementation of a projection method for prudential balance sheet. The method commonly used is the Simulations within Simulations method. It consists of projecting economic scenarios in the real world during the first year (primary scenarios), then for each primary scenario, projecting new economic scenarios in a neutral risk universe (secondary scenarios).

The primary economic scenarios in the real world make it possible to simulate the evolution of economic and financial variables between the years 2019 and 2020. These simulations are calibrated on the basis of historical observations (real world).

The secondary simulations are then used to determine the Best Estimate provision at 2020/12/31. They are generated in a neutral risk universe conditional on the economic situation established during the first simulation. This provides a "market consistent" valuation of liability items.

We then decided to use a simplified alternative method at the first simulation level in this paper. Indeed, instead of simulating a large number of stochastic real-world scenarios as required by the Simulations within Simulations method, we choose to project a single deterministic real-world scenario. The second level of simulation remains unchanged.

## **The impact of inflows on the portfolio under review in a period of low interest rates**

In its report « Analyse et Synthèse 72 » of September 2016, the French Prudential Control Authority states : « the persistence of a situation of low interest rates is a factor of attention for the the French Prudential Control Authority since it is likely to penalise insurers in the long term : indeed, the returns on securities entering the portfolio are lower than the rates served on life insurance policies and this phenomenon is all the stronger as the inflow on euro contracts is dynamic. »

We illustrate the effects of lower rates and net inflows on a life insurer marketing savings contracts in euros. To do so, we make three assumptions about net inflows to the portfolio :

- A positive net inflow scenario corresponding to a situation where gross inflow (net of entry fees) is higher than the benefits paid during the year ;
- A zero net inflow scenario corresponding to a situation where the gross inflow (net of entry fees) is the same amount as the benefits paid during the year ;
- A negative net inflow corresponding to a situation where gross inflow (net of entry fees) is less than the benefits paid during the year.

### **The impact of net inflow on the actuarial yield rate on purchase**

First, we analyse the change in the actuarial yield rate on purchase of the bond portfolio between the two reporting dates (2019/12/31 and 2020/12/31).

We see on the graph 5 that the TRA is diluted in the three scenarios between 2019 and 2020. This is due to the fact that during our projections, we invest the financial income and reinvest the bonds maturing in 2020, at negative interest rates corresponding to the prevailing market rate. Positive net inflows increase bond investment while negative net inflows decrease it, so the dilution of the actuarial yield rate is less in this case.

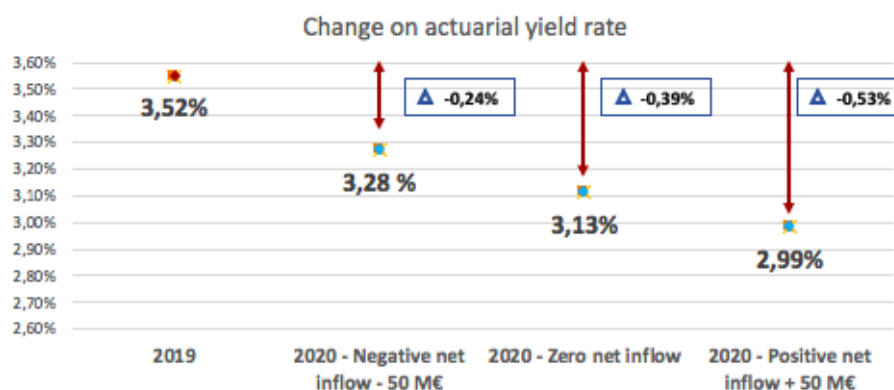


FIGURE 5: Change in the actuarial yield rate between 2019 and 2020 according to the three net inflow scenarios

## The impact of net inflow on the solvency ratio

As we can see on the graph 6, the net inflow associated with the risk-free rate cut environment led to a fall in the solvency ratio in all three scenarios, notably because :

- The value of assets and liabilities increases due to the discounting effect as a result of lower interest rates. The overall effect depends on the duration difference between assets and liabilities. In life insurance, the duration of the liabilities is generally longer than that of the assets. Thus, when interest rates fall, liabilities increase faster than assets, resulting in a decrease in prudential own funds.
- Future results and notably the financial margin (difference between the accounting rate of return on assets and the profit-sharing rate) have fallen in 2020. Financial income is decreasing due to the dilution of the actuarial yield rate and the investment of net inflows on assets with no unrealised capital gains. This drop in financial income leads to a decrease in the revaluation of policyholders' savings, which may be lower to the contractual revaluation rate.

However, the insurer may at certain periods be unable to service this revaluation and must impact its financial margin. And given the strong contribution of the financial margin to the annual result, the fall in this margin has a direct impact on the insurer's profitability. This is a reason why prudential capital is falling.

We also note that this decline in capital is amplified in the positive net inflow scenario compared to the other two net inflow scenarios, notably because positive net inflow induces a much greater decrease in the actuarial yield rate and in the investment of assets with zero unrealised capital gains.

- We note an increase in overall SCR (life underwriting SCR and market SCR) in all three net inflow scenarios.

The deterioration in rates served by the fall in rates reduces the capacity to absorb losses by revaluing certain shocks to the market SCR. The loss absorption capacity is even lower in the positive net inflow scenario. On the other hand, the fall in rates significantly increases the life underwriting SCR (longevity, mortality, surrender). Thus, the overall SCR increases in all three net inflow scenarios.

Finally, we can note that a negative net inflow in an environment of falling interest rates is beneficial for the insurer because it slows down the dilution of the TRA and the solvency ratio, contrary to the scenario of positive net inflow, where these two indicators are strongly deteriorated.

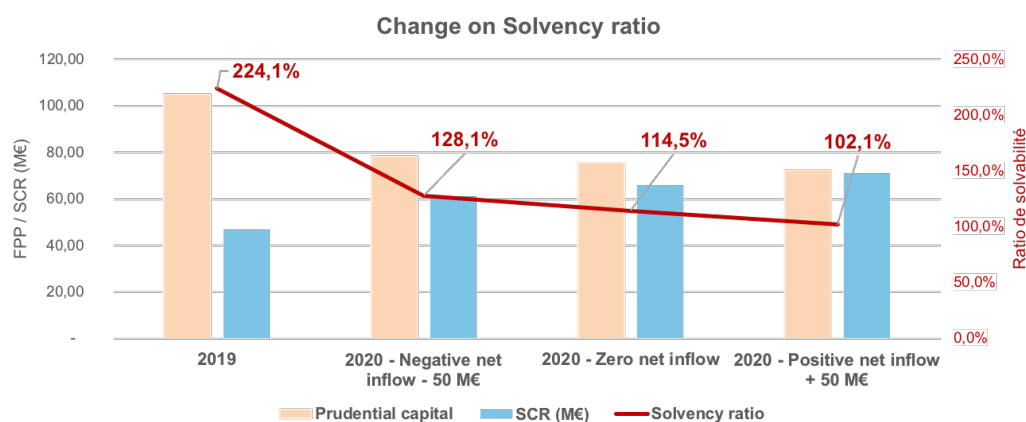


FIGURE 6: Change in the solvency ratio between 2019 and 2020 according to the three net inflow scenarios

## Conclusion

Through this study, we were able to observe that the fall in interest rates leads to a dilution of the actuarial yield rate on purchase and the solvency of insurers in the three net inflows scenarios. Positive net inflows further amplify this dilution, while negative net inflows help to slow it down.

However, the dilution of actuarial yield rates on purchase of bond portfolios could continue if the fall in rates were to continue. The solvency of insurers would be further deteriorated as a result. The piloting of net inflows can enable the insurer to reduce the dilution of the actuarial yield rate and the solvency ratio.

To do so, several measures could be put in place, notably limiting access to euro funds, redirecting inflows to other less capital-intensive media for the insurer.

# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>i</b>
<b>Résumé</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>Note de synthèse</b>	<b>iv</b>
<b>Summary</b>	<b>ix</b>
<b>Liste des acronymes</b>	<b>1</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Les contrats d'épargne en euros</b>	<b>3</b>
1.1 La présentation des contrats d'épargne . . . . .	3
1.2 Les caractéristiques des fonds en euros . . . . .	3
1.2.1 La garantie en capital . . . . .	4
1.2.2 La rémunération de l'épargne . . . . .	4
1.2.3 La liquidité du fonds en euros : le rachat et l'avance . . . . .	7
1.2.4 Les frais des contrats en euros . . . . .	8
1.3 L'évolution de la collecte et des taux servis au cours des dernières années . . . . .	8
1.3.1 L'évolution de la collecte . . . . .	8
1.3.2 L'évolution des taux servis . . . . .	11
<b>2 Les référentiels comptable et prudentiel appliqués à une société d'assurance vie et les indicateurs de dilution et de relation associés</b>	<b>12</b>
2.1 Le référentiel comptable français . . . . .	12
2.1.1 Le bilan comptable . . . . .	12
2.1.2 Le compte de résultat . . . . .	17
2.1.3 L'indicateur de dilution et de relation comptable : la variation du taux actuariel à l'achat du portefeuille obligataire . . . . .	17
2.1.4 L'évolution du taux de rendement comptable de l'actif (TRCA) au cours des dernières années . . . . .	18
2.1.5 Exemple de dilution et relation du taux de rendement actuariel à l'achat d'un portefeuille obligataire . . . . .	19
2.2 Le référentiel prudentiel . . . . .	24
2.2.1 Le bilan prudentiel . . . . .	25
2.2.2 Le Capital de Solvabilité Requis (SCR) . . . . .	27

2.2.3	L'indicateur de dilution et de relation prudentiel : la variation du ratio de solvabilité . . . . .	35
<b>3</b>	<b>La méthode de projection du bilan comptable et prudentiel</b>	<b>37</b>
3.1	La méthode de projection du ratio de solvabilité dans un an . . . . .	37
3.2	Le générateur de scénarios économiques . . . . .	39
3.2.1	Introduction au générateur de scénarios économiques . . . . .	39
3.2.2	Deux univers de projection : L'univers monde réel et l'univers risque neutre	40
3.2.3	Corrélation des actifs et génération de mouvements browniens corrélés . .	40
3.2.4	Le modèle de taux . . . . .	41
3.2.5	La modélisation de l'inflation . . . . .	44
3.2.6	La modélisation de la performance des actions . . . . .	45
3.3	Le modèle ALM . . . . .	47
3.3.1	La modélisation du passif . . . . .	48
3.3.2	La modélisation des flux futurs du portefeuille obligataire . . . . .	50
3.3.3	Les règles de gestion actif-passif . . . . .	53
<b>4</b>	<b>La mesure des effets de dilution - relation suivant trois scénarios de collecte</b>	<b>62</b>
4.1	La présentation du portefeuille étudié . . . . .	62
4.1.1	Le portefeuille de contrats . . . . .	62
4.1.2	Le portefeuille d'actif . . . . .	63
4.2	Le bilan comptable et prudentiel 2019 . . . . .	64
4.3	Les bilans comptables 2020 dans les trois scénarios de collecte nette . . . . .	65
4.3.1	Les hypothèses de la projection déterministe . . . . .	65
4.3.2	Le bilan comptable au 31/12/2020 après une collecte nette nulle . . . . .	66
4.3.3	Le bilan comptable au 31/12/2020 après une collecte nette positive . . . . .	66
4.3.4	Le bilan comptable au 31/12/2020 après une collecte nette négative . . . . .	66
4.3.5	Comparaison des taux actuariels à l'achat du portefeuille obligataire . . . . .	67
4.4	Les bilans prudentiels 2020 dans les trois scénarios de collecte nette . . . . .	67
4.4.1	Pourquoi les taux sont-ils bas ? . . . . .	67
4.4.2	Quel est l'impact des taux bas sur le bilan d'un assureur ? . . . . .	68
4.4.3	Le bilan prudentiel 2020 après une collecte nette nulle . . . . .	69
4.4.4	Le bilan prudentiel 2020 après une collecte nette positive . . . . .	69
4.4.5	Le bilan prudentiel 2020 après une collecte nette négative . . . . .	69
4.4.6	L'analyse de l'impact de la collecte nette et de la baisse des taux sur les fonds propres prudentiels . . . . .	71
4.4.7	L'analyse de l'impact de la collecte nette et de la baisse des taux sur le SCR	84
4.4.8	Les actions menées par les assureurs pour augmenter leur ratio de solvabilité	86
	<b>Conclusion</b>	<b>88</b>
	<b>Annexes</b>	
<b>A</b>	<b>Les matrices de corrélation utilisées pour le calcul du SCR en formule standard</b>	<b>91</b>
A.1	Matrice utilisée pour le calcul du BSCR . . . . .	91
A.2	Matrice utilisée pour le calcul du SCR marché . . . . .	91
A.3	Matrice utilisée pour le calcul du SCR souscription vie . . . . .	91



<b>B Les chocs à la hausse et à la baisse appliqués à la courbe des taux zéro coupon</b>	<b>92</b>
<b>C Le choc de spread obligataire</b>	<b>93</b>
<b>D Le test de Market Consistency</b>	<b>94</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>96</b>

# Table des figures

1	Processus de projection du bilan prudentiel à travers 3 scénarios de collecte nette	v
2	Variation du TRA entre 2019 et 2020 suivant les trois scénarios de collecte nette	vii
3	Variation du ratio de solvabilité entre 2019 et 2020 suivant les trois scénarios de collecte nette . . . . .	viii
4	Process for projecting the prudential balance sheet through 3 net inflow scenarios	x
5	Change in the actuarial yield rate between 2019 and 2020 according to the three net inflow scenarios . . . . .	xii
6	Change in the solvency ratio between 2019 and 2020 according to the three net inflow scenarios . . . . .	xiii
1.1	L'évolution de la provision pour participation aux bénéficiaires en pourcentage de la provision mathématique moyenne (source : ACPR) . . . . .	6
1.2	L'évolution du marché de l'assurance vie (source : ACPR) . . . . .	9
1.3	Évolution du marché de l'assurance vie au début de l'année 2020 (source : ACPR)	9
1.4	Comparaison des primes reçues en 2019 et 2020 . . . . .	10
1.5	Comparaison des prestations payées en 2019 et 2020 . . . . .	10
1.6	Comparaison des collectes nettes en 2019 et 2020 . . . . .	11
1.7	Comparaison des taux de rendement des fonds en euros, du TME, du taux d'inflation et du taux de livret A (source : ACPR) . . . . .	11
2.1	Bilan comptable simplifié en normes sociales françaises . . . . .	12
2.2	Le taux de rendement comptable de l'actif . . . . .	18
2.3	Évolution du taux de rendement comptable de l'actif au cours des dernières années (Source : ACPR) . . . . .	18
2.4	Bilan prudentiel . . . . .	24
2.5	Décomposition du SCR . . . . .	28
2.6	L'impact du choc de baisse des taux sur le bilan prudentiel . . . . .	30
2.7	L'impact du choc de hausse des taux sur le bilan prudentiel . . . . .	30
2.8	Courbes des taux du scénario central et des scénarios de chocs 2020 (source : EIOPA) . . . . .	31
2.9	L'impact des chocs du module de souscription vie sur le bilan prudentiel . . . . .	33
2.10	Évolution du ratio de solvabilité des organismes d'assurance vie et mixte (source : ACPR) . . . . .	36
3.1	L'évaluation du ratio de solvabilité dans un an : la méthode des simulations dans les simulations . . . . .	38
3.2	L'alternative à la méthode des simulations dans les simulations : la projection déterministe . . . . .	39
3.3	Test de martingalité pour les taux courts nominaux . . . . .	44
3.4	Test de martingalité des actions . . . . .	46

3.5	Le fonctionnement du modèle ALM . . . . .	47
3.6	Lois de rachats en nombre et en montant . . . . .	49
3.7	Lois de rachats conjoncturels . . . . .	55
3.8	Algorithme utilisé pour déterminer la participation aux bénéfices servie et les dotations et reprises à la PPB . . . . .	58
4.1	Caractéristiques du portefeuille d'actif . . . . .	63
4.2	Vieillessement du portefeuille obligataire étudié en 2019 . . . . .	63
4.3	Maturité des obligations du portefeuille obligataire étudié en 2019 . . . . .	63
4.4	Comparaison du TRCA 2019 et 2019 sc 2020 . . . . .	72
4.5	Comparaison du TRCA 2020 dans les différents scénarios de collecte nette . . . . .	72
4.6	TRA 2019 et TRA 2019 sc 20 . . . . .	73
4.7	Comparaison des TRA en 2020 . . . . .	74
4.8	Courbe des taux d'intérêt sans risque EIOPA 2019-2020 . . . . .	74
4.10	Prestations cumulées . . . . .	76
4.11	Comparaison du taux servi entre le scénario 19 et le scénario 19 sc 20 . . . . .	77
4.12	Comparaison du taux servi en 2020 . . . . .	78
4.13	Différence entre la PB distribuable et la PB servie entre le scénario 2019 et 2019 sc 20 . . . . .	78
4.14	Comparaison de la provision pour participation aux bénéfices entre le scénario 2019 et 2019 sc 20 . . . . .	79
4.15	Différence entre la PB distribuable et la PB servie dans les scénarios 2020 . . . . .	80
4.16	Comparaison de la provision pour participation aux bénéfices en 2020 . . . . .	80
4.17	Comparaison des résultats financiers . . . . .	81
4.18	Comparaison des résultats de gestion . . . . .	81
4.19	Comparaison du résultat annuel brut . . . . .	82
4.20	Comparaison de la réserve de capitalisation entre le 2019 et 2019 sc 20 . . . . .	83
4.21	L'évolution de la réserve de capitalisation en 2020 . . . . .	83
4.22	Comparaison des taux sans risque EIOPA du scénario central et du scénario de baisse des taux . . . . .	85
B.1	Les chocs à la hausse et à la baisse appliqués à la courbe des taux zéro coupon . . . . .	92

# Liste des acronymes

**BE** : Best Estimate

**CA** : Code des Assurances

**PB** : Participation aux Bénéfices

**PPB** : Provision pour Participation aux Bénéfices

**PDD** : Provision pour Dépréciation Durable

**PRE** : Provision pour Risque d'Exigibilité

**TMG** : Taux Minimum Garanti

**TRCA** : Taux de Rendement Comptable de l'Actif

**RC** : Réserve de Capitalisation

**RS** : Réserve de Solvabilité

**SCR** : Solvency Capital Require

**PVL** : Plus-value Latente

**MVL** : Moins-Value Latente

# Introduction

Les contrats d'assurance-vie investis sur des fonds en euros sont appréciés par les français en raison des garanties qu'ils offrent : épargne acquise garantie, revalorisation annuelle de l'épargne à un taux garanti contractuellement, disponibilité du capital à tout moment. D'après les statistiques de l'ACPR, la collecte nette de prestations a atteint en 2019 son plus haut niveau depuis une dizaine d'années, s'établissant à 15.3 Md€.

Cependant, depuis le début des années 80, les taux d'intérêt baissent et cette tendance s'est accentuée fortement ces dernières années amenant certains taux obligataires d'État à devenir négatifs. Cette baisse des taux, associée à une collecte soutenue, s'est mécaniquement répercutée sur le taux actuariel à l'achat des portefeuilles obligataires et sur le taux de rendement comptable de l'actif compte tenu de la composition majoritaire des fonds en euros en obligations . Cette situation a impacté négativement la solvabilité des assureurs vie. En France, le taux d'emprunt à 10 ans de l'État français est devenu négatif en juin 2019 et cela a entraîné une baisse du ratio de solvabilité moyen des assureurs opérant sur le marché français de 240 % à 225 % entre fin 2018 et juin 2019<sup>1</sup>.

Nous introduisons le terme de relation pour définir l'augmentation ou l'amélioration d'un indicateur de richesse, et celui de la dilution pour définir la diminution ou la dégradation de cet indicateur.

Le rendement comptable de l'actif est utilisé pour déterminer la revalorisation de l'épargne des assurés. L'assureur cherche à obtenir un rendement lui permettant de revaloriser l'épargne au minimum au taux garanti contractuellement, de rémunérer ses fonds propres et de couvrir ses frais de gestion. Dans le cas d'un rendement insuffisant pour servir la revalorisation garantie de l'épargne, l'assureur serait contraint de puiser dans son résultat et ses réserves (fonds propres) et cette situation impacterait sa solvabilité.

Ainsi, l'assureur recherche la relation et limite la dilution du rendement comptable de l'actif dans le but d'honorer ses engagements et maintenir sa solvabilité.

L'évolution de la collecte et l'environnement de taux obligataires sont des facteurs à l'origine des effets de dilution et de relation. L'objectif de ce mémoire est l'étude des effets de la collecte nette et de l'environnement obligataire sur la dilution et la relation du taux actuariel à l'achat du portefeuille obligataire et du ratio de solvabilité d'un assureur ayant un portefeuille de contrats investis sur un fonds en euros.

Dans un premier temps, nous présenterons le fonctionnement du fonds en euros et recenserons les conditions menant aux effets de dilution et relation. Nous définirons les indicateurs étudiés,

---

1. (Source ACPR)

à savoir le taux de rendement actuariel à l'achat et le ratio de solvabilité, à partir des bilans comptable et prudentiel. Puis, nous présenterons la méthode de projection du bilan en valeur comptable et prudentiel sur un horizon d'un an. Au cours de cette projection, nous ferons varier la collecte nette et les taux de marché afin d'étudier la variation des indicateurs étudiés.

# Chapitre 1

## Les contrats d'épargne en euros

Près de 50 % des français détiennent un contrat d'épargne-retraite également appelé «assurance vie», représentant un total d'encours estimé début 2020 à 1 789 Md€. Cet engouement pour l'assurance vie s'explique notamment par le succès des contrats en euros promettant sécurité, disponibilité et rentabilité.

### 1.1 La présentation des contrats d'épargne

Une assurance vie est un contrat par lequel un assureur s'engage à verser un capital ou une rente à un bénéficiaire, moyennant le versement de primes par le souscripteur.

Le souscripteur peut choisir l'une et/ou l'autre de ces garanties :

- La garantie en cas de vie de l'assuré à l'échéance du contrat : dans ce cas, le bénéficiaire est généralement l'assuré. Cette garantie est souscrite pour constituer un capital et en bénéficier à une échéance définie par le souscripteur (par exemple, à l'âge de la retraite), en profitant de la fiscalité avantageuse s'appliquant après 8 ans d'ancienneté.
- La garantie en cas de décès de l'assuré avant l'échéance du contrat : cette garantie permet d'optimiser la transmission de son capital au(x) bénéficiaire(s) désigné(s) dans le contrat.

Les primes reçues par l'assureur sont placées sur les marchés financiers. L'assuré a le choix entre deux types de supports d'investissement, les fonds en euros et les fonds en unités de compte. L'assuré peut placer la totalité de son épargne sur les fonds en euros, dans ce cas on parle de contrat monosupport ou alors il peut choisir de répartir son capital entre les fonds en euros et les unités de compte, on parle alors de contrat multisupport.

### 1.2 Les caractéristiques des fonds en euros

Le fonds euros est majoritairement investi en obligations, le reste est principalement investi en actions et en immobilier. Ce type d'allocation permet de diminuer la volatilité de la valeur de marché du support et limiter la perte probable de capital en cas de rachats prématurés.

Les contrats en euros garantissent un ensemble d'options et garanties financières, parmi lesquelles :

### 1.2.1 La garantie en capital

La garantie en capital permet à l'assuré de récupérer à tout moment, les primes versées, nettes des frais d'entrée<sup>1</sup>, augmentées des intérêts acquis, et ce quelle que soit l'évolution des actifs sur le marché.

Cependant, l'environnement de taux bas a obligé certains assureurs à modifier cette garantie en capital ; Autrefois brute de chargements<sup>2</sup> sur encours, cette garantie devient de plus en plus fréquemment une garantie en capital nette de chargements sur encours. L'assuré ayant souscrit un contrat avec une telle garantie peut perdre une partie de son capital si le taux de revalorisation annuel brut est inférieur au taux de chargement. Par exemple, si le taux de revalorisation annuel brut de chargements est de 0% et que le taux de chargement annuel est de 1%, l'assureur garantit 99% du capital investi par l'assuré à la fin de l'année.

### 1.2.2 La rémunération de l'épargne

Le taux brut de rémunération annuel (ou taux servi brut) de l'épargne acquise sur un fonds en euros se décompose en une revalorisation minimale à hauteur d'un taux minimum garanti et d'une revalorisation complémentaire appelée participation aux bénéfiques. La rémunération est déterminée à partir des produits financiers annuels et de reprise sur la provision pour participation aux bénéfiques. Elle doit respecter les contraintes réglementaires et contractuelles ainsi que la stratégie de distribution de l'entreprise validée par l'organe d'administration et de gestion. Les intérêts perçus s'ajoutent chaque année au capital épargné initialement et deviennent eux-même productifs d'intérêts. Ce mécanisme est appelé "**effet cliquet**".

#### 1.2.2.1 Le taux minimum garanti (TMG)

Les assureurs ont la possibilité de fixer au contrat un taux technique ou taux minimum garanti (TMG) (Article A132-1 du Code des Assurances), il représente le taux d'intérêt minimum que l'assureur s'engage à servir chaque année.

Les assureurs peuvent aussi définir un taux minimum annuel garanti (TMAG) plutôt qu'un TMG. Le TMAG est fixé à chaque début d'année pour l'année en cours et réactualisé annuellement.

L'article A132-3 du Code des Assurances fixe les caractéristiques de ce taux : il doit être exprimé sur une base annuelle et fixé sur une durée continue égale au moins à 6 mois et au plus égale à la période séparant la date d'effet de la garantie de la fin de l'exercice suivant.

Ce taux est plafonné et ne peut excéder le minimum entre :

- 150 % du taux d'intérêt technique maximal (défini ci-dessus).
- le maximum entre 120 % de ce même taux d'intérêt technique maximal et 110 % de la moyenne des taux moyens servis aux assurés lors des deux derniers exercices précédant immédiatement la date d'effet de la garantie.

---

1. Frais d'entrée (ou frais de versement) : frais perçus par l'assureur à la souscription du contrat et pour tout nouveau versement. Ils sont exprimés en pourcentage du versement.

2. Frais prélevés annuellement par l'assureur sur le capital acquis



La baisse des taux durable a contraint la majorité des assureurs à fixer un TMG nul brut de chargements sur les nouveaux contrats investis sur les fonds en euros.

Cependant, certains portefeuilles d'assureurs contiennent des vieux contrats garantissant des TMG élevés, parfois supérieurs à 3.5 % et constituent une charge importante pour les assureurs dans le contexte de taux bas actuel.

### 1.2.2.2 La participation aux bénéfices

La participation aux bénéfices est une rémunération complémentaire s'ajoutant aux intérêts techniques. Elle représente l'obligation des assureurs à faire participer les assurés aux bénéfices qu'ils réalisent.

Nous distinguons trois niveaux de participation aux bénéfices :

- **La participation aux bénéfices réglementaire (Articles A132-10, A132-11, A132-12)** : il s'agit de la valeur minimale d'intérêts que l'assureur doit redistribuer à ses assurés. Elle est définie par le Code des Assurances comme étant égale à 85 % des bénéfices financiers (intérêts générés par les placements de l'épargne et plus-values réalisées sur la vente des actifs) et 90 % des bénéfices techniques (différence entre chargements prélevés sur les contrats et les coûts auxquels doit faire face l'assureur).
- **La participation aux bénéfices contractuelle** : l'assureur peut s'engager contractuellement à verser une participation aux bénéfices annuelle plus importante que le minimum réglementaire, par exemple il peut décider de reverser 100 % de ses bénéfices financiers. Les clauses contractuelles doivent préciser le mécanisme de calcul et d'affectation des bénéfices techniques et financiers.
- **La participation aux bénéfices discrétionnaire** : l'assureur peut décider de reverser une part plus importante de ses bénéfices financiers et techniques annuels qui s'ajoute à la part réglementaire et/ou contractuelle. À la différence de la participation aux bénéfices contractuelle, l'assureur n'est pas contraint par le contrat de reverser ce montant supplémentaire. Par ce biais, l'assureur peut par exemple ajuster le taux de rémunération servi aux assurés pour être compétitif sur le marché.

### 1.2.2.3 La provision pour participation aux bénéfices (Article R343-3 du Code des Assurances)

L'assureur n'est pas tenu de reverser immédiatement l'intégralité de la participation aux bénéfices de l'année due mais peut affecter une partie à la Provision pour Participation aux Bénéfices (PPB) (Article A132-16 du Code des Assurances). L'assureur dispose par la suite d'un délai de 8 ans pour redistribuer les bénéfices provisionnés. Ce mécanisme permet de sécuriser et lisser les rendements futurs dans le temps.

La provision pour participation aux bénéfices est un outil stratégique, les assureurs peuvent mettre en place différentes gestions :

- Affecter une part de participation aux bénéfices de l'année à la PPB, au détriment du montant servi immédiatement aux assurés. Ainsi, lors de mauvaises années, les assureurs

peuvent reprendre l'argent provisionné à la PPB pour honorer leurs engagements contractuels de participation aux bénéfices.

- Choisir de reverser toute la participation aux bénéfices de l'année aux assurés afin d'avoir un taux servi compétitif sur le marché. Cela pourrait permettre de réduire les rachats et attirer de nouveaux assurés.

Ces dernières années, les assureurs ont favorisé les dotations à la provision pour participation aux bénéfices et ont baissé la rémunération servie aux assurés afin de pouvoir faire face à la baisse des taux de façon durable.

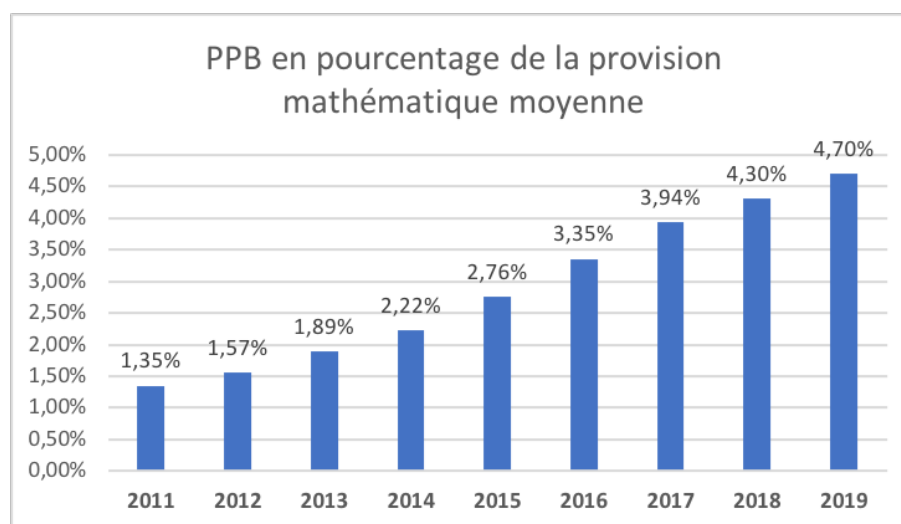


FIGURE 1.1: L'évolution de la provision pour participation aux bénéfices en pourcentage de la provision mathématique moyenne (source : ACPR)

#### 1.2.2.4 Le taux cible et le taux servi

**Le taux cible** correspond au taux que l'assureur souhaite servir pour satisfaire ses assurés et être compétitif par rapport à ses concurrents. Il est souvent déterminé en fonction d'une référence de marché (par exemple : le TME) et de critères internes à l'entreprise comme par exemple le taux servi l'année passée.

**Le taux servi** est le taux d'intérêt qui revalorise l'épargne. Le taux servi annuel est déterminé en fonction du rendement de l'actif d'un exercice et des exercices passés (dotation et reprise à la PPB), du coût du passif (contraintes réglementaires et contractuelles) et de la politique de distribution de l'assureur.

Le taux servi influence le niveau de la collecte nette. En effet, l'assureur incite de nouveaux clients à rejoindre le fonds euros s'il sert un taux attractif comparé à ceux proposés sur le marché ou bien dissuade les assurés de rester en servant un taux bas, ce qui pourrait provoquer des rachats et une réorientation de l'épargne vers d'autres compagnies ou sur d'autres produits plus rémunérateurs.

Depuis 2017, la loi Sapin 2 autorise le Haut Conseil de Stabilité Financière (HCSF) à «moduler les règles de constitution et de reprise de la provision pour participation aux bénéfices», en cas de crise majeure, notamment en cas de remontée brutale des taux. Concrètement, cette

mesure signifie que l'assureur ne serait plus libre de fixer le taux servi qu'il souhaite. Elle vise à éviter que les assureurs servent des taux de rémunération trop élevés et qu'ils épuisent leurs réserves.

### 1.2.3 La liquidité du fonds en euros : le rachat et l'avance

Les assurés bénéficient d'une option de rachat leur permettant de racheter tout ou une partie de l'épargne acquise à tout moment avant l'échéance du contrat. En cas de rachat d'une partie (respectivement de la totalité de l'épargne), nous parlerons de rachat partiel (respectivement de rachat total).

On distingue différents types de rachat :

- **Le rachat total** : l'assuré clôture le contrat et récupère l'ensemble de ses fonds. Dans ce cas, l'assuré perd l'ancienneté fiscale du contrat et les avantages qui y sont attachés. De plus, un rachat total est désavantageux car l'assuré perd une partie des intérêts générés par son épargne et provisionnés dans la provision pour participation aux excédents.
  
- **Le rachat partiel**
  - **Le rachat partiel libre** : L'assuré récupère une partie de son épargne et l'autre partie continue de produire des intérêts. Les intérêts relatifs à la part reprise sont imposés. Ce type de rachat permet de conserver l'ancienneté fiscale acquise depuis l'origine.
  
  - **Le rachat partiel programmé** : C'est une option à laquelle l'assuré peut adhérer à la souscription ou en cours du contrat. Elle lui permet de retirer périodiquement une partie du capital épargné. L'assuré décide lors de la souscription de cette option, de la périodicité et du montant qu'il souhaite percevoir à chaque versement. L'épargne restante continue de produire des intérêts et l'ancienneté fiscale est également conservée.

Dans ces deux derniers cas de rachats, l'assuré perd la partie des intérêts générés par le montant d'épargne racheté et provisionné dans la PPB.

**Une avance** est assimilable à un prêt adossé sur les capitaux épargnés. L'assuré emprunte un montant inférieur à l'épargne acquise et doit le rembourser. En contrepartie de ce prêt, l'assuré paye des intérêts. La somme empruntée n'est pas retirée du capital épargné, ainsi toute l'épargne acquise continue de produire des intérêts. Les intérêts réellement payés par l'assuré pour le paiement de l'avance sont égaux à la différence entre les intérêts demandés par l'assureur pour l'avance et le rendement du fond en euros. De plus, l'avance n'est pas fiscalisée tant que l'épargne acquise est remboursée à l'échéance du prêt.

L'adoption de la loi Sapin 2 prévoit la possibilité par le HCSF<sup>3</sup> de suspendre ou limiter les rachats pour une durée de 3 mois renouvelable en cas de crise majeure sur les marchés financiers. Ce dispositif vise à protéger les assureurs en cas de remontée brutale des taux d'intérêt. En effet, une crise financière majeure pourrait conduire les assurés à racheter partiellement

---

3. Haut Conseil de la Stabilité Financière

ou totalement leur contrat, ce qui obligerait les assureurs à vendre des actifs pour honorer les rachats. Or, pendant une crise financière, la valeur de marché des actifs baisse et leurs ventes conduiraient à enregistrer des moins-values sur les actifs vendus. Les ventes massives d'actifs pourraient conduire à une offre d'actif plus importante que la demande et une baisse encore plus forte des valeurs de marché. Cette situation pourrait engendrer une crise systémique.

#### 1.2.4 Les frais des contrats en euros

Les assurés détenant un contrat en euros payent des frais à la souscription du contrat, chaque année et lors de nouveaux versements. Ces frais, aussi appelés "chargements" sont utilisés par l'assureur pour couvrir ses propres frais généraux. Ils se composent comme suit :

- **Les chargements d'acquisition** sont prélevés sur le versement initial et sur tout nouveau versement. Leur montant varie selon les compagnies d'assurance vie, ils sont généralement inférieurs ou égaux à 5 % de la prime versée. Ils permettent de payer les dépenses d'acquisition issues de la signature d'un nouveau contrat ainsi que les commissions d'acquisition distribuées aux apporteurs d'affaires.
- **Les chargements de gestion** sont prélevés annuellement sur l'encours. Ils sont généralement compris entre 0.5 % et 1 % de l'épargne acquise. Ils sont utilisés par l'assureur pour payer les commissions sur encours distribuées aux apporteurs d'affaires, les frais de gestion engendrés par les sinistres décès, les rachats, les contrats en cours et les frais de fonctionnement.

### 1.3 L'évolution de la collecte et des taux servis au cours des dernières années

Nous définissons **la collecte brute** pour une année d'assurance donnée par la totalité des versements provenant de nouveaux contrats et les versements supplémentaires effectués sur les contrats existants.

Nous définissons **la collecte nette** pour une année d'assurance donnée, par la différence entre les versements reçus et les prestations payées (rachats, capitaux décès).

Une collecte nette négative aussi appelée décollecte nette signifie que les prestations payées ont été supérieures aux nouvelles entrées. Inversement, une collecte nette positive signifie que le montant des nouvelles entrées est supérieur aux prestations payées sur la période considérée.

#### 1.3.1 L'évolution de la collecte

Au cours de ces dix dernières années, la croissance de la collecte nette de l'assurance vie (UC et Euro) a été impactée à plusieurs reprises :

- Une première fois en 2012, on observe une année entière de décollecte. Les primes ont continué la baisse entamée en 2011, principalement sur les contrats individuels en euros. Les facteurs explicatifs sont, d'une part, le raccourcissement de l'horizon de placement des ménages, qui se manifeste généralement dans un contexte d'incertitudes financières (contexte de crise de la dette souveraine grecque de 2010) et d'autre part, la concurrence

des autres produits d'épargne dont les taux de rémunération sont devenus très proches de ceux de l'assurance vie. ([ACP19])

- Entre 2016 et 2017, on observe une baisse des primes et une hausse des rachats conduisant à une collecte nette de 5 Md€. Ceci est due au contexte de préparation de la loi Sapin 2 destinée à restreindre les rachats en cas de crise majeure. Cette baisse est également liée au possible changement de fiscalité de l'assurance vie envisagé à cette période.

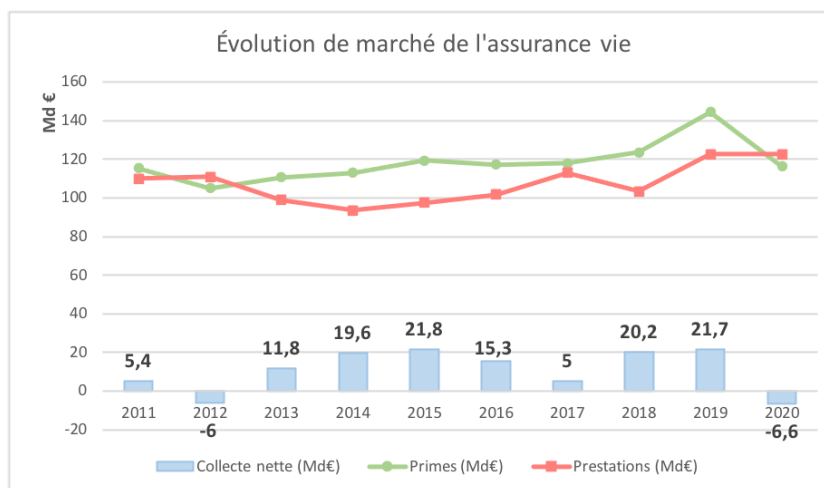


FIGURE 1.2: L'évolution du marché de l'assurance vie (source : ACPR)

La collecte nette de l'assurance vie se répartit entre les supports en UC et les supports en euros de la manière suivante :

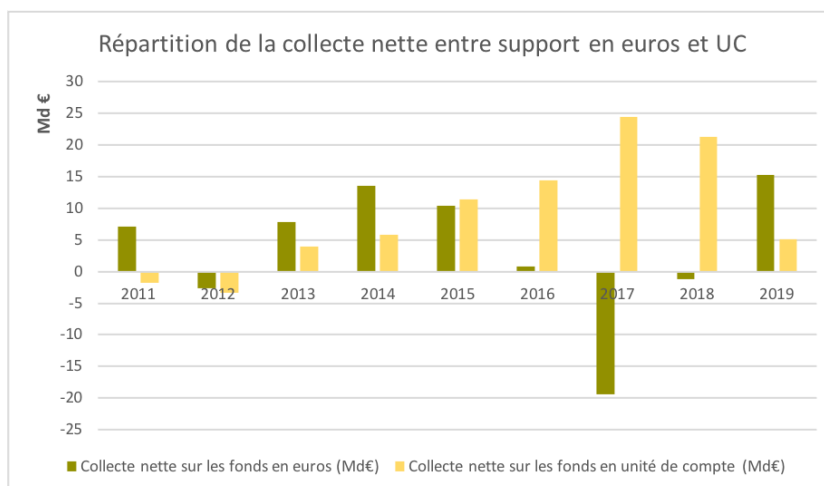


FIGURE 1.3: Évolution du marché de l'assurance vie au début de l'année 2020 (source : ACPR)

On observe que la collecte nette en euros a progressivement diminué au profit de celle sur les unités de compte. La baisse des taux et les contraintes en fonds propres imposées par Solvabilité 2 ont conduit les assureurs à rediriger l'épargne vers les unités de compte en élargissant l'offre sur ce type de support.

L'année 2019 s'oppose à cette tendance et est marquée par une collecte nette record comparée aux 10 dernières années. Elle est dûe à une collecte brute exceptionnelle sur les fonds en euros et une augmentation des arbitrages des unités de compte vers les fonds en euros au cours de

la première partie de l'année. En revanche, le passage des taux de l'État français en territoire négatif à partir du milieu d'année a fait que les assureurs ont redirigé la collecte brute sur les UC au second semestre.

En 2020, la crise du coronavirus a entraîné une décollecte nette annuelle de -6.6 Md€ alors qu'en 2019, la collecte nette annuelle était positive et atteignait 21.7 Md€. Cette décollecte nette record s'explique par une baisse des primes versées (Figure 1.4), due à la diminution de l'activité commerciale pendant les périodes de confinement. Les prestations sont restées stables et ont atteint 122.8 Md€, contre 122.7 Md€ en 2019. Dans ce contexte de crise sanitaire, les épargnants ont privilégié le livret A qui est un support plus liquide, en témoigne le doublement de la collecte nette réalisée sur ce support en 2020, par rapport à l'année passée.

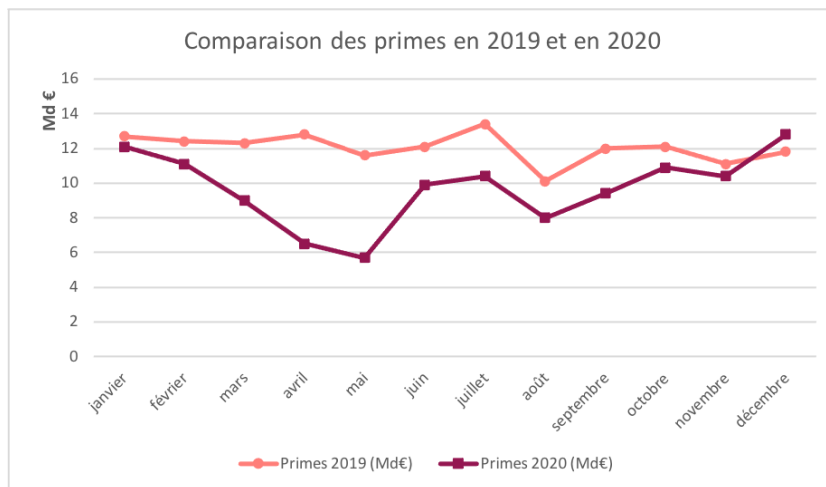


FIGURE 1.4: Comparaison des primes reçues en 2019 et 2020

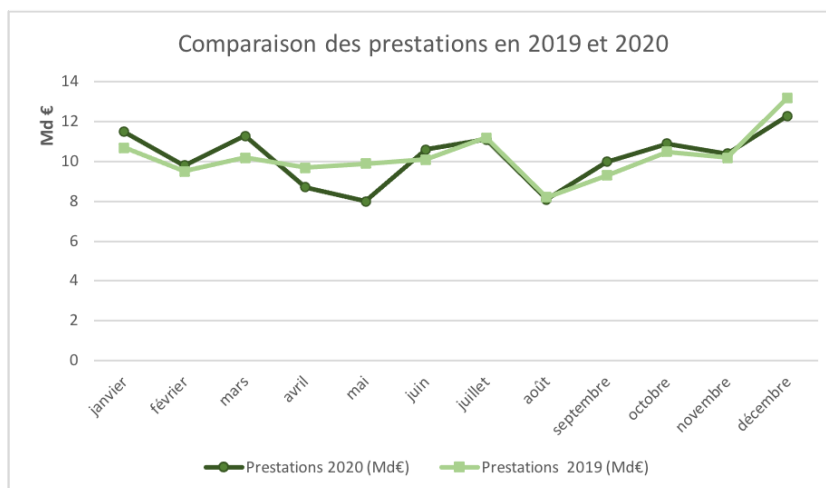


FIGURE 1.5: Comparaison des prestations payées en 2019 et 2020

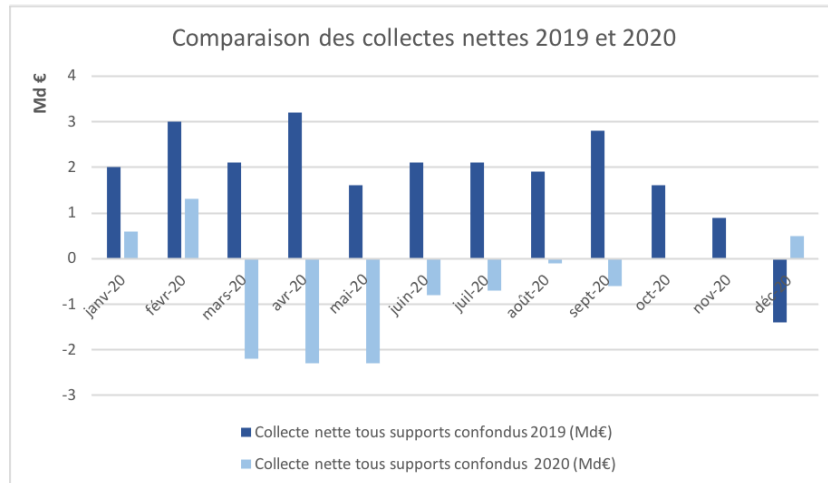


FIGURE 1.6: Comparaison des collectes nettes en 2019 et 2020

Ainsi, la collecte nette sur les fonds en euros est fortement dépendante du contexte économique, de la fiscalité, et de l'attractivité des produits concurrentiels.

### 1.3.2 L'évolution des taux servis

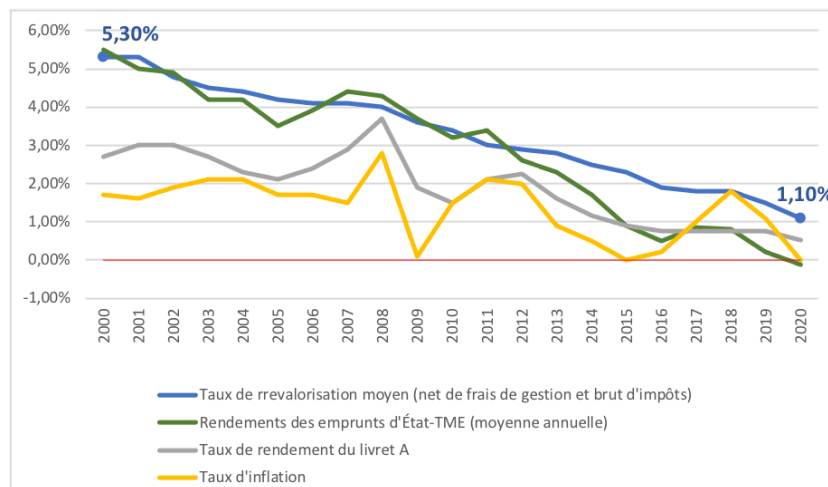


FIGURE 1.7: Comparaison des taux de rendement des fonds en euros, du TME, du taux d'inflation et du taux de livret A (source : ACPR)

On observe une diminution durable des taux d'intérêts obligataires de l'État français qui ont engendré une diminution des taux servis aux assurés. Cependant, les rendements des fonds en euros restent plus attractifs que le produit d'épargne bancaire livret A. La diminution du taux d'inflation a compensé la baisse des taux servis en 2015, 2016 et 2020. En revanche le taux servi réel en 2018 est proche de zéro.

## Chapitre 2

# Les référentiels comptable et prudentiel appliqués à une société d'assurance vie et les indicateurs de dilution et de relation associés

L'inversion du cycle de production propre au secteur de l'assurance fait que les sociétés d'assurances sont régies par un référentiel comptable spécifique et par un référentiel prudentiel, tous deux complémentaires. Dans le référentiel comptable, les assureurs sont amenés à piloter le résultat annuel alors que dans le référentiel prudentiel, les assureurs pilotent leurs ratio de solvabilité.

### 2.1 Le référentiel comptable français

Les règles comptables françaises s'appliquant aux organismes d'assurance sont regroupées dans le Code des Assurances, le Code de la Mutualité et le Code de la Sécurité Sociale (chaque organisme applique le code correspondant à sa forme juridique) et dans le règlement ANC (dispositions spécifiques de l'Autorité des normes comptables).

#### 2.1.1 Le bilan comptable

L'évaluation du bilan comptable est basée sur **les principes de coût historique, de la continuité d'exploitation et de prudence comptable.**

ACTIF	PASSIF
Placements valorisés au coût historique	<b>Fonds propres sociaux</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capital social</li><li>• Réserves</li><li>• Résultat net</li></ul>
	<b>Provisions techniques</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Provision mathématique</li><li>• Provision pour participations aux bénéfices</li><li>• Autres provisions techniques</li></ul>
Autres créances	Autres dettes

FIGURE 2.1: Bilan comptable simplifié en normes sociales françaises



### 2.1.1.1 La valorisation comptable de l'actif

L'actif d'un assureur est essentiellement constitué par ses placements financiers. La réglementation des placements a pour objectif de permettre à la compagnie d'être toujours en mesure de faire face à ses engagements, en détenant suffisamment d'actifs sûrs, liquides et diversifiés.

Le Code des Assurances distingue deux classes d'actifs pour lesquels une comptabilisation différente s'applique :

→ **Les valeurs mobilières amortissables (R332-2 / R343-9) :**

L'article R332-2 du Code des Assurances définit les valeurs mobilières amortissables comme :

- Les Obligations à taux fixe, à taux variable, cotées, ou émises par un État de l'OCDE, collectivités publiques, organisme international dont il est membre, ou garanti par lui-même ;
- Les Obligations indexées sur l'inflation ;
- Les Obligations ou parts de fonds communs de créances et titres participatifs négociés sur un marché reconnu ;
- Les Titres de créances négociables (TCN) ;

Les valeurs mobilières amortissables sont inscrites au bilan à leur prix d'achat hors intérêts courus à la date d'acquisition. Une fois acquis, les titres sont amortis (surcote / décote) à chaque exercice comptable en fonction du prix de remboursement. Ainsi :

- Lorsque la valeur comptable est inférieure au prix de remboursement (décote), la différence est portée en produit sur la durée de vie résiduelle du titre.
- Lorsque la valeur comptable hors intérêt couru figurant au bilan est supérieure au prix de remboursement (surcote), la différence est portée en charge sur la durée de vie résiduelle du titre.

La valeur nette comptable (VNC) figurant au bilan est égale à la somme de la valeur d'achat hors intérêts courus et de l'amortissement de la surcote ou de la décote du titre. Cet amortissement vient diminuer ou augmenter annuellement le coupon reçu afin d'obtenir le taux de rendement actuariel à l'achat sur la durée de vie de l'obligation.

Nous détaillons la méthode de comptabilisation des obligations à taux fixe dans la section suivante.

#### Méthode de comptabilisation des obligations à taux fixe

Les amortissements sont généralement déterminés par une méthode actuarielle. L'amortissement actuariel se calcule de la façon suivante :

Dans un premier temps, il est nécessaire de déterminer le taux actuariel à l'achat de l'obligation ; Celui-ci est le taux qui égalise la valeur d'achat (avec intérêt couru) de l'obligation aux flux futurs actualisés.

$$\text{Valeur d'achat} = \sum_{k=1}^T \frac{\text{Coupon annuel}}{(1+t_a)^k} + \frac{\text{PR}}{(1+t_a)^T}$$

Avec :

- Coupon annuel = Taux de coupon  $\times$  Valeur nominale ;
- $t_a$  : Taux actuariel à l'achat ;
- T : Maturité de l'obligation ;
- PR : prix de remboursement.

Le taux actuariel à l'achat d'une obligation est égal au taux de coupon lorsque la valeur de remboursement et la valeur d'achat sont égales. Lorsque la valeur de remboursement de l'obligation est plus importante que la valeur d'achat, le taux actuariel à l'achat est supérieur au taux de coupon et inversement lorsque la valeur d'achat est supérieure à la valeur de remboursement.

Puis, l'amortissement annuel est obtenu par :

$$\text{Amortissement}(t) = \sum_{k=t+1}^T \frac{\text{Coupon annuel}}{(1+t_a)^{k-t}} + \frac{\text{PR}}{(1+t_a)^{T-t}} - IC - VNC(t-1)$$

Avec :

- VNC (0) : Valeur d'acquisition hors intérêts courus
- IC : Intérêts courus correspondant à la période comprise entre la date de détachement de coupon précédant la date du bilan et la date de bilan
- PR : prix de remboursement

**Exemple :** Considérons une obligation ayant les caractéristiques suivantes :

- Valeur nominal : 1 000 €
- Valeur de remboursement : 1 000 €
- Taux de coupon : 4 %
- Maturité de l'obligation : 30/03/2023
- Date de détachement de coupon : 30/03
- Date d'achat : 31/12/2020
- Coupon couru (CC) :  $276/365 * 4 \% * 1\ 000 \text{ €} = 30,25 \text{ €}$
- Valeur à l'achat : 1 010 €
- Montant total payé : 1 040.25 € (Valeur à l'achat + Intérêts courus)
- Taux actuariel à l'achat = 3.52 %

Date de bilan	VNC	Amortissement (charges)
31/12/2020	1010.0 €	0.0 €
31/12/2021	1005.6 €	4.4 €
31/12/2022	1001.0 €	4.6 €
30/03/2023	1000.0€	1.0 €

Le 31/12/21, l'amortissement est égal à  $\frac{40}{(1+3.52\%)^{\frac{90}{365}}} + \frac{40+1000}{(1+3.52\%)^{\frac{455}{365}}} - 40 \times \frac{275}{365} - 1010 = 4.4\text{€}$

- 90 représente le nombre de jours entre le 31/12/2021 et la date de tombée de coupon du 30/03/2022 ;

- 455 représente le nombre de jours entre le 31/12/2021 et l'échéance de l'obligation, le 30/03/2023 ;
- 275 correspond au nombre de jours entre le 30/03/2020 et le 31/12/2021 et représente la période à prendre en compte pour le calcul du coupon couru.

Nous réitérons ce calcul le 31/12/2022, l'amortissement est égal à  $\frac{40+1000}{(1+3.52\%)^{\frac{90}{365}}} - 40 \times \frac{275}{365}$ .

Le 30/03/2023, date d'échéance, la valeur de l'obligation est égale à son prix de remboursement, soit 1000 €, on enregistre alors une charge de 1 €.

→ **Les autres valeurs (R332-2 / R343-10) :**

- Les valeurs mobilières cotées ;
- Les titres non cotés ;
- Les OPCVM ;
- Les immeubles et sociétés foncières et immobilières ;
- Les prêts ;
- Les nues propriétés et usufruits.

Les actifs cités à l'article R332-20, à l'exception de ceux cités à l'article R343-9, sont comptabilisés à leur valeur d'achat ou de revient hors intérêts courus.

Deux provisions peuvent être comptabilisées si ces actifs se retrouvent en moins-value latente :

- **La provision pour dépréciation durable (PDD)** est dotée si la valeur de marché d'un actif en représentation des engagements des assurés est en moins-value latente par rapport à sa valeur comptable et que cette situation est considérée comme durable. (Baisse de 20 % pendant au moins 6 mois et 30 % en période de volatilité).
- **La provision pour risque d'exigibilité (PRE)** est constituée si, après calcul de la PDD, la valeur de marché du portefeuille des placements mentionnés à l'article R 343-10 est globalement inférieure à sa valeur au bilan, soit en situation de moins-value nette globale.

### 2.1.1.2 Le passif comptable

Le passif est principalement constitué des capitaux propres, des provisions techniques et des autres dettes.

#### 2.1.1.2.1 Les capitaux propres

Les capitaux propres sont composés :

- du capital social correspondant aux apports des associés et actionnaires ;
- des réserves correspondant aux bénéfices accumulés non redistribués. Les réserves incluent la réserve de capitalisation qui est une provision technique mais est considérée aussi comme un élément des capitaux propres ;

- du résultat de l'exercice.

#### 2.1.1.2.2 Les provisions techniques d'une compagnie d'assurance vie

Les assureurs doivent constituer des provisions techniques pour le règlement intégral de leurs engagements vis-à-vis des assurés et des bénéficiaires des contrats. L'ensemble des provisions techniques des opérations d'assurance vie sont définies à l'article R 343-3 du Code des Assurances.

Nous présenterons uniquement les principales provisions techniques d'une compagnie d'assurance vie :

- **La provision mathématique** correspond au montant qu'un assureur doit détenir pour faire face aux engagements envers ses assurés. Elle est calculée par la différence entre les valeurs actuelles des engagements respectifs de l'assureur et de l'assuré. Elle représente la provision la plus importante. Elle se calcule comme suit :

$$\text{PM}(t) = \text{PM}(t - 1) + \text{Nouveaux versements}(t) - \text{Prestations}(t) + \text{Revalorisation}(t) \\ - \text{Chargements}(t)$$

Avec :

- Nouveaux versements(t) (nets de chargements) : Montant total épargné par de nouveaux clients et versements supplémentaires sur contrats existants ;
  - Prestations(t) : Prestations versées lors d'un décès ou rachat ;
  - Revalorisation (t) : Revalorisation de l'épargne au taux servi ;
  - Chargements(t) : Chargements sur encours.
- **La provision pour participation aux bénéfices** est définie à la section 1.2.2.3.
  - **La réserve de capitalisation** : La vente d'une obligation avant son échéance peut générer une plus-value ou moins-value qui se calcule par la différence entre le prix de cession hors intérêts courus et la valeur actuelle nette comptable de l'obligation vendue. Ce montant sera doté à la réserve de capitalisation en cas de plus-value. À l'inverse les moins-values génèrent une reprise de la réserve de capitalisation dans la limite des sommes disponibles. Par conséquent, lorsque la réserve de capitalisation est positive et suffisante, la vente de valeurs mobilières amortissables détenues en direct est neutre au niveau du compte de résultat.

En comptabilité d'assurance française, la réserve de capitalisation est classée comme une provision technique et est admise comme un élément de fonds propres. Elle est destinée à parer à la dépréciation des titres mentionnés à l'article R343-9, à l'exception des obligations à taux variable, et à stabiliser le rendement des obligations dans le temps. Elle a aussi pour but de protéger l'épargne des assurés car elle dissuade les assureurs de vendre leurs titres financiers dans un contexte de taux bas. Un tel contexte, permettrait de réaliser des plus-values importantes et de dégager des résultats exceptionnels mais entraînerait une diminution du rendement futur des fonds en euros puisque les capitaux obtenus de la vente devront être réinvestis dans des obligations rapportant des taux de

rendement plus faibles.

- **La provision pour aléas financiers** doit être constituée pour compenser une baisse de rendement des actifs par rapport aux engagements contractuels pris par l'assureur.
- **La provision globale de gestion** est destinée à couvrir les frais de gestion futurs des contrats non couverts par ailleurs. Cette provision est censée permettre à l'entreprise d'assurance de garantir la gestion des contrats en portefeuille jusqu'à leurs échéances.

### 2.1.2 Le compte de résultat

Le compte de résultat enregistre l'ensemble des produits et des charges d'un exercice comptable et permet de déterminer le résultat de l'exercice. Le compte de résultat peut se décomposer en un compte de résultat technique, par lequel sont constatés tous les produits et charges relatifs à l'activité d'assurance, et en un compte de résultat non technique permettant d'enregistrer tous les éléments qui ne sont pas directement liés à l'activité d'assurance (produits et charges exceptionnels, impôts sur les sociétés, participation au résultat des salariés, produits financiers affectés aux fonds propres ...).

Nous pouvons schématiser le compte de résultat technique de cette manière :

<b>Compte de résultat technique</b>	
+	Primes
-	Prestations
-	Variations des provisions techniques
+	Produits de placements
-	Intérêts techniques et participations aux bénéfices
+	Chargements
-	Frais de gestion
=	<b>Résultat technique</b>

### 2.1.3 L'indicateur de dilution et de relation comptable : la variation du taux actuariel à l'achat du portefeuille obligataire

Le taux actuariel à l'achat du portefeuille obligataire est le taux qui égalise la valeur comptable du portefeuille obligataire aux flux futurs actualisés.

$$VNC = \sum_{k=1}^T \frac{Flux_k}{(1 + TRA)^k}$$

Avec :

- $VNC$  : Valeur Nette Comptable du portefeuille obligataire ;
- $Flux_k$  : les flux perçus en  $k$  correspondent à l'ensemble des coupons et des valeurs de remboursement des obligations arrivant à maturité à la date  $k$  ;
- $TRA$  : Taux de rendement actuariel à l'achat du portefeuille obligataire.

La valeur du TRA influence le taux de rendement comptable de l'actif (TRCA) en raison de la composition majoritaire de l'actif en obligations.

Nous définissons le taux de rendement comptable de l'actif d'un portefeuille investi sur un fond euro par le ratio entre la somme des revenus annuels résultant des titres financiers, des plus et moins-values réalisées lors de la vente de ses titres (PMV), des amortissements obligataires et

de la variation de la provision pour dépréciation durable (PDD)(détails ci-dessous), par rapport à la valeur comptable des actifs figurant au bilan en fin d'année.

$$\text{TRCA} = \frac{\text{Revenus financiers} + \Delta \text{PMV} + \Delta \text{PDD} + \Delta \text{Amortissements}}{\text{Valeur comptable des actifs}}$$

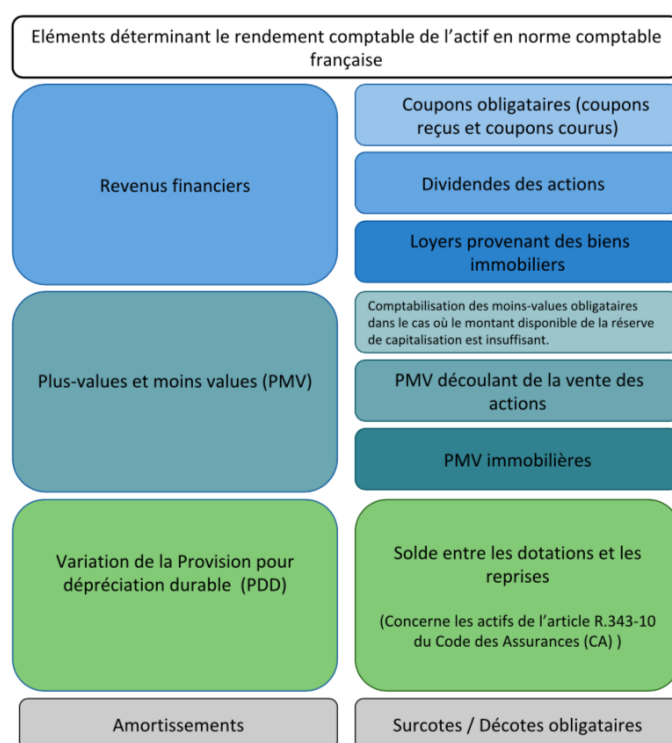


FIGURE 2.2: Le taux de rendement comptable de l'actif

#### 2.1.4 L'évolution du taux de rendement comptable de l'actif (TRCA) au cours des dernières années

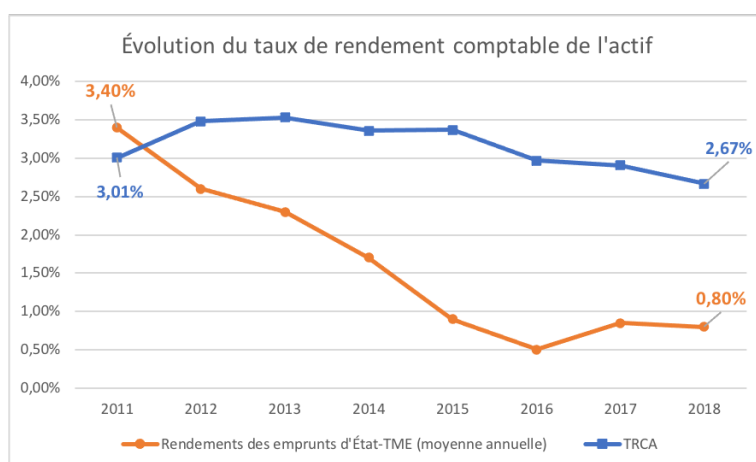


FIGURE 2.3: Évolution du taux de rendement comptable de l'actif au cours des dernières années (Source : ACPR)

Ce graphique permet de constater que la baisse des taux des obligations souveraine (courbe orange) a entraîné une dilution progressive du TRA qui s'est répercutée sur le taux de rendement comptable de l'actif. Néanmoins, le TRCA diminue moins rapidement que les taux obligataires en raison de «l'inertie» du stock de placement. En effet, les assureurs possèdent dans leur portefeuille des obligations anciennes leur rapportant des taux d'intérêts plus élevés que les taux offerts par le marché ce qui permet de freiner la dilution du TRA et du TRCA.

### 2.1.5 Exemple de dilution et relation du taux de rendement actuariel à l'achat d'un portefeuille obligataire

Nous voulons illustrer simplement la dilution et la relation du taux actuariel à l'achat du portefeuille obligataire d'un assureur vie fictif commercialisant des contrats d'épargne en euros.

Nous définissons la situation comptable en 2019 d'un assureur :

Bilan comptable 2019			
ACTIF (M€)		PASSIF (M€)	
Obligations	10 000	Fonds propres	500
		Capitaux	450
		RC	50
		Provisions	9 500
		PM	9 500
		PPB	0
<b>Total</b>	<b>10 000</b>	<b>Total</b>	<b>10 000</b>

L'actif comptable de l'assureur s'élève à 10 000 M€. Il est composé de deux obligations, de maturité 10 ans et de valeur comptable égale à 5 000 M€. Les taux de rendement actuariels à l'achat des deux obligations sont de 1 % et 2 % .

Le TRA initial du portefeuille est de 1.5 %, et est calculé par  $(\frac{5000 \times 2\% + 5000 \times 1\%}{10000}) = 1.5\%$

Les fonds propres initiaux s'élèvent à 500 M€, ils sont composés de 450 M€ de capital social et de 50 M€ de réserve de capitalisation. (Pour rappel, la réserve de capitalisation est une provision technique admise comme un élément de fonds propres).

La provision mathématique initiale s'élève à 9 500 M€ et nous supposons qu'il n'y a pas de provision pour participation aux bénéficiaires.

Nous réévaluons le bilan comptable à la fin de l'année 2020 dans trois scénarios de collecte nette et en utilisant les hypothèses suivantes.

**Les hypothèses concernant la politique de gestion financière sont définies ci-dessous :**

- L'actif est composé uniquement d'obligations. Lorsque l'assureur doit payer les prestations, et que les liquidités reçues dans l'année (primes, coupons et remboursement des obligations arrivant à échéance) sont insuffisantes pour les payer, il est obligé de désinvestir, c'est à dire vendre des obligations ;
- Les désinvestissements obligataires sont réalisés sur les obligations en portefeuille ayant les taux actuariels à l'achat les plus faibles ;
- Les investissements obligataires sont réalisés sur des obligations de maturité 10 ans à un taux actuariel à l'achat de 0 % ;

- Les investissements ou les désinvestissements obligataires provoquent des moins-values ou plus-values, lesquelles sont ajoutées ou diminuées de la réserve de capitalisation ;
- Les revenus financiers perçus entre le 31/12/2019 et le 31/12/2020 sont de 150 M€ pour chaque hypothèse de collecte. Ils sont répartis entre l'assureur et l'assuré de la façon suivante :
  - La part des produits financiers alloués aux assurés se calcule par le ratio entre la valeur de la provision mathématique et la valeur de l'actif comptable au 31/12/2019, soit  $\frac{9500M\text{€}}{10000M\text{€}} = 95\%$ . Les produits financiers attribués à l'épargne des assurés au titre de la participation aux bénéfices sont donc de 120 M€ ( $142.5M\text{€} \times 95\%$ ). Cette part de produits financiers est ajoutée à la provision mathématique.
  - La part des produits financiers affectés aux fonds propres est de  $\frac{500M\text{€}}{10000M\text{€}} = 5\%$ , soit  $5\% \times 150M\text{€} = 7.5 M\text{€}$ .

**Les hypothèses concernant la revalorisation de l'épargne, les chargements et les frais de gestion sont définies ci-dessous :**

- Nous supposons que tous les contrats en portefeuille ont un taux minimum garanti (TMG) de 0 % ;
- La participation aux bénéfices servie est de 100 % des produits financiers annuels. Par conséquent, il n'y a pas de dotation à la provision pour participation aux bénéfices en 2020 ;
- Nous supposons, par simplification, qu'il n'y a ni frais de gestion, ni chargements sur encours ou sur primes.



**1 ère hypothèse : Hypothèse de collecte nette nulle**

Le nouveau passif comptable se présentent ainsi :

<b>Provision mathématique (PM) (M€)</b>	
PM ouverture (1)	9 500
Participation aux bénéfices	+142.5
Primes – Prestations (Collecte nette nulle)	0
PM clôture (2)	9 642.5
<b>Fonds propres (FP) (M€)</b>	
FP ouverture (3)	500
Produits financiers affectés aux fonds propres	+7.5
FP de fermeture (4)	507.5
<b>Variation du passif (4)-(3)+(2)-(1)</b>	<b>+150</b>

Nous obtenons le bilan comptable simplifié 2020 suivant :

<b>Bilan comptable 2020</b>			
<b>ACTIF (M€)</b>		<b>PASSIF (M€)</b>	
<b>Obligations</b>	<b>10 150</b>	<b>Fonds propres</b>	<b>507.5</b>
		Capitaux	450
		RC	50
		Résultat	7.5
		<b>Provisions</b>	<b>9 642.5</b>
		PM	9 642.5
		PPB	0
<b>Total</b>	<b>10 150</b>	<b>Total</b>	<b>10 150</b>

Les produits financiers de 150 M€ répartis entre le résultat et la participation aux bénéfices augmentent le passif comptable de 150 M€. L'assureur place les 150 M€ dans une nouvelle obligation au taux actuariel à l'achat de 0 %.

**Suite à l'investissement dans cette nouvelle obligation ayant un TRA inférieur au TRA du portefeuille, ce dernier se dilue légèrement, et passe de 1.50 % à 1.48 %, soit une variation de 0.02%. ( $\frac{5000 \times 2\% + 5000 \times 1\% + 150 \times 0}{10150}$ )**

**2 ème hypothèse : Hypothèse de collecte nette négative**

Nous faisons évoluer le bilan comptable entre le 31/12/2019 et le 31/12/2020 avec **une hypothèse de collecte nette négative de – 1 000 M€.**

Le nouveau passif comptable se présente ainsi :

<b>Provision mathématique (PM) (M€)</b>	
PM ouverture (1)	9 500
Participation aux bénéfices	+142.5
Primes – Prestations (Collecte nette négative)	-1 000
PM clôture (2)	8 642.5
<b>Fonds propres (FP) (M€)</b>	
FP ouverture (3)	500
Réserve de capitalisation	+70.2
Produits financiers affectés aux fonds propres	+ 7.5
FP de fermeture (4)	577.7
<b>Variation du passif (4)-(3)+(2)-(1)</b>	<b>- 779.8</b>

<b>Bilan comptable 2020</b>			
<b>ACTIF (M€)</b>		<b>PASSIF (M€)</b>	
<b>Obligations</b>	<b>9 220.2</b>	<b>Fonds propres</b>	<b>577.7</b>
		Capitaux	450
		RC	120.2
		Résultat	7.5
		<b>Provisions</b>	<b>8 642.5</b>
		PM	8 642.5
		PPB	0
<b>Total</b>	<b>9 220.2</b>	<b>Total</b>	<b>9 220.2</b>

La collecte nette négative diminue la provision mathématique de 1 000 M€, la participation aux bénéfices de 142.5 M€ compense légèrement cette baisse. La provision mathématique passe de 9 500 M€ à 8 642.5M€. Le résultat annuel augmente les fonds propres prudentiels de 7.5 M€. Finalement, l'assureur a besoin de 850 M€ (150 M€ – 1 000M€) pour payer ses prestations. Ce montant est désinvesti de l'obligation la moins rentable du portefeuille à la fin de l'année 2020. Le désinvestissement entraîne une plus-value de 70.2 M€ car l'actif est en plus-value latente (valeur de marché supérieure à la valeur comptable). Cette plus-value est ajoutée à la réserve de capitalisation.

La plus-value réalisée est calculée comme suit : Montant désinvesti en valeur de marché × Taux de plus-value latente. Le taux de plus value latente est calculé en fonction de la valeur de marché et la valeur comptable 2020 de l'obligation désinvestie.

Taux de plus-value latente

$$= \frac{\text{Valeur de marché de l' obligation désinvestie en 2020} - \text{Valeur comptable de l' obligation désinvestie en 2020}}{\text{Valeur comptable de l' obligation en 2020}}$$

$$= \frac{5450 - 5000}{5000} = 9 \%$$

La différence entre ce scénario de collecte nette et le scénario précédent est que l'assureur réalise des plus-values suite au désinvestissement d'une des obligations, effectué pour payer les prestations supérieures aux primes reçues.

**Le taux de rendement comptable se relue**, et passe de 1.50 % à 1.54 %, soit une variation de 0.04 %.

**3 ème hypothèse : Hypothèse de collecte nette positive**

Nous faisons évoluer le bilan comptable et prudentiel entre le 31/12/2019 et le 31/12/2020 avec **une hypothèse de collecte nette positive de +1 000 M€.**

<b>Provision mathématique (PM) (M€)</b>	
PM ouverture (1)	9 500
Participation aux bénéfices	+142.5
Primes – Prestations (Collecte nette positive)	+1 000
PM clôture (2)	10 642.5
<b>Fonds propres (FP) (M€)</b>	
FP ouverture (3)	500
Réserve de capitalisation	+0
Produits financiers affectés aux fonds propres	+ 7.5
FP de fermeture (4)	507.5
<b>Variation du passif (4)-(3)+(2)-(1)</b>	<b>+ 1 150.0</b>

<b>Bilan comptable 2020</b>			
<b>ACTIF (M€)</b>		<b>PASSIF (M€)</b>	
<b>Obligations</b>	<b>11 150</b>	<b>Fonds propres</b>	<b>507.5</b>
		Capitaux	450
		RC	50.0
		Résultat	7.5
		<b>Provisions</b>	<b>10 642.5</b>
		PM	10 642.5
		PPB	0
<b>Total</b>	<b>11 150</b>	<b>Total</b>	<b>11 150</b>

La provision mathématique passe de 9 500 M€ à 10 642.5M€ en raison de la collecte nette positive de 1 000 M€ et de l'incorporation des produits financiers de 142.5 M€. Les fonds propres augmentent de 7.5 M€. Par conséquent, le passif comptable augmente de 1 150 M€ et se traduit à l'actif par l'investissement dans une obligation à un TRA de 0%. Suite à cet investissement, **le TRA du portefeuille se dilue** et passe de 1.50% à 1.35%. ( $TRA = \frac{5000 \times 2\% + 5000 \times 1\% + 1150 \times 0\%}{115000}$ ), soit une variation de -0.15%.

## 2.2 Le référentiel prudentiel

Solvabilité II est une réforme européenne s'appliquant aux entreprises d'assurance et de réassurance régies par le code des Assurances, aux mutuelles régies par le code de la Mutualité ainsi qu'aux institutions de prévoyance régies par le code de la Sécurité Sociale. Cette réforme a été adoptée en 2009, puis modifiée en 2014 par la directive « Omnibus II ». Elle a été transposée en droit national et est entrée en application le 1<sup>er</sup> janvier 2016. Des Actes Délégués ont été publiés le 10 octobre 2014 afin de détailler les aspects de mise en œuvre technique de la directive.

Cette directive a pour objectifs principaux une meilleure prise en compte des risques auxquels sont confrontés les assureurs, d'harmoniser la réglementation européenne, et d'accroître la transparence de la communication financière. La directive Solvabilité 2 s'articule autour de trois piliers :

- **Le pilier I porte sur les exigences quantitatives** : il définit les règles de valorisation des actifs et des passifs. Il définit également deux exigences en capital, le SCR et le MCR, et leurs méthodes de calcul.
- **Le pilier II fixe les exigences qualitatives** concernant le système de gouvernance et la gestion des risques. Il impose notamment aux assureurs de mettre en place un système interne de suivi des risques et de solvabilité permettant aux assureurs de maîtriser leurs profils de risques et de s'assurer en permanence de leur solvabilité.
- **Le pilier III impose aux assureurs une transparence vis-à-vis des autorités de contrôle et du public**. Plusieurs informations relatives aux exigences requises par les piliers 1 et 2 de la directive doivent être rendues publiques afin de garantir une meilleure transparence de marché et une comparabilité simplifiée entre les acteurs.

L'ensemble des éléments du bilan prudentiel Solvabilité 2 est évalué selon une approche « fair value ». Cette approche consiste à déterminer le montant auquel les actifs et les passifs pourraient être échangés entre des parties bien informées et consentantes, dans le cadre d'une transaction effectuée dans des conditions de concurrence normale.

ACTIF	PASSIF	
<b>Placements valorisés en valeur de marché</b>	Fonds propres en valeur économique	<b>Fonds propres prudentiels</b>
	Valeur de transfert en valeur économique	<b>Provision Best Estimate</b> <b>Marge pour risque</b>
<b>Autres créances</b>	<b>Autres dettes</b>	

FIGURE 2.4: Bilan prudentiel

## 2.2.1 Le bilan prudentiel

### 2.2.1.1 L'actif en valeur de marché

Déterminer la juste valeur d'un actif revient à déterminer sa valeur de marché, c'est-à-dire la valeur qu'on pourrait en obtenir si on le vendait à la date de clôture du bilan de l'entreprise.

L'article 10 des Actes Délégués publié en octobre 2014, définit les méthodes de valorisation des actifs :

→ **Lorsque les actifs sont des valeurs cotées sur un marché et que le marché est actif**, les actifs sont comptabilisés en utilisant une approche «mark to market», c'est-à-dire fondée sur le cours de bourse du jour de la clôture.

→ **Lorsqu'il n'existe pas de cotation**, des méthodes alternatives sont utilisées, l'assureur peut :

- Valoriser l'actif selon un prix coté sur un marché actif pour des actifs similaires en effectuant des ajustements pour tenir compte des différences entre l'actif qu'il possède et l'actif de référence ;
- Utiliser des modèles de valorisation nécessitant dans la mesure du possible des données de marché et éviter de prendre en considération des données propres à l'entreprise ;
- Utiliser une des trois méthodes suivantes : approche par le marché, approche par les revenus, approche par les coûts.

L'article 16 des Actes Délégués liste les méthodes de valorisations prohibées :

- Coût ou coût amorti ;
- Modèles de valorisation qui valorisent, soit à la valeur comptable, soit à la juste valeur diminuée des coûts de la vente selon que l'une ou l'autre valeur est la plus basse ;
- Concernant les immeubles, immeubles de placement et immobilisations corporelles : les entreprises d'assurance ne doivent pas utiliser des modèles de coût dans lesquels la valeur de l'actif est égale au coût diminué des amortissements et des pertes de valeur.

### 2.2.1.2 Les provisions techniques prudentielles : la provision Best Estimate et la marge pour risque

#### La provision Best Estimate

La provision Best Estimate est définie par l'article 77 de la directive Solvabilité 2 comme étant "la moyenne pondérée par leur probabilité des flux de trésorerie futurs, compte tenu de la valeur temporelle de l'argent (valeur actuelle attendue des flux de trésorerie futurs), estimée sur la base de la courbe des taux sans risques pertinents." Mathématiquement, cette définition se traduit par

$$BE = E\left[\sum_{k=1}^T \frac{Flux_k}{(1+i_k)^k}\right]$$

Les flux futurs de trésorerie pris en compte sont ceux générés par les contrats jusqu'à la frontière des contrats. La frontière du contrat est la première date à partir de laquelle l'entreprise d'assurance a :

- Un droit unilatéral de résilier le contrat ;
- Un droit unilatéral de refuser les primes à payer en vertu du contrat ;
- La capacité illimitée de modifier les primes ou les prestations dues en vertu du contrat.

Les flux futurs sont composés des flux entrants et sortants. Les flux sortants correspondent aux prestations (prestations décès et rachat dans le cadre de notre étude), aux taxes (prestations sociales) et à l'ensemble des frais supportés par l'entreprise pour la gestion des contrats.

Les spécifications techniques, publiées par l'EIOPA, en avril 2014, précisent que la prise en compte des primes futures des contrats d'épargne est conditionnée par les garanties du contrat : "En cas de garanties ayant un effet discernable sur l'économie du contrat" le calcul du Best Estimate doit prendre en compte les primes futures.

Dans notre étude, nous ne tiendrons pas compte des primes. La valorisation de la provision Best-Estimate s'effectue donc dans un cadre supposant que l'assureur arrête son activité commerciale et se limite à gérer son encours. Nous supposons également que les frais sont estimés par contrat, i.e. les frais diminueront avec l'encours des contrats.

D'autre part, la provision Best Estimate est évaluée brute de réassurance.

### **La méthode d'estimation de la provision Best Estimate**

La provision Best Estimate d'un assureur vie commercialisant des contrats d'épargne est communément calculée par la méthode de Monte Carlo, basée sur des simulations stochastiques.

Les flux de trésorerie futurs sont modélisés à partir d'un modèle de projection décrit dans le chapitre 3 et tenant compte des interactions entre l'actif et le passif induites par les options et garanties financières des contrats en euros. L'horizon de projection doit être suffisant pour prendre en compte tous les flux futurs significatifs. Ce modèle nécessite :

- Des lois de rachat et de décès afin de modéliser le comportement probable des assurés sur l'horizon de projection ;
- La génération de scénarios économiques stochastiques en probabilité risque neutre reflétant les différents états économiques futurs probables. Ces scénarios permettent notamment de déterminer les rendements futurs des actifs et d'en déduire la revalorisation annuelle de l'épargne en fonction de la politique de revalorisation ;
- Des futures décisions de gestion reflétant le comportement de l'assureur (stratégie d'allocation d'actif, stratégie de participation aux bénéfices, stratégie relative à la gestion des coûts et des chargements).

Ainsi pour chaque scénario économique généré, l'assureur peut calculer la valeur actuelle des flux de trésorerie probables actualisés avec la courbe des taux de l'EIOPA à la date d'arrêt. Le Best Estimate correspond alors à la moyenne de la valeur actuelle probable des flux futurs actualisés de chaque scénario.

Nous utilisons l'estimateur suivant :

$$BE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^T \frac{Flux_j^k}{(1 + t_{sr}^{j,k})}$$

Avec :

- $Flux_j^k$  : Flux à la date  $j$  du scénario  $k$  ;
- $t_{sr}^{j,k}$  : Le taux sans risque de maturité  $i$  du scénario  $k$ .

### La marge pour risque

La marge pour risque est le montant supplémentaire à ajouter à la provision Best Estimate de façon à ce que le montant total de provision technique soit égal au montant qu'exigerait une entreprise d'assurance ou de réassurance pour reprendre et honorer les engagements à la charge de l'assureur initial. En théorie, la marge pour risque (RM) est évaluée en actualisant le coût du capital annuel généré par l'immobilisation du SCR, estimé à 6 % par an sur la durée de vie résiduelle des engagements utilisés pour le calcul du Best Estimate.

$$RM = CoC * \sum_{t \geq 0} \frac{SCR(t)}{(1 + t_{sr}^{t+1})^{t+1}}$$

Avec :

- CoC : 6 % représente le taux du coût du capital ;
- SCR(t) : SCR requis à la date  $t$  ;
- $t_{sr}^{t+1}$  : taux sans risque de maturité  $t+1$  de la courbe des taux EIOPA.

#### 2.2.1.3 Les fonds propres prudentiels

Les fonds propres prudentiels se décomposent en deux éléments appelés fonds propres de base et fonds propres auxiliaires. Les fonds propres de base représentent l'excédent de la valeur de l'actif sur la valeur de passif. Les fonds propres auxiliaires représentent des éléments non inclus dans le bilan mais pouvant être appelés pour absorber des pertes et dont la valeur doit être approuvée par l'ACPR.

### 2.2.2 Le Capital de Solvabilité Requis (SCR)

Le SCR représente le niveau de fonds propres dont doit disposer la compagnie pour faire face à une faillite à horizon un an, avec une probabilité de 99.5 %.

Il se calcule par le biais d'une formule standard ou par un modèle interne (partiel ou total) nécessitant d'être validé par l'Autorité de Contrôle (ACPR). Dans ce mémoire, nous calculons le SCR par la formule standard, détaillée dans la partie suivante.

Le SCR en formule standard est calculé comme suit :

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

Avec :

- $BSCR$  : Le capital requis de base ;
- $Adj$  : Ajustements tenant compte de la capacité d'absorption des pertes par les impôts différés et les provisions techniques, qui ne sont pas pris en compte par le BSCR ;
- $SCR_{Op}$  : Capital requis pour couvrir le risque opérationnel.

### 2.2.2.1 Le BSCR

Le BSCR se calcule comme suit :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times SRC_i \times SCR_j} + SCR_{intangibles}$$

- $Corr_{i,j}$  : La corrélation entre les modules de risques (matrice définie en annexe A)
- $SRC_i$  : Le capital de solvabilité requis du module de risque  $i$  ;
- $SCR_{intangibles}$  : Le SCR requis pour couvrir le risque lié aux immobilisations incorporelles.

Les risques considérés dans la formule standard sont le risque de marché, le risque de souscription vie, le risque de souscription santé, le risque de souscription non vie, le risque de défaut, le risque opérationnel et le risque intangible. Une entreprise d'assurance calcule le SCR en fonction de son profil de risque.

Dans ce mémoire, nous retiendrons uniquement les risques auxquels un assureur vie vendant des contrats d'épargne en euros est exposé, par conséquent nous modéliserons uniquement les SCR marché et souscription vie.

Pour chacun de ces SCR, nous calculerons les sous-modules de risque encadrés en rouge dans le diagramme suivant :

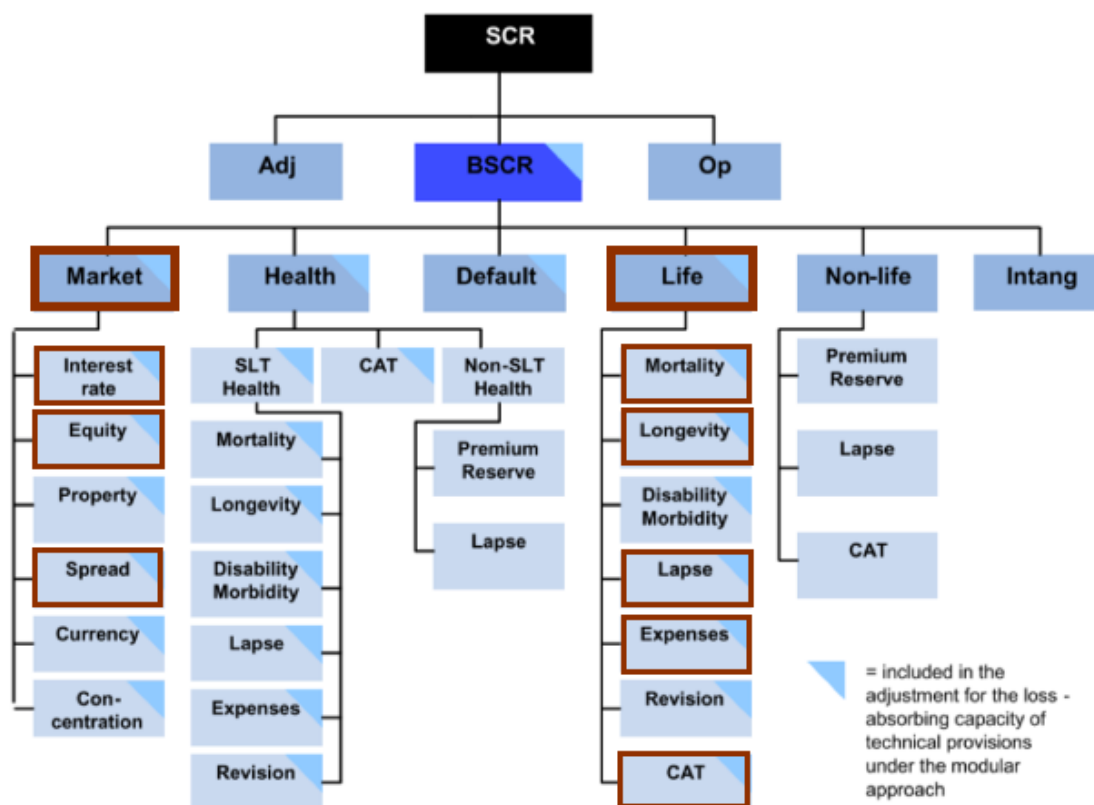


FIGURE 2.5: Décomposition du SCR

Afin de calculer le SCR de chaque sous-module, il est nécessaire de calculer le bilan prudentiel à la date d'arrêt, puis le réévaluer après l'application d'un choc instantané défini par la directive Solvabilité 2. Le SCR d'un sous module est égal à la variation entre les fonds propres initiaux et les fonds propres choqués, calculé comme suit :



$$\left\{ \begin{array}{l} SCR_i = FP_{av\ choc\ i} - FP_{ap\ choc\ i} \\ = VM_{av\ choc\ i} - BE_{av\ choc\ i} - (VM_{ap\ choc\ i} - BE_{ap\ choc\ i}) \\ = (VM_{av\ choc\ i} - VM_{ap\ choc\ i}) - (BE_{av\ choc\ i} - BE_{ap\ choc\ i}) \end{array} \right.$$

Le SCR de chaque module est obtenu par agrégation des SCR des sous-modules en utilisant la matrice de corrélation associée au module de risque.

### 2.2.2.1.1 Le SCR de marché

Le SCR de marché reflète le risque lié au niveau ou à la volatilité des actifs. Il représente le niveau de fonds propres résultant de la variation des actifs et passifs après l'application d'un choc sur certaines classes d'actifs. Le portefeuille étudié est composé d'obligations et d'actions, par conséquent nous calculerons le SCR marché en tenant compte des sous modules taux d'intérêt, actions et spread. Le SCR marché se calcule comme suit :

$$SCR_{marché} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times SRC_i \times SRC_j}$$

- $Corr_{i,j}$  : La corrélation entre les sous-modules du risque de marché ;
- $SRC_i$  : Le capital de solvabilité requis du sous-module  $i$ .

La matrice de corrélation utilisée pour calculer le SCR marché est définie dans l'annexe A.

#### • Le risque de taux d'intérêt

Le SCR taux d'intérêt, est défini à l'article 165 des Actes Délégués, comme étant égal à la valeur la plus élevée entre :

- La variation des fonds propres suite à **une baisse** soudaine des taux d'intérêt sans risque. Le réinvestissement des produits financiers et des obligations arrivant à échéance dans de nouvelles obligations rapportant des taux bas, entraîne une dilution du TRA car les nouvelles obligations achetées rapportent moins que les obligations du portefeuille initial. La dilution du TRA diminue progressivement la marge financière<sup>1</sup> de l'assureur et peut être telle que l'assureur se retrouve en incapacité de servir les taux garantis aux assurés. Dans ce cas l'assureur peut être obligé de prélever sur ses fonds propres pour faire face à ses engagements. D'autre part, la baisse des taux engendre une hausse de la provision Best Estimate et une hausse de l'actif en valeur de marché par effet d'actualisation. En général, la durée du passif est plus importante que celle de l'actif, ce qui conduit à une hausse de la provision Best estimate plus rapide que celle de l'actif.

---

1. différence entre le TRA et le taux de participation aux résultats

Le choc de baisse de taux est illustré par le schéma suivant :

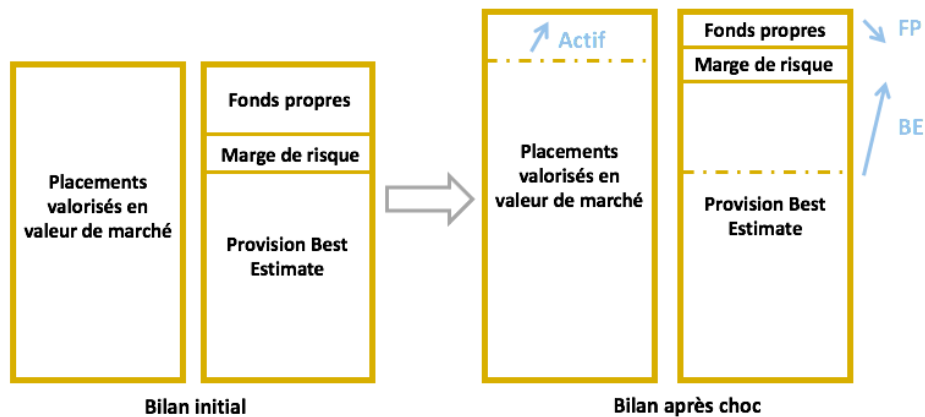


FIGURE 2.6: L'impact du choc de baisse des taux sur le bilan prudentiel

- La variation des fonds propres suite à **une augmentation** soudaine des taux d'intérêt sans risque : la hausse des taux peut entraîner la création de nouvelles offres d'épargne chez d'autres assureurs offrant un meilleur rendement aux assurés. Cette situation pourrait engendrer une vague de rachats massifs. De façon à payer ces rachats, l'assureur va alors être obligé de réaliser des ventes d'obligations qui, compte tenu de la hausse des taux, se traduiront par la réalisation de moins-values obligataires. Celles-ci pourront être compensées par des reprises de la réserve de capitalisation mais si cette dernière ne suffit pas à absorber les pertes, l'assureur devra comptabiliser les moins-values en perte.

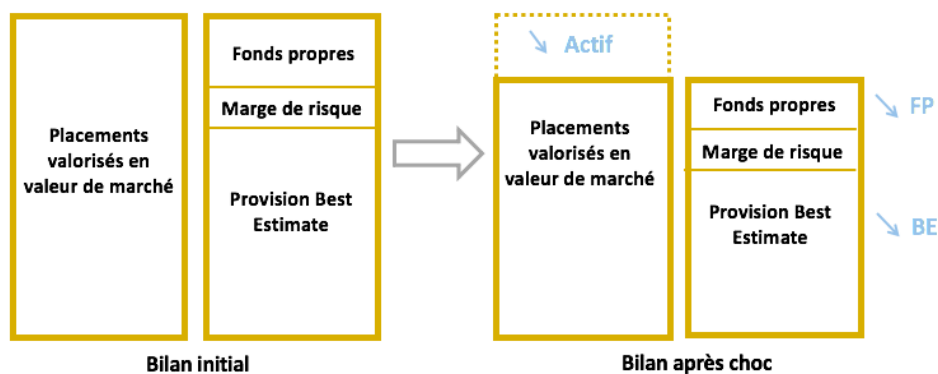


FIGURE 2.7: L'impact du choc de hausse des taux sur le bilan prudentiel

Les chocs de taux sont appliqués sur la courbe des taux sans risque de l'EIOPA conformément aux valeurs définies dans le tableau en annexe B.

Les Actes Délégués précisent que :

- Dans le cadre du choc à la baisse, le choc ne s'applique pas aux taux négatifs ;
- Dans le cadre du choc à la hausse, l'augmentation du taux est d'au minimum 100 bp<sup>2</sup> pour chaque échéance.

2. 1 bp est équivalent à 0,01 %, 100 bp est équivalent à 1 %

Au 31/12/2020, les courbes de taux sont les suivantes :

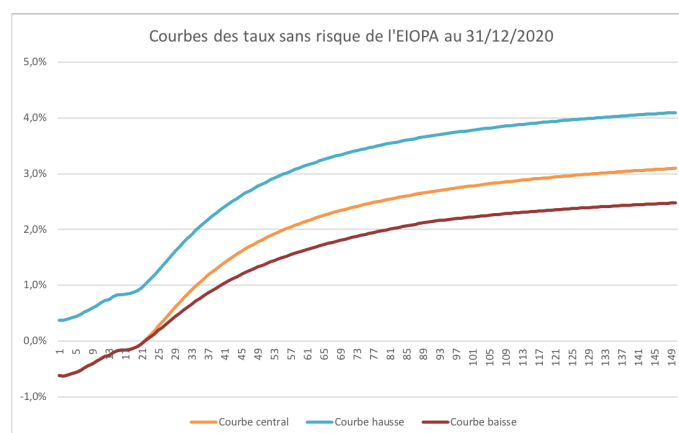


FIGURE 2.8: Courbes des taux du scénario central et des scénarios de chocs 2020 (source : EIOPA)

#### • Le risque actions

Le SCR actions est défini comme la variation de fonds propres résultant d'une baisse soudaine de la valeur de marché des actions. Ce choc impacte le bilan prudentiel de la même façon que décrite dans le schéma 2.7. Ce choc dégrade les fonds propres prudentiels. De plus, il pourrait entraîner des dotations à la provision pour dépréciation durable et à la provision pour risque d'exigibilité, et provoquer une diminution du taux de rendement comptable et donc une baisse du taux servi aux assurés. Le niveau du choc est défini par les Actes Délégués et est différent suivant le type d'actions détenues par l'organisme.

Les actions sont classées en deux types :

- Les actions de type 1 correspondent aux actions cotées sur des marchés réglementés dans l'EEE (Espace Économique Européen) ou dans l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économique) ;
- Les actions de type 2 comprennent les actions cotées en bourse dans les pays non-membres de l'EEE ou de l'OCDE, les actions non cotées, les produits de base et autres investissements alternatifs. Les autres actifs non couverts par les sous-modules du risque actions figurent également dans cette classe.

Les chocs à appliquer à la valeur de marché des actifs suivant leur type sont définis ci-contre :

Type d'action	Choc à appliquer
Type 1	39 %
Type 2	49 %
Participations stratégiques de type 1 ou 2	22 %

Les chocs appliqués sur les actions de type 1 et 2, hormis les participations stratégiques, sont modulés par un ajustement symétrique. Cet ajustement correspond à une valeur comprise entre -10% et 10 % à ajouter au choc. Il permet d'ajuster la valeur du choc afin de tenir compte de l'évolution du marché des actions : l'ajustement symétrique diminue le choc lorsque les marchés sont en bas de cycle et l'augmente lorsque les marchés sont en haut de cycle et que la probabilité de baisse est importante. Le calcul de l'ajustement de volatilité se base sur un indice de référence

du cours des actions<sup>3</sup> et se calcule par la formule suivante :

$$SA = \frac{1}{2} \times \left( \frac{CI - AI}{AI} - 8\% \right)$$

- *SA* : Valeur de l'ajustement symétrique ;
- *CI* : Niveau actuel de l'indice de référence ;
- *AI* : Moyenne pondérée de l'indice de référence sur les 36 derniers mois.

L'EIOPA publie chaque mois la valeur de l'ajustement symétrique.

La valeur du SCR actions est obtenue par la formule suivante :

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

### • Le risque de spread

Le spread désigne la différence de taux actuariel entre un titre risqué et un titre sans risque de même maturité. Cet écart de rendement rémunère le risque de défaut de l'émetteur, plus élevé que celui de l'émetteur d'une obligation sans risque. Ce risque peut être apprécié par la notation de l'émetteur de l'obligation, attribuée par une agence de notation. Plus la notation est faible, moins l'émetteur est considéré comme fiable et plus son spread est élevé. Une hausse de la valeur du spread diminue mécaniquement la valeur de marché des titres et inversement.

Ainsi, le SCR de spread est le montant de fonds propres dont la société a besoin pour se couvrir contre le risque de perte de la valeur de marché des actifs liée à la volatilité des spreads par rapport à la courbe des taux sans risque. Le SCR de spread se calcule en appliquant un choc sur la valeur de marché des actifs. Ce choc est distinct suivant que l'actif soit une obligation, un produit structuré ou un dérivé de crédit. Après application du choc, la valeur de marché est égale à :

$$VM_{ap\ choc} = \sum_{i=1}^n VM_{av\ choc\ i} \times (1 - stress_i)$$

Avec :

- $VM_{av\ choc\ i}$  : Valeur de marché de l'obligation *i* ;
- $stress_i$  : Valeur du choc définie en fonction de la sensibilité, de la maturité et la notation initiale de l'obligation, conformément au tableau en annexe C.

Le SCR de spread des obligations souveraines des pays de l'Union Européenne ou de l'OCDE émises dans leur devise locale est nul.

Dans notre mémoire, nous avons besoin uniquement du SCR spread obligataire.

#### 2.2.2.1.2 Le SCR souscription vie

Le capital requis au titre de ce module de risque est lié aux risques de fluctuation des hypothèses de mortalité, rachats, dépenses, servant aux calculs des provisions. Nous traiterons les sous-modules longévité, mortalité, catastrophe, et rachats.

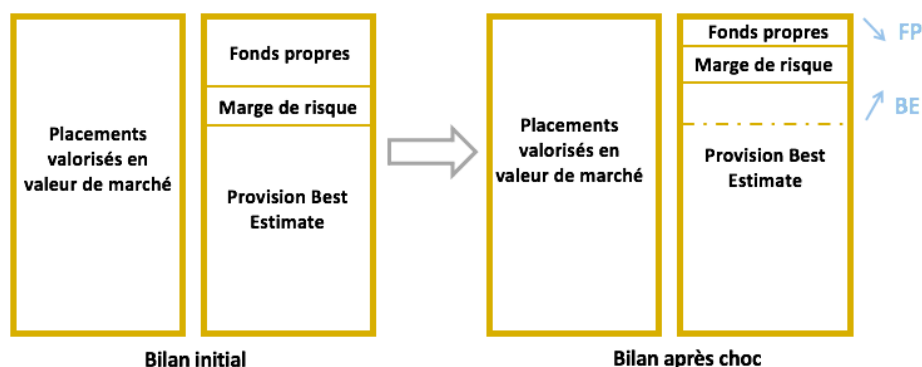


FIGURE 2.9: L'impact des chocs du module de souscription vie sur le bilan prudentiel

- **Le risque de mortalité**

Le capital requis au titre de ce risque est égal à la perte de fonds propres suite à l'augmentation permanente des taux de mortalité de 15%. Il permet de protéger l'assureur en cas de sous-estimation de la mortalité des assurés ayant souscrit une "garantie en cas de décès."

- **Le risque de longévité**

Le capital requis au titre de ce risque est égal à la perte de fonds propres résultant d'une diminution des taux de mortalité de 20 %. Ce capital permet de protéger l'assureur en cas de surestimation de la mortalité des assurés ayant souscrit une "garantie en cas de vie".

- **Le risque de catastrophe**

Le capital requis au titre de ce risque est égal à la perte de fonds propres résultant d'une augmentation des taux de mortalité de 0.15 % au cours de la première année de projection uniquement. Ce capital permet de protéger l'assureur en cas de survenance d'un évènement extrême affectant les taux de mortalité.

- **Le risque de cessation**

Trois chocs sont réalisés au titre du risque de rachat :

- Cessation hausse : Une hausse des taux de rachat de 50% ;
- Cessation baisse : Une baisse des taux de rachat de 50% ;
- Cessation masse : Une hausse des taux de rachat de 40% uniquement la première année de projection.

Le SCR cessation est égal à la perte de fonds propres la plus importante constatée suite à ces trois chocs. Ce capital permet de protéger l'assureur en cas d'une mauvaise anticipation des rachats.

- **Le risque de dépenses**

Le capital requis au titre de ce risque est égal à la perte de fonds propres suite à :

- Une augmentation de 10 % des frais futurs ;

---

3. "l'indice de référence du cours des actions mesure le prix de marché d'un portefeuille diversifié d'actions qui est représentatif de la nature des actions généralement détenues par les entreprises d'assurance et de réassurance" - Article 172 du Règlement Délégué

- Une augmentation de l'inflation de 1%.

Ce capital permet de protéger l'assureur en cas d'une sous-estimation des frais de gestion liés aux contrats.

### 2.2.2.2 Le SCR opérationnel

Le risque opérationnel est le risque de pertes résultant de défaillances des processus internes, des membres du personnel ou bien à des événements extérieurs, tels qu'une cyber-attaque, une panne informatique ou encore un incendie.

Le capital exigé pour faire face à ce risque se calcule de la façon suivante :

$$SCR_{Op} = \min(0.3 \times BSCR; Op) + 0.25 \cdot Exp_{ul}$$

Où :

- $BSCR$  : Capital requis de base ;
- $Op$  : Capital requis de base pour le risque opérationnel ;
- $Exp_{ul}$  : Montant des dépenses encourues au cours des 12 derniers mois concernant les contrats d'assurance vie en unités de compte.

Le capital requis de base pour le risque opérationnel se calcule par :

$$Op = \max(Op_{primes}, Op_{provisions})$$

Avec :

- $Op_{primes}$  : le capital requis de base pour le risque opérationnel calculé sur la base des primes acquises ;
- $Op_{provisions}$  : le capital requis de base pour le risque opérationnel calculé sur la base des provisions.

Le capital requis de base pour risque opérationnel calculé sur la base des primes acquises est donné par :

$$Op_{primes} = 0.04 \times Earn_{life} + \max(0; 0.04 \times (Earn_{life} - 1.2 \times pEarn_{life}))$$

Avec :

- $Earn_{life}$  : le montant de primes acquises au cours des 12 derniers mois ;
- $pEarn_{life}$  : le montant de primes acquises au cours des 12 mois précédant les 12 derniers mois.

Le capital requis de base pour le risque opérationnel calculé sur la base des provisions est déterminé comme suit :

$$Op_{provisions} = 0.0045 \times \max(0; TP_{life})$$

Avec :

- $TP_{life}$  : le montant des provisions techniques ;

### 2.2.2.3 L'ajustement par les impôts différés et les provisions techniques

Le SCR est ajusté de la somme des capacités d'absorption des provisions techniques et des impôts différés :

$$Adj = AdjTP + AdjDT$$

Avec :

- *AdjTP* : correspond à la part de l'ajustement lié à la capacité d'absorption des pertes sur provisions techniques ;
- *AdjDT* : correspond à la part de l'ajustement lié à la capacité d'absorption des pertes des impôts différés.

Les impôts différés correspondent aux montants recouvrables (actifs) et payables (passifs) au cours des périodes futures, au titre des décalages temporels entre le bilan social et le bilan prudentiel Solvabilité 2.

**Un impôt différé actif** correspond à une créance d'impôts récupérable au cours d'un exercice ultérieur. Ce cas de figure peut se présenter lorsque la juste valeur d'un actif est en moins-value latente ou lorsque la juste valeur d'un passif est supérieure à sa valeur comptable.

**Un impôt différé passif** correspond à une dette d'impôts payable lors d'un exercice ultérieur. C'est notamment le cas lorsque la juste valeur d'un actif est supérieure à sa valeur comptable ou lorsque la juste valeur d'un passif est inférieure à sa valeur comptable.

#### L'absorption de pertes par les provisions techniques

La *Futur Discretionary Benefits* (FDB) ou encore participation discrétionnaire future correspond aux montants des bénéfices futurs qui seront reversés aux assurés. Lors d'un choc sur un sous module de risque, la FDB diminuera. Le nBSCR correspond au BSCR recalculé après choc et tenant compte de la nouvelle valeur de FDB. La variation entre le BSCR et le nBSCR ne peut pas être supérieure au montant de FDB. Ainsi, l'ajustement pour absorption des pertes par les provisions techniques s'écrit :

$$AdjTP = - \min(\text{BSCR} - \text{nBSCR}; \text{FDB})$$

Avec :

- *BSCR* : Le capital requis de base ;
- *nBSCR* : l'exigence de capital de solvabilité requis de base net ;
- *FDB* : Le montant de la participation aux bénéfices future distribuée aux assurés.

### 2.2.3 L'indicateur de dilution et de relation prudentiel : la variation du ratio de solvabilité

On définit le ratio de solvabilité comme le rapport entre les fonds propres prudentiels et le SCR.

$$\text{Ratio de solvabilité} = \frac{\text{Fonds propres prudentiels}}{\text{SCR}}$$

Le ratio de solvabilité doit être supérieur à 100 % pour que l'assureur soit considéré comme solvable. En cas d'insolvabilité, l'organisme a deux mois pour transmettre à l'ACPR un plan de redressement réaliste et à 6 mois pour rétablir le niveau requis de fonds propres. Il peut par exemple, augmenter les fonds propres par une opération de recapitalisation ou d'émission de dettes.

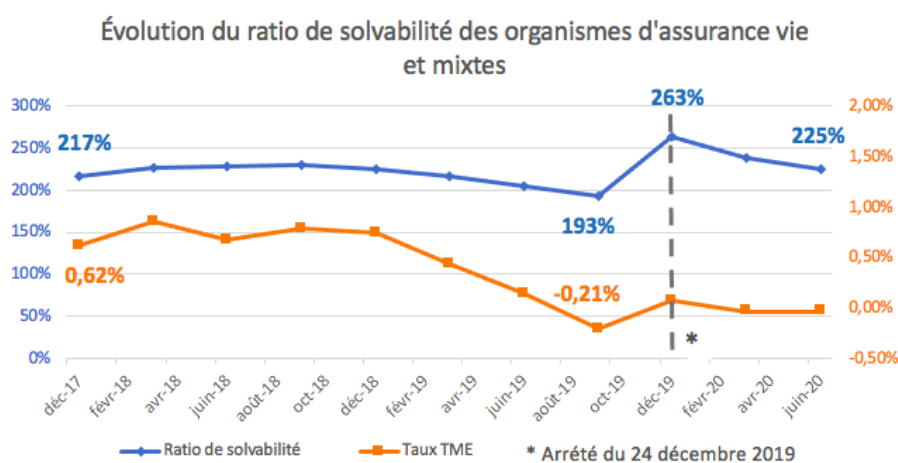


FIGURE 2.10: Évolution du ratio de solvabilité des organismes d'assurance vie et mixte (source : ACPR)

Le ratio de solvabilité des assureurs vie a diminué à cause de la baisse des taux d'intérêt et de la collecte sur les fonds en euros, ce qui a eu comme effet d'augmenter la provision Best Estimate et diminuer les fonds propres. La hausse soudaine du ratio de solvabilité fin 2019, est en grande partie due à l'arrêté du 24 décembre 2019, autorisant les entreprises d'assurance vie à intégrer une partie de la provision pour participation aux bénéfices dans leurs fonds propres, sous certaines conditions.

La baisse du ratio de solvabilité observée en 2020 est due à la crise sanitaire dont les conséquences ont été nombreuses : baisse des primes, diminution de la valeur de marché des actifs suite à la chute des marchés financiers...



## Chapitre 3

# La méthode de projection du bilan comptable et prudentiel

Nous étudions l'impact de la collecte nette et de l'environnement de taux sur la variation du taux de rendement actuariel à l'achat d'un portefeuille obligataire et du ratio de solvabilité, entre le 31/12/2019 et le 31/12/2020 suivant trois hypothèses de collecte nette (définies dans le chapitre 4).

Pour cela, nous évaluerons le bilan prudentiel au 31/12/2019 puis nous déterminerons, pour chaque hypothèse de collecte nette, le bilan comptable et prudentiel dans un an d'une société d'assurance vie commercialisant des contrats d'épargne en euros.

Le but de ce chapitre est de présenter la méthode utilisée pour déterminer le ratio de solvabilité dans un an ainsi que les deux outils permettant d'estimer les bilans prudentiels aux deux dates d'arrêté :

- Un générateur de scénarios économiques permettant de projeter plusieurs scénarios économiques futurs probables ;
- Un outil de gestion actif-passif permettant de modéliser les flux d'actif, de passif et les interactions entre l'actif et le passif.

### 3.1 La méthode de projection du ratio de solvabilité dans un an

Pour obtenir le ratio de solvabilité dans un an, il convient de déterminer le SCR dans un an, et le bilan prudentiel dans un an afin de connaître la valeur des fonds propres prudentiels.

La méthode des simulations dans les simulations consiste à projeter des scénarios économiques en univers monde réel au cours de la première année (scénarios primaires), puis pour chaque scénario primaire, à projeter de nouveaux scénarios économiques en univers risque neutre (scénarios secondaires).

Les scénarios économiques primaires en monde réel permettent de simuler l'évolution des variables économiques et financières entre l'année 0 et l'année 1. Ces simulations sont calibrées sur la base d'observations historiques (monde-réel).

Les simulations secondaires permettent de déterminer la provision Best Estimate à l'aide d'un modèle de gestion actif-passif. Les simulations secondaires sont générées en univers risque neutre conditionnellement à la situation économique établie lors de la première simulation, ce

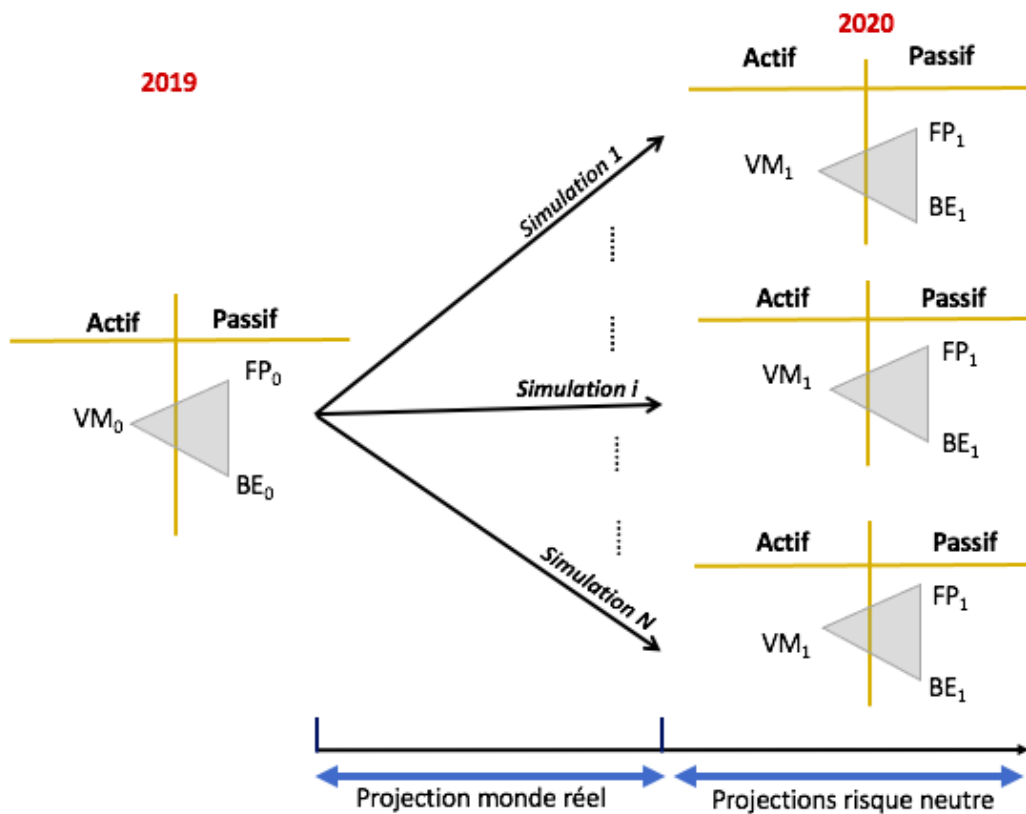


FIGURE 3.1: L'évaluation du ratio de solvabilité dans un an : la méthode des simulations dans les simulations

qui permet d'obtenir une valorisation « market consistent » des éléments du passif.

Il est ainsi possible de déterminer une distribution de fonds propres prudentiels dans 1 an et d'en déduire le SCR vision modèle interne.

Le SCR dans un an peut être obtenu par l'application de la formule standard ou bien par une approche modèle interne nécessitant de générer des scénarios en monde réel en  $t=1$ , puis des scénarios risque neutre en  $t=2$ .

Cette méthode peut être coûteuse en temps de calcul car elle nécessite un grand nombre de simulations. Pour cette raison des méthodes alternatives ont été développées pour permettre d'améliorer les temps de calcul en cherchant principalement à diminuer le nombre de simulations. Nous pouvons notamment citer les méthodes ci-dessous, (nous ne les développerons pas mais le lecteur pourra se référer aux articles associés) :

- Les méthodes paramétriques : Least Square Monte Carlo [[charpentier\\_livre9](#)] , Curve Fitting [[charpentier\\_livre9](#)];
- La méthode des Replicating Portfolios [Oes08];
- L'accélérateur des simulations dans les simulations [Lau09];
- L'utilisation du machine learning [Gau17].

Nous avons choisi de ne pas utiliser ces méthodes trop coûteuse en temps et pouvant complexifier l'analyse des résultats. Elles pourront être utilisées ultérieurement afin d'approfondir ce mémoire.

Nous avons utilisé une projection déterministe, qui consiste à remplacer le premier niveau

de simulation en monde réel par une unique simulation primaire que nous supposons égale à la moyenne que nous aurions obtenue en projetant un grand nombre de simulations stochastiques. Ainsi, on considère que le scénario moyen est le scénario le plus probable.

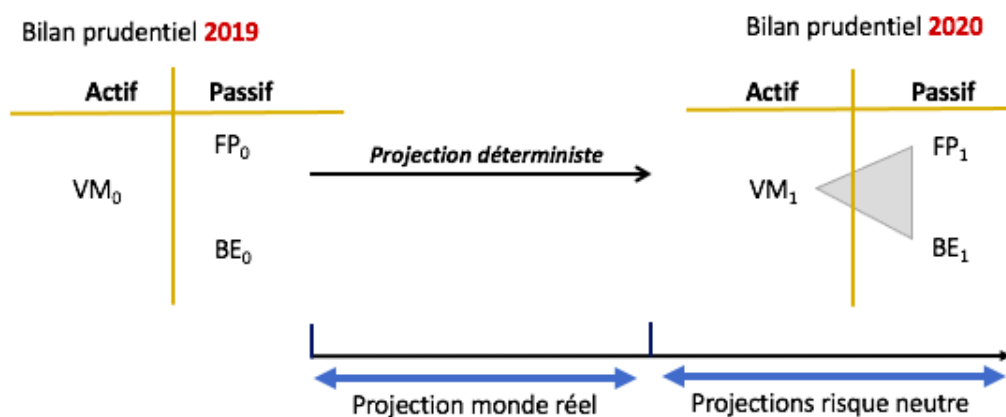


FIGURE 3.2: L'alternative à la méthode des simulations dans les simulations : la projection déterministe

Pour rappel, nous voulons tester l'impact de la collecte nette et de l'environnement de taux sur le TRA et le ratio de solvabilité. Dans ce cadre, un scénario déterministe peut être judicieux puisqu'il permet de tester la variabilité des résultats aux différentes hypothèses et d'optimiser le temps de calcul.

## 3.2 Le générateur de scénarios économiques

### 3.2.1 Introduction au générateur de scénarios économiques

Afin de calculer les rendements comptables futurs des actifs du portefeuille et les éléments du bilan prudentiel, nous avons besoin de projeter l'évolution des variables économiques et financières dans le futur. Pour ce faire, nous avons utilisé un générateur de scénarios économiques développé sous le logiciel R. Cet outil permet de générer un grand nombre de scénarios économiques selon une loi de probabilité ou un modèle de diffusion donné. Un scénario économique représente un état futur possible d'un ensemble des variables économiques et financières. L'ensemble des scénarios permet d'obtenir une distribution de probabilité des variables d'intérêt à un horizon de temps souhaité.

Nous simulons l'ensemble des variables économiques et financières sur un horizon de 40 années et projetons 5 000 scénarios économiques.

Au sein d'un scénario économique, nous avons choisi de modéliser :

- Le niveau des taux d'intérêt nominaux court terme et long terme permettant d'obtenir des courbes de taux sans risque futur. Ces courbes permettent de calculer le rendement annuel futur des obligations et de calculer le passif en « juste valeur » par actualisation des flux futurs ;
- La performance des actions ;

- L'inflation : l'inflation permettra de faire évoluer la valeur des frais futurs.

Nous allons présenter dans la suite les différents modèles utilisés pour générer ces variables économiques ainsi que la matrice de corrélation retenue.

### 3.2.2 Deux univers de projection : L'univers monde réel et l'univers risque neutre

On projette les variables économiques et financières en univers monde réel lorsqu'on cherche à apprécier les évolutions futures des variables conformément aux observations historiques. L'objectif est que les simulations reproduisent le plus fidèlement la réalité. Pour ce faire, les modèles sont calibrés à partir de données historiques.

Dans l'univers monde réel, les rendements des actifs intègrent implicitement une prime de risque c'est à dire qu'un rendement complémentaire au taux sans risque rémunère leur caractère risqué.

Cet univers ne permet pas de valoriser un portefeuille puisque les primes de risque ne sont pas connues à l'avance et diffèrent d'un actif à l'autre. De plus, nous ne pouvons pas actualiser sans prime de risque car cela reviendrait à surestimer la valeur de l'actif par rapport au prix du marché.

Pour pallier à cette problématique l'univers probabiliste risque-neutre a été construit. C'est un univers théorique dans lequel toutes les primes de risque sont nulles et où les actifs rapportent en moyenne le taux sans risque. Les acteurs du marché sont donc considérés comme neutres face au risque. Cet univers est utilisé pour évaluer le bilan prudentiel des assureurs. Les scénarios économiques risque neutre simulés doivent être « Market Consistent » c'est-à-dire cohérents avec les prix des actifs observés sur le marché afin d'obtenir une juste valeur des actifs et des passifs de la société d'assurance.

Dans cet univers, le prix de tout actif  $P_t$  est égal à l'espérance sous la probabilité risque neutre des flux futurs du titre actualisés au taux sans risque :

$$E^{RN} \left[ \sum_{j=t}^T e^{-\int_t^T r_s ds} Flux_j \right] = P_t$$

Cette espérance peut être approximée par une méthode de Monte Carlo à partir de projections risque neutre.

$$P_t = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left[ \sum_{j=t}^T e^{-\int_t^T r_s ds} \times Flux_j^k \right]$$

Dans le cadre de ce mémoire, l'évaluation du bilan prudentiel au 31/12/2019 se fera uniquement par des simulations en risque neutre car nous connaissons l'information financière au 31/12/2019. Pour évaluer le bilan prudentiel au 31/12/2020, nous utiliserons une projection déterministe en monde réel puis plusieurs simulations en univers risque neutre.

### 3.2.3 Corrélation des actifs et génération de mouvements browniens corrélés

Les actions, les taux courts réels et les taux courts nominaux sont liés par une relation de dépendance linéaire dans des conditions normales de marché. En revanche, ces actifs sont indépendants en période de stress de marché (crash boursier ou bulle financière). Cette relation de dépendance se traduit par une corrélation entre les mouvements browniens régissant les actifs.

Nous retenons la matrice de corrélation  $\Theta$  suivante calculée sur la base de données historiques :

Actifs	Taux courts nominaux	Actions	Taux courts réels
Taux courts nominaux	1	0.37	0.57
Actions	0.37	1	0.45
Taux courts réels	0.57	0.45	1

La matrice de corrélation est symétrique définie positive. D'après le lemme de Cholesky, pour toute matrice symétrique définie positive, il existe une unique matrice réelle triangulaire inférieure  $L$  ( $L^T$  sa transposée) telle que  $\Theta = LL^T$ .

Nous simulons un vecteur  $U$  gaussien standard afin d'obtenir un vecteur  $X$  gaussien centré de matrice de variance covariance  $\Theta$  représentant les trajectoires browniennes corrélées des actifs.

Nous définissons le vecteur  $X$  de dimension 3 représentant les trajectoires browniennes corrélées des actions, du taux court nominal, des taux courts réels :

$$X = LU \Leftrightarrow \begin{bmatrix} l_{1,1} & 0 & 0 \\ l_{2,1} & l_{2,2} & 0 \\ l_{3,1} & l_{3,2} & l_{3,3} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} Cov(X) &= E[(X - E(X))(X - E(X))] = E[XX^T] \text{ car } E[X] = LE[U] = 0 \\ &= LE[UU^T]L^T \\ &= LL^T \text{ car } E[UU^T] = I \\ &= \Theta \end{aligned}$$

### 3.2.4 Le modèle de taux

#### 3.2.4.1 Les taux d'intérêt nominaux

Le modèle utilisé pour modéliser les taux d'intérêts nominaux est le modèle de Vasicek à 2 facteurs. C'est un modèle multifactoriel simulant conjointement un taux court nominal et un taux long nominal. Le taux court nominal (ou taux instantané), noté  $r_s$  est le taux d'intérêt qui s'applique sur une courte période sur le marché monétaire.

Ce modèle présente les avantages suivants :

- Il permet de générer des taux négatifs (les taux nominaux suivent une loi normale) ;
- Il présente une formule fermée pour le prix des zéros-coupons ;
- Il prend en compte l'effet de retour à la moyenne ;
- Le modèle à 2 facteurs permet plus de souplesse sur les formes de courbe de taux générés.

Le modèle de Vasicek à 2 facteurs est caractérisé par les équations de diffusion suivantes :

$$\begin{cases} dl_t &= \alpha_l \times (\mu - l_t) dt + \sigma_l dB_t^l \\ dr_t &= \alpha_r \times (l_t - r_t) dt + \sigma_r dB_t^r \end{cases}$$

Avec :

- $r_t$  : le taux d'intérêt court terme en  $t$
- $l_t$  : le taux d'intérêt long terme en  $t$

- $\alpha_l$  : vitesse de retour à la moyenne du taux long nominal vers la moyenne
- $\alpha_r$  : vitesse de retour à la moyenne du taux court nominal vers le taux long nominal
- $\mu$  : moyenne du taux long
- $\sigma_l$  : volatilité du taux long (constante)
- $\sigma_r$  : volatilité du taux court (constante)
- $(B_t^l)_{t \geq 0}$  : mouvement brownien indépendant de  $(B_t^r)_{t \geq 0}$
- $(B_t^r)_{t \geq 0}$  : mouvement brownien corrélé aux actions et au taux court réel.

En discrétisant ce modèle selon un schéma d'Euler, nous obtenons une relation de récurrence nous permettant de simuler les trajectoires de taux :

$$\begin{cases} l_{t+1} &= l_t + \alpha_l \times (\mu - l_t) dt + \sigma_l N_t \\ r_{t+1} &= r_t + \alpha_r \times (l_t - r_t) dt + \sigma_r U_{1,t} \end{cases}$$

Avec :

- $(N_t)_{t \geq 0}$  : vecteur gaussien centré réduit ;
- $U_{1,t}$  : première composante du vecteur gaussien centré réduit U défini à la section 3.2.3. Le taux court nominal est corrélé avec les actions alors que le taux long nominal n'est corrélé avec aucun des autres actifs (taux court nominal compris), par conséquent  $U_{1,t}$  est indépendant de N.

### 3.2.4.2 Prix et taux des obligations zéro-coupons

Le modèle de Vasicek permet d'obtenir une formule fermée du prix  $P(t, T)$  en t d'un zéro coupon de maturité T.

$$P(t, T) = \exp(A(T-t) - B_1(T-t) \times r_t - B_2(T-t) \times l_t)$$

Avec :

- $B_1(x) = \frac{1 - \exp(-\alpha_l x)}{\alpha_l}$
- $B_2(x) = \frac{\alpha_r}{\alpha_r - \alpha_l} \left( \frac{1 - \exp(-\alpha_l x)}{\alpha_l} - \frac{1 - \exp(-\alpha_r x)}{\alpha_r} \right)$
- $A(x) = (B_1(x) - x) \left( \mu - \frac{\sigma_1^2}{2\alpha_r^2} \right) + B_2(x) \mu - \left( \sigma_1^2 \frac{B_1(x)^2}{4\alpha_r} \right) + \frac{\sigma_2^2}{2} \left( \frac{x}{\alpha_l^2} - \frac{2(B_1(x) + B_2(x))}{\alpha_l^2} + \frac{1 - \exp(-2\alpha_r x)}{2\alpha_r(\alpha_r - \alpha_l)^2} \right) - \frac{-\alpha_r(1 - \exp(-(\alpha_r + \alpha_l)x)}{\alpha_l(\alpha_r - \alpha_l)^2(\alpha_r + \alpha_l)} + \frac{\alpha_r^2(1 - \exp(-2\alpha_l x)}{2\alpha_l^3(\alpha_r - \alpha_l)^2}$

Grâce à cette formule fermée nous pouvons calculer la courbe des taux zéros-coupons (ZC) initiale (en  $t = 0$ ) et les courbes de taux futurs (pour tout  $t > 0$ ). La courbe des taux ZC pour tout  $T > t \geq 0$  est calculée par la formule suivante :

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

### 3.2.4.3 Le calibrage du modèle de Vasicek à deux facteurs et tests réalisés

Le calibrage du modèle consiste à optimiser les paramètres du modèle pour minimiser l'écart entre la courbe des taux zéros-coupons simulée (en  $t=0$ ) et la courbe des taux de référence. Nous choisissons la courbe des taux EIOPA au 31/12/2019 sans ajustement de volatilité, comme courbe de référence. Nous obtenons les paramètres suivants :

Paramètres calibrés au 31/12/2019	$r_t$	$l_t$	$\alpha_r$	$\alpha_l$	$\sigma_r$	$\sigma_l$	$\mu$
	-0.00421	0.00113	0.116	0.13	0.01298	0.096	0.0372

Le calibrage doit permettre la validation des tests de Market Consistency et de martingalité.

**Le test de Market Consistency :** Le GSE doit générer des prix d'actifs cohérents avec les prix des actifs observés sur les marchés financiers. C'est à dire qu'un prix d'un instrument simulé à partir de notre modèle doit être identique à celui observé sur le marché. Afin de valider ce test, nous calculons le prix d'une option de vente d'échéance 1 an portant sur une obligation de l'Etat allemand de maturité 10 ans, de strike 100 € et dont les coupons dépendent de la courbe des taux de référence. Si le prix calculé est proche du prix en vigueur sur le marché alors ce test est validé. Nous avons décrit dans l'annexe D la méthode suivie pour s'assurer que les scénarios obtenus vérifient ce test.

Ce test est vérifié car nous obtenons un prix d'option compris dans l'intervalle de confiance à 99.5 %.

**Le test de martingalité :**

Ce test consiste à vérifier que le processus des prix actualisés des obligations zéro coupon est une martingale. Nous rappelons dans un premier temps la définition d'une martingale :

Considérons  $(F_t)_{t \geq 0}$  une filtration et  $(X_t)_{t \geq 0}$  un processus adapté à cette filtration,  $(X_t)_{t \geq 0}$  est une martingale si :

- i)  $\forall t \geq 0 X_t \in \mathcal{L}^1$
- ii)  $\forall t \geq 0$  et  $s \leq t, E[X_t | F_s] = X_s$

On doit donc vérifier que  $P_t = e^{-\int_0^t r_s ds} P(t, T)$  est une martingale, c'est à dire :

$$\forall s \leq t \leq T E^{RN} [e^{-\int_0^t r_s ds} P(t, T) | F_s] = e^{-\int_0^s r_s ds} P(s, T)$$

Nous connaissons uniquement l'information en 0, nous devons vérifier que :

$$\forall 0 \leq t \leq T ; E^{RN} [e^{-\int_0^t r_s ds} P(t, T) | F_0] = P(0, T)$$

Ainsi, pour valider les scénarios de taux nominaux, il faut que la moyenne des prix zéro coupon actualisés de toute date t avec maturité T soit égale à la valeur en t=0 du prix zéro coupon de maturité T issu de la courbe de référence. Nous pouvons construire un intervalle de confiance au niveau  $\alpha$  pour chaque T :

$$IC_\alpha = [P(0, T) - q_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}; P(0, T) + q_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}]$$

Avec :

- $P(0, T)$  : est le prix du zéro coupon de maturité T de référence ;
- $q_{\frac{\alpha}{2}}$  est le quantile d'ordre  $\frac{\alpha}{2}$  d'une loi de Student à N-1 degrés de liberté ;
- L'écart type estimé  $\hat{\sigma} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (e^{-\int_0^T r_s^i ds} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e^{-\int_0^T r_s^i ds})^2$

Ce test revient à vérifier que la courbe des taux zéros-coupons calculée avec les scénarios obtenus et la courbe de référence coïncident.

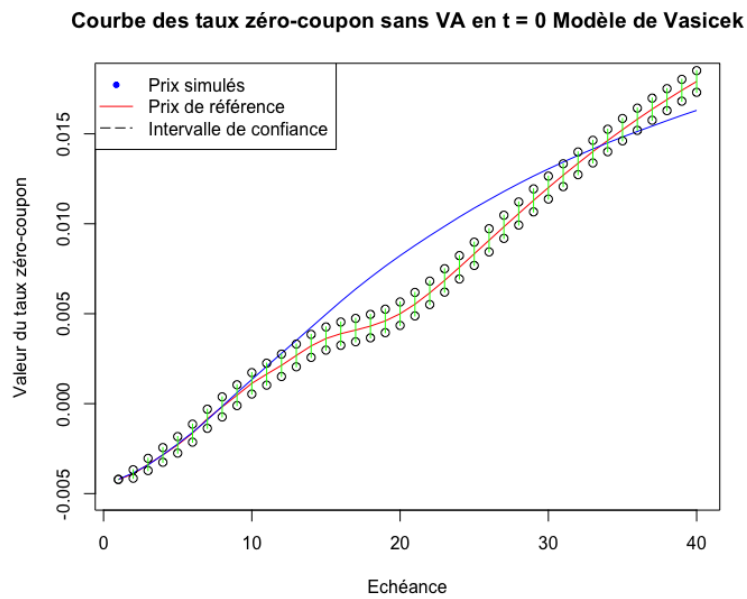


FIGURE 3.3: Test de martingalité pour les taux courts nominaux

### 3.2.5 La modélisation de l'inflation

L'inflation est projetée indirectement à partir de la modélisation des taux courts réels et des taux nominaux. Les taux réels sont modélisés de la même façon que les taux nominaux, par un modèle de Vasicek à deux facteurs.

Nous déduisons l'inflation par la relation suivante :

$$r_t = \frac{1 + i_t}{1 + \pi_t} - 1$$

Avec :

- $i_t$  : Taux court nominal en t ;
- $r_t$  : Taux d'intérêt réel en t ;
- $\pi_t$  : Taux d'inflation en t

Cette relation peut être approximée par l'équation de Fisher :

$$r_t = i_t - \pi_t \iff \pi_t = i_t - r_t$$

Le modèle des taux courts est calibré à partir des hypothèses suivantes :

- La variation de l'indice des prix à la consommation entre le 31/12/2018 et le 31/12/2019  $\pi_0 = 1,46\%$  ;
- Le taux d'inflation doit converger à long terme vers 2 % (Objectif de la Banque Centrale Européenne)



### 3.2.6 La modélisation de la performance des actions

Le cours des actions est simulé par le modèle de Black & Sholes dont l'équation de diffusion est la suivante :

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

Avec :

- $\mu$  : La performance moyenne des actions ;
- $\sigma$  : La volatilité du cours des actions ;
- $S_t$  : La valeur du cours de l'action à la date t ;
- $W_t$  : Un mouvement brownien standard à la date t.

Par application de la formule d'Itô, nous obtenons la solution suivante :

$$S_t = S_0 e^{(\mu - \frac{\sigma^2}{2})t + \sigma W_t}$$

La performance annuelle logarithmique des actions est obtenue par :

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

La performance annuelle logarithmique des actions suit donc une loi normale. A partir de données historiques (données du CAC 40 entre 2000-2018) et de la méthode des noyaux, nous reconstituons la densité empirique de la performance logarithmique des actions. Nous cherchons ensuite les paramètres de cette densité. Pour nous rapprocher au plus près de la densité empirique de la performance des actions de référence, nous modélisons 3 lois normales :

- La première loi modélise le coeur de la distribution ;
- Les deux autres lois épaississent les queues de distribution et traduisent le risque de krach boursier et de forte hausse du marché.

La performance des actions à la date t est obtenue par la somme de trois lois normales pondérées par leur probabilité de survenance :

- $N(\mu_b, \sigma_b)$  avec probabilité de survenance  $p_b$  d'une baisse du cours des actions ;
- $N(\mu_h, \sigma_h)$  avec probabilité de survenance  $p_h$  d'une hausse du cours des actions ;
- $N(\mu_s, \sigma_s)$  avec probabilité de survenance  $1 - p_h - p_b$  d'une évolution normale du cours des actions.

Régime normal		Régime de baisse		Régime de hausse	
$\mu=0.08$	$\sigma=0.15$	$\mu = -0.28$	$\sigma = 0.18$	$\mu=0.25$	$\sigma = 0.12$
$p_s = 0.58$		$p_b = 0.19$		$p_h = 0.23$	

On obtient finalement une densité combinée en calibrant les 9 paramètres (moyenne, écart type et probabilité de passage de chaque régime) par rapport à la densité empirique de référence.

Pour obtenir la performance des actions en univers risque neutre, nous corrigerons la performance des actions pour qu'elle soit égale au taux sans risque.

#### 3.2.6.1 Le Calibrage du modèle et tests réalisés

**Le test de martingalité** : Les scénarios de performance des actions vérifient le test de martingalité si la moyenne actualisée du prix de l'action à chaque horizon de temps est égale au prix initial de l'action. Autrement dit, pour un horizon d'un an et une valeur initiale de 100

euros, le test consiste à vérifier que :

$$100 = \frac{100}{N} \sum_{k=1}^N \frac{(1 + perf_1^k)}{(1 + r_{(0,1)}^k)}$$

Avec :

- $perf_1^k$  : la performance des actions de la première année correspondant au scénario k ;
- $r_{(0,1)}^k$  : le taux sans risque du scénario k de maturité un an ;
- $N$  : nombre de projections (5 000 dans notre étude).

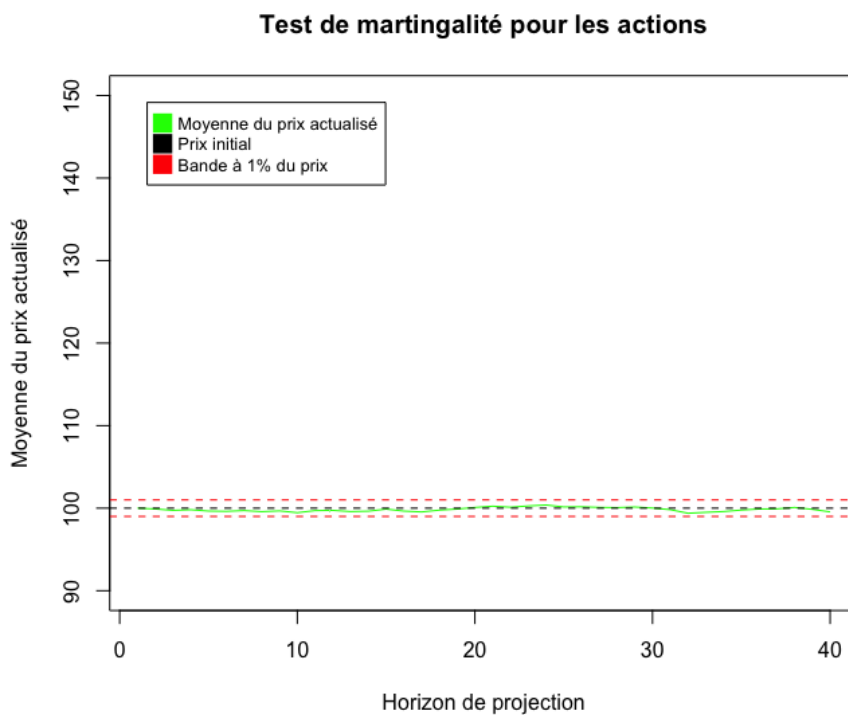


FIGURE 3.4: Test de martingalité des actions

### 3.3 Le modèle ALM

L'évaluation de la provision Best Estimate nécessite la mise en place d'un modèle ALM afin de prendre en compte les interactions entre l'actif et le passif engendrées par les garanties financières des contrats d'épargne en euros. Cette partie vise à présenter le fonctionnement du modèle ALM.

Un modèle ALM est défini par un ensemble de règles modélisant :

- Le comportement probable des assurés à travers des lois de décès et rachat ;
- Le comportement des assureurs à travers les futures décisions de gestion : Ces règles définissent la stratégie financière et la politique de revalorisation des encours. Elles sont déterminées de manière objective et cohérente avec les pratiques en cours ou passées des entreprises d'assurance. Ces règles ont un impact sur la valeur des flux de trésorerie et par conséquent sur le Best Estimate et la solvabilité de l'entreprise, il apparaît donc primordial de les définir le plus justement possible.

Le modèle ALM utilisé est un modèle de type "flexing". Il requiert 3 niveaux de calculs :

- Une modélisation déterministe des flux futurs de passif sans prise en compte des rachats conjoncturels et de la participation aux bénéfices future ;
- Une modélisation de l'actif sans prise en compte de la stratégie d'allocation cible ;
- La modélisation des interactions actif-passif telles que la revalorisation des contrats, les rachats conjoncturels ainsi que la stratégie d'investissement d'actifs.

La projection des flux est réalisée sur 40 années.

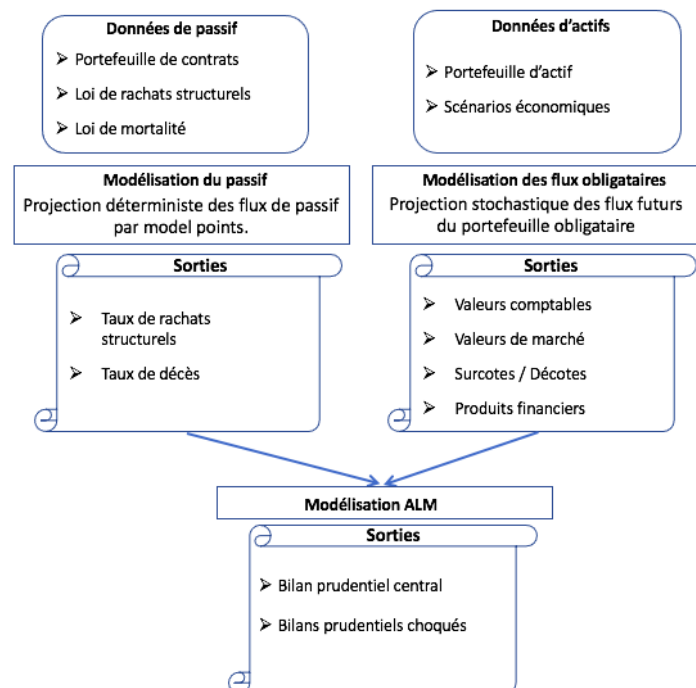


FIGURE 3.5: Le fonctionnement du modèle ALM

### 3.3.1 La modélisation du passif

La modélisation du passif a pour but de projeter les flux futurs liés aux engagements envers les assurés (rachat structurel, décès, frais de gestion, chargements) pour chaque model point du portefeuille, puis de les agréger pour déterminer les tables de rachats et de mortalité en nombre et en montant sur la durée de projection. Les tables obtenues seront utilisées au cours de la modélisation ALM afin de déterminer les flux de prestations avec prise en compte des revalorisations et des rachats conjoncturels.

Nous faisons **les hypothèses simplificatrices** suivantes :

- Les rachats structurels et les décès interviennent en fin de période ;
- Les rachats interviennent avant les décès ;
- Les primes sont exclues de la modélisation (approche "run-off") ;
- Le modèle ne projette pas la provision globale de gestion (PGG), la provision pour aléas financiers (PAF), la provision pour dépréciation durable (PDD).

La modélisation du passif s'est faite avec le logiciel PYTHON.

Pour diminuer les temps de calcul, et comme le permet l'article 35 du règlement délégué, notre portefeuille de contrat est regroupé en model points selon le sexe, l'âge et l'ancienneté. Chaque model point comprend :

- l'âge de l'assuré ;
- l'ancienneté du contrat ;
- la provision mathématique à la date d'arrêt ;
- le nombre de contrats à la date d'arrêt ;
- le TMG ;
- le sexe.

#### 3.3.1.1 Les prestations en cas de rachats structurels

Les contrats d'épargne en euros donnent la possibilité aux assurés de racheter leur contrat à tout moment.

Les rachats observés en assurance vie sont décomposés en deux catégories :

- Les rachats structurels ;
- Les rachats conjoncturels.

**Les rachats structurels** dépendent de l'ancienneté du contrat. Ils sont indépendants des conditions économiques et de la politique de revalorisation et s'expliquent dans la plupart des cas par :

- Un besoin de liquidité de l'assuré ;
- L'ancienneté du contrat qui permet de bénéficier d'une fiscalité avantageuse, ce qui incite l'assuré à racheter son contrat. Pour cette raison, on observe un pic de rachat après 8 ans de détention.

Nous avons déterminé à partir d'un historique de données :

- Une loi de rachat en montant ( $TxRac_{mt}(anc)$ ) ;
- Une loi de rachats en nombre ( $TxRac_{nb}(anc)$ ) ;

Ces deux lois permettent de prendre en compte les rachats partiels.

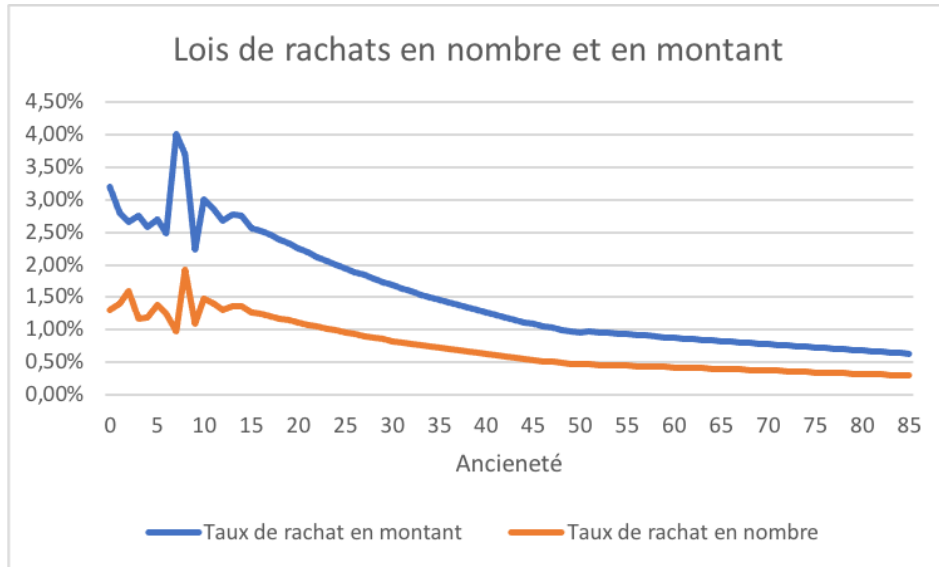


FIGURE 3.6: Lois de rachats en nombre et en montant

**Le montant de rachats structurels** est calculé pour chaque model point  $l$  et chaque année de projection  $j$  de la manière suivante :

$$PR^l(j) = (PM^l(j-1) + IT^l(j)) \times TxRac_{mt}(anc^l + j)$$

Avec :

- $PM^l(j-1)$  : Provision mathématique des assurés du model point  $l$ , de l'année  $j-1$  ;
- $IT^l(j)$  : Intérêts techniques servis l'année  $j$  aux assurés du model point  $l$  ;
- $TxRac_{mt}(anc^l + j)$  : Tx de rachat structurel en montant dépendant de l'ancienneté à la date d'arrêt du model point  $l$ .

La dernière année de projection, les prestations rachats sont égales à la provision mathématique.

**Le nombre de rachats** réalisés au cours de l'année  $j$  du modèle point  $l$  est égal à :

$$Nb\ de\ rachat^l(j) = Nb\ de\ contrats^l(j-1) \times TxRach_{nb}(anc^l + j)$$

### 3.3.1.2 Les prestations en cas de décès

Nous avons décidé d'utiliser la table de mortalité réglementaire TH00-02 pour modéliser les décès. Nous supposons que les décès interviennent en fin d'année. Pour chaque model point  $l$ , et chaque année de projection  $j$ , **le montant des prestations décès** est calculé de la manière suivante :

$$PD^l(j) = (PM^l(j-1) + IT^l(j) - PR^l(j)) \times q_{x+j}$$

Avec :

- $PM^l(j-1)$  : Provision mathématique de l'année  $j-1$  des assurés du model point  $l$  ;
- $IT^l(j)$  : Intérêts techniques servis l'année  $j$  aux assurés du model point  $l$  ;
- $PR^l(j)$  : Les prestations rachats de l'année  $j$  relatives au model point  $l$  ;
- $q_{x+j} = \frac{L_{x+j} - L_{x+(j-1)}}{L_{x+(j-1)}}$  : Taux de décès défini en fonction de l'âge des assurés du model point  $l$ .

Le nombre de décès ayant lieu pendant l'année  $j$  pour le model point  $l$  est égal à :

$$Nb\ décès^l(j) = (Nb\ de\ contrats^l(j-1) - Nb\ de\ rachat^l(j)) \times q_{x+j}$$

### 3.3.1.3 La provision mathématique

La provision mathématique à la clôture de chaque année de projection  $j$  et de chaque model point  $l$  s'obtient en ajoutant les intérêts techniques de l'année et en diminuant les prestations rachat, décès, et chargements de l'année. La provision mathématique se calcule de la façon suivante :

$$PM^l(j) = PM^l(j-1) + IT^l(j) - PR^l(j) - PD^l(j) - Chargts(j)$$

### 3.3.1.4 Les sorties de la modélisation du passif

Après avoir projeté les flux futurs de chaque model point, nous pouvons déduire les tables de rachat en nombre et en montant, ainsi que les table de décès en nombre et en montant, pour chaque année de projection  $j$  calculées de la manière suivante :

- $Tx\ rach\ struct\ mnt(j) = \frac{\sum_l PR^l(j)}{\sum_l IT^l(j) + \sum_l PM^l(j-1)}$
- $Tx\ dcs\ mnt(j) = \frac{\sum_l PD^l(j)}{\sum_l IT^l(j) + \sum_l PM^l(j-1) - \sum_l PR^l(j)}$
- $Tx\ rach\ struct\ nb(j) = \frac{\sum_l Nb\ rachat^l(j)}{\sum_l Nb\ de\ contrat^l(j-1)}$
- $Tx\ dcs\ nb(j) = \frac{\sum_l Nb\ de\ décès^l(j)}{\sum_l Nb\ de\ contrat^l(j-1) - \sum_l Nb\ rachat^l(j)}$

## 3.3.2 La modélisation des flux futurs du portefeuille obligataire

La modélisation des flux obligataires consiste à projeter, en univers risque neutre, les valeurs comptables, les valeurs de marché, les flux financiers des obligations en portefeuille. Nous modélisons également, pour chaque année de projection, l'évolution de la valeur de marché et les flux financiers d'une obligation d'une valeur nominale de 100 euros. Cette projection nous permettra par la suite de modéliser le réinvestissement de flux (produits financiers, obligations arrivant à maturité,...) que nous détaillerons dans la partie gestion actif-passif.

Nous faisons **les hypothèses simplificatrices** suivantes :

- Le spread de crédit reste constant au cours de la projection ;
- Les flux obligataires (coupons et remboursement de capital) interviennent en fin d'année.

### 3.3.2.1 La projection des obligations

Par simplification, nous avons pris l'hypothèse selon laquelle les coupons et les remboursements de toutes les obligations en portefeuille interviennent le 31/12. Notons  $H$  le nombre d'obligations du portefeuille initiale.

#### La détermination du spread moyen

Nous calculons le spread moyen de chaque obligation afin de pouvoir supprimer la prime de risque. En univers risque neutre, les flux sont égaux à :

$$Flux_i^{RN} = \frac{Flux_i^{MR}}{(1+s)^i}$$

Pour déterminer la valeur du spread  $s$ , nous utilisons la formule suivante :

$$VM_{Oblig_h}(0) = \sum_{i=1}^{T_h} \frac{C_h}{((1+t_{sr}^{i,0}) \times (1+s_h))^i} + \frac{R_h}{((1+t_{sr}^{i,0}) \times (1+s_h))^{T_h}}$$

Avec :

- $VM_{Oblig_h}(0)$  : Valeur de marché de l'obligation h à la date d'arrêté ;
- $t_{sr}^{i,0}$  : Taux sans risque de la courbe EIOPA ;
- $s_h$  : Spread moyen de l'obligation h ;
- $C_h$  : Coupon ;
- $T_h$  : Date de maturité de l'obligation ;
- $i$  : Date de tombée de coupon.

### La valeur de marché des obligations

Nous faisons l'hypothèse que le spread de l'obligation reste constant tout le long de la projection. La valorisation d'une obligation à la date de projection  $j$ , en univers risque neutre, s'obtient par la formule suivante :

$$VM_{Oblig_h}^k(j) = \sum_{i=1}^{T_h-j} \frac{C_h}{((1+t_{sr}^{i,j,k}) \times (1+s_h))^i} + \frac{R_h}{((1+t_{sr}^{i,j,k}) \times (1+s_h))^{T_h-j}}$$

Avec :

- $VM_{Oblig_h}^k(j)$  : Valeur de marché de l'obligation h au pas de temps j, du scénario k ;
- $t_{sr}^{i,j,k}$  : Taux sans risque forward j années, de maturité i, du scénario k ;
- $s_h$  : Spread moyen de l'obligation h ;
- $C_h$  : Coupon ;
- $T_h$  : date d'échéance de l'obligation ;
- $i$  : date de tombée de coupon ;

### La valeur comptable des obligations

La valeur nette comptable (VNC) figurant au bilan est la somme entre la valeur d'achat hors intérêts courus et les surcotes / décotes.

Nous disposons du taux actuariel à l'achat des obligations grâce auquel nous pouvons calculer le taux actuariel à l'achat corrigé du risque :

Pour rappel, la valeur comptable se calcule de la façon suivante :

$$VC_{Oblig_h}(0) = \sum_{i=1}^T \frac{C_h}{(1+t_{ah})^i} + \frac{R}{(1+t_{ah})^{T_h} (-IC = 0)}$$

Avec :

- $VC_{Oblig_h}(0)$  : Valeur comptable de l'obligation h à la date d'arrétée
- $t_{ah}$  : Taux actuariel à l'achat de l'obligation h ;
- $C_h$  : Coupon ;
- $T_h$  : date d'échéance de l'obligation ;

- $i$  : date de tombée de coupon ;
- $IC$  : Intérêts courus de la période comprise entre la date de coupon précédant la date du bilan et la date de bilan. Les intérêts courus sont nuls puisque les dates de tombée de coupon de chaque obligation coïncident avec la date d'arrêtée .

A ce stade, les flux et le taux actuariel prennent en compte un spread de marché. Or, pour simuler en univers risque neutre, nous devons calculer ces éléments en les corrigeant du risque.

Le calcul de la valeur du spread à la date initiale, nous permet de déduire la valeur du taux actuariel corrigée  $t_a^{RN}$  de la façon suivante :

$$VC_{Oblig_h}(0) = \sum_{i=1}^T \frac{C_h}{((1 + t_a^{RN}) \times (1 + s_h))^i} + \frac{R_h}{((1 + t_a^{RN}) \times (1 + s_h))^{T_h}}$$

Ainsi, nous calculons la valeur comptable de l'obligation à chaque année de projection  $j$  de la manière suivante :

$$VC_{Oblig_h}(j) = \sum_{i=1}^{T-j} \frac{C_h}{((1 + t_a^{RN}) \times (1 + s_h))^i} + \frac{R_h}{((1 + t_a^{RN}) \times (1 + s_h))^{T_h-j}}$$

L'amortissement annuel de l'obligation  $h$  est calculé par :

$$Amortissement_h(j) = VC_{Oblig_h}(j) - VC_{Oblig_h}(j - 1)$$

La valeur comptable et les amortissements ne changent pas d'un scénario à l'autre.

### La projection des flux de remboursement et des produits financiers

Les flux de chaque année  $j$  de projection sont calculés de la manière suivante :

$$Flux(j) = \sum_{h=1}^H \frac{Coupon_h^j + R_h^j}{(1 + s_h)^j}$$

Avec :

- $Coupon_h^j$  : la valeur du coupon de l'obligation  $h$  l'année  $j$  ;
- $R_h^j$  : la valeur de remboursement de l'obligation  $h$ , l'année  $j$  si l'obligation arrive à l'échéance l'année  $j$ , sinon la valeur de cet élément est nulle ;
- $s_h$  : le spread moyen de l'obligation  $h$ .

Les produits financiers des obligations en stock à la date d'arrêtée correspondent à chaque pas de temps  $j$  à l'évolution de la valeur comptable par rapport à l'année précédente à laquelle s'ajoute les flux de l'année  $j$ .

$$PF(j) = \sum_{h=1}^H (VC_{Oblig_h}(j) - VC_{Oblig_h}(j - 1) + Flux(j))$$

Les flux et les produits financiers du portefeuille d'actif de départ sont les mêmes d'un scénario à l'autre.



### La projection des nouvelles obligations

Nous faisons l'hypothèse que les réinvestissements obligataires se font uniquement sur des obligations de maturité 10 ans, au pair. Nous calculons la valeur de marché d'une obligation de valeur d'achat et de remboursement de 100 euros et de maturité 10 ans, rapportant chaque année le taux sans risque. Cette obligation nous permettra de calculer la valeur de marché des sommes réinvesties en obligations au cours de la projection.

Dans un premier temps, nous déterminons le taux facial de l'obligation de génération  $t$  pour le scénario  $k$  de la façon suivante :

$$100 = \sum_{i=1}^{10} \frac{100 \times \text{facial}_{t,k}}{(1 + t_{sr}^{i,t,k})^i} + \frac{100}{(1 + t_{sr}^{10,t,k})^{10}}$$

Avec :

- $\text{facial}_{t,k}$  : Le taux facial de l'obligation de génération  $t$  et du scénario  $k$  ;
- $t_{sr}^{i,t,k}$  : Le taux sans risque forward  $t$ , de maturité  $i$ , du scénario  $k$ .

### La valeur comptable et la valeur de marché des nouvelles obligations

La valeur de marché d'une obligations de génération  $t$  et du scénario  $k$  à la date d'évaluation  $m > j$  est calculée comme ci-dessous :

$$VM_{Oblig}^{t,k}(m) = \sum_{i=1}^{10-(m-t)} \frac{100 \times \text{facial}_{t,k}}{(1 + t_{sr}^{i,m,k})^i} + \frac{100}{(1 + t_{sr}^{i,m,k})^{10-(m-t)}}$$

Avec :

- $\text{facial}_{t,k}$  : le taux facial de l'obligation de génération  $t$  et de scénario  $k$  ;
- $t_{sr}^{i,m,k}$  : Le taux sans risque forward  $m$ , de maturité  $i$ , du scénario  $k$ .

La valeur comptable est égale

$$VC_{Oblig}^k(m) = 100 \text{ pour } t \leq m \leq t + 10 \forall k$$

### 3.3.3 Les règles de gestion actif-passif

Cette dernière étape permet de projeter les interactions entre l'actif et le passif.

Nous faisons **les hypothèses simplificatrices suivantes** :

- L'allocation cible reste la même au cours de la projection ;
- Le marché est supposé liquide, c'est-à-dire que les titres peuvent être vendus et achetés à tout instant ;
- Les actifs sont supposés infiniment divisibles ;
- Les échanges se font sans coût de transaction.

#### 3.3.3.1 La revalorisation des actifs en fin de période

La valeur de marché des actifs évolue à chaque pas de temps du fait des investissements et désinvestissements réalisés et de l'évolution des conditions économiques.

**Les actions**

$$VM_{actions}^k(j) = VM_{actions}^k(j-1) \times (1 + Perf_a^k(j))$$

La performance des actions  $Perf_a^k(j)$  est donnée par le générateur de scénarios économiques à chaque pas de temps  $j$  pour chaque scénario  $k$ .

**Les obligations**

Nous notons  $H$  le nombre d'obligations en portefeuille à la date d'arrêt.

$$VM_{oblig}^k(j) = \sum_{h=1}^H VM_{oblig_h}^k(j-1) \times (1 + Tx_{dsvt}^{j,k})$$

- $Tx_{dsvt}^{j,k}$  représente le taux de désinvestissement obligataire de la période  $j$  dans le scénario  $k$ . Ce taux est nul au début de la période 1.

**Le monétaire**

$$VM_{mon}^k(j) = VM_{mon}^k(j-1) \times (1 + Perf_m^k(j))$$

La performance du monétaire  $Perf_m^k(j)$  est égal au taux court nominal donné par le générateur de scénarios économiques pour chaque pas de temps  $j$  et pour chaque scénario  $k$ .

**La valeur de marché du portefeuille d'actif**, à chaque pas de temps  $j$ , pour chaque scénario  $k$  est égale à :

$$VM^k(j) = VM_{oblig}^k(j) + VM_{actions}^k(j) + VM_{mon}^k(j)$$

**3.3.3.2 La modélisation des rachats conjoncturels**

Les rachats conjoncturels interviennent lorsque le taux servi par l'assureur est plus faible que le taux du marché. L'assuré préfère alors racheter son contrat pour profiter de taux plus avantageux. La loi de rachat conjoncturel implémentée est une fonction dépendant de l'écart entre le taux servi aux assurés et le taux TME, ainsi que des paramètres compris entre les valeurs maximales et minimales indiquées dans les Orientations Nationales Complémentaires de 2013. La fonction est définie par :

$$Tx\ rach\ conj^k(j) = \begin{cases} RC_{max} & \text{si } Tx_{PB}^k(j-1) - TME^k(j-1) < \alpha \\ RC_{max} \times \frac{Tx_{PB}^k(j-1) - TME^k(j-1) - \beta}{\alpha - \beta} & \text{si } \alpha < Tx_{PB}^k(j-1) - TME^k(j-1) < \beta \\ 0 & \text{si } \beta < Tx_{PB}^k(j-1) - TME^k(j-1) < \gamma \\ RC_{min} \times \frac{Tx_{PB}^k(j-1) - TME^k(j-1) - \gamma}{\delta - \gamma} & \text{si } \gamma < Tx_{PB}^k(j-1) - TME^k(j-1) < \delta \\ RC_{min} & \text{si } Tx_{PB}^k(j-1) - TME^k(j-1) > \delta \end{cases}$$

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

Le taux de rachat global de la période  $j$  et du scénario  $k$  est défini par :

$$Tx\ rach\ tot^k(j) = Min(Max(Tx\ rach\ conj^k(j) + Tx\ rach\ struct\ mnt(j); 0); 1)$$

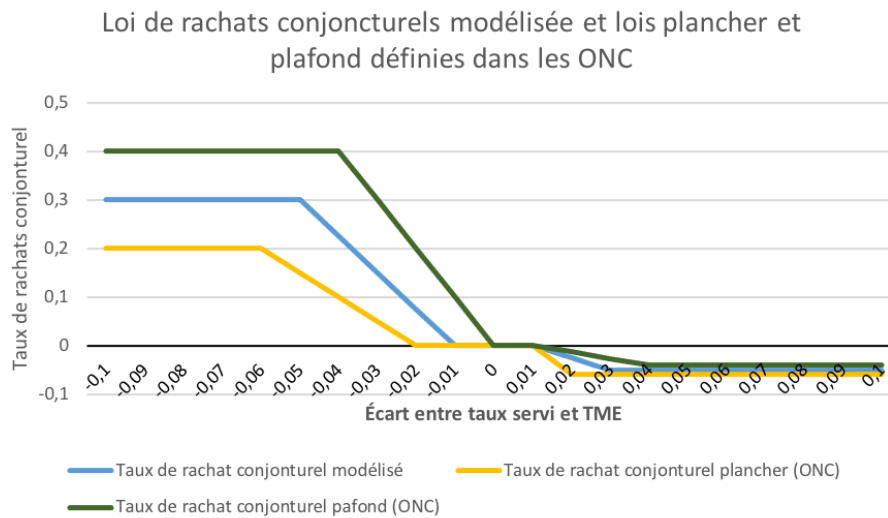


FIGURE 3.7: Lois de rachats conjoncturels

### 3.3.3.3 Les prestations rachats et décès totales

Les prestations de rachat sont recalculées afin de prendre en compte les rachats conjoncturels. Les prestations décès sont également recalculées car elles dépendent des rachats effectués au cours de l'année de projection  $j$  :

$$PR\ tot^k(j) = Tx\ rac\ tot^k(j) \times PM^k(j-1)$$

$$PD\ tot^k(j) = (PM^k(j-1) - PR\ tot^k(j)) \times Tx\ des\ mnt(j)$$

### 3.3.3.4 Les chargements

Les chargements sont calculés par :

$$Chgts^k(j) = Tx_{Chgts} \times (PM^k(j-1) - PR\ tot^k(j) - PD\ tot^k(j))$$

### 3.3.3.5 La réallocation de l'actif

Au cours de chaque année de projection, l'assureur comptabilise au compte de trésorerie les décaissements provenant des prestations, des frais et des encaissements composés des produits financiers. Ce solde de trésorerie est investi ou désinvesti de l'actif au prorata de l'allocation cible.

#### 3.3.3.5.1 Le compte de trésorerie

$$Solde\ Trés^k(j) = Flux(j) - (PR\ tot^k(j) + PD\ tot^k(j) + Frais^k(j) + Commissions^k(j))$$

#### 3.3.3.5.2 Le calcul de la valeur d'actif cible et mise en oeuvre de la stratégie de réinvestissement

La valeur de marché de l'actif conserve chaque année, l'allocation suivante :

- 70% d'obligations
- 20% en actions

- 10 % en monétaire

La réallocation s'effectue de la même manière pour chaque classe d'actif. Nous détaillons ci-dessous le procédé de calcul pour les obligations :

$$VM \text{ cible oblig}^k(j) = (VM^k(j) + Solde Trés(j)^k) \times 70\%$$

$$Montant \text{ ivtsm}^k(j) = Max(VM \text{ cible oblig}^k - VM_{oblig}^k; 0)$$

Le montant à investir est réalisé dans des obligations émises et remboursées au pair de maturité 10 ans.

Lorsque l'assureur doit désinvestir, nous calculons le taux de désinvestissement de la façon suivante :

$$Tx_{dsvtm}^k(j) = Min\left(\frac{VM \text{ cible oblig}^k - VM_{oblig}^k}{VM_{oblig}^k}; 0\right)$$

La valeur comptable et de marché "ajustée" des obligations après la prise en compte des investissements et des désinvestissements est égale à

$$VC_{oblig \text{ aj}}^k(j) = VC_{oblig}^k \times (1 + Tx_{dsvtm}^k(j)) + Montant \text{ ivtsm}^k(j)$$

$$VM_{oblig \text{ aj}}^k(j) = VM_{oblig}^k \times (1 + Tx_{dsvtm}^k(j)) + Montant \text{ ivtsm}^k(j)$$

### 3.3.3.6 La variation de la réserve de capitalisation

Le désinvestissement des actifs s'opère par la vente de titres et peut générer des plus ou moins-values qui sont intégrées à la réserve de capitalisation. Les moins-value sont prises en compte jusqu'à l'épuisement de la réserve de capitalisation.

$$RC^k(j) = Max(RC^k(j-1) + PMV_{oblig}^k(j); 0)$$

### 3.3.3.7 La variation de la provision pour risque d'exigibilité

La provision pour risque d'exigibilité est constituée dès lors qu'une moins-value latente nette globale est constatée sur l'ensemble des actifs en portefeuille hormis les obligations. Elle nécessite d'être réévaluée chaque année car la valeur de marché des actifs évolue à chaque pas de temps. Dans notre modèle, elle est dotée au tiers de la moins-value latente et sa valeur ne doit pas dépasser la moins-value latente globale.

$$MVL_{hors \text{ oblig}}^k(j) = Max(VC_{actions}^k - VM_{actions \text{ aj}}^k; 0)$$

$$PRE^k(j) = Max\left(Min(PRE^k(j-1) + \frac{MVL_{hors \text{ oblig}}^k}{3}; MVL_{hors \text{ oblig}}^k(j)); 0\right)$$

### 3.3.3.8 La revalorisation des engagements

La valorisation des engagements nécessite la détermination des produits financiers et des bénéfiques de gestion. A partir de ces deux valeurs, nous calculons le taux servi aux assurés en appliquant la politique de revalorisation que nous détaillons dans la partie suivante.

### 3.3.3.8.1 Les produits financiers

Les produits financiers proviennent des coupons obligataires et des plus-values réalisées sur la vente des actions et du monétaire, desquels sont déduits la variation de la PRE et des frais financiers.

$$PF^k(j) = Coupons_{oblig}^k(j) + PMV^k(j) + PRE^k(j-1) - PRE^k(j) - Frais_{financiers}^k(j)$$

Avec :

$$PMV^k(j) = PMV_{actions}^k(j) + PMV_{monétaire}^k(j)$$

### 3.3.3.8.2 Le résultat de gestion

Les résultat de gestion se calcule par la différence entre les chargements et l'ensemble des frais liés à la gestion des contrats et les commissions.

$$RG^k(j) = Chgts^k(j) - Frais^k(j) - Commissions^k(j)$$

### 3.3.3.8.3 La politique de revalorisation

La politique de revalorisation définit l'ensemble des règles utilisées pour déterminer le taux servi aux assurés. Elle est propre à chaque compagnie d'assurance. Pour rappel, l'assureur est contraint de reverser au minimum le TMG et de respecter les taux réglementaires et contractuels de participation aux bénéfices. Nous avons fixé les hypothèses contractuelles suivantes :

- Un TMG égal à 0% ;
- Une participation aux bénéfices contractuelle de 85 % des produits financiers ;
- Un taux cible de 1.5% .

#### 1. Le taux de revalorisation cible

Le taux de revalorisation cible dépend du taux servi et du taux TME de l'année précédente. Il est égal à :

$$Tx_{cible}^k(j) = Max(Max(Min(TME^k(j-1); Tx_{servi}^k(j-1) + 0.5\%); Tx_{servi}^k(j-1) - 0.5\%); 0) + Tx_{Chgts}^k(j)$$

Pour limiter les rachats conjoncturels, le taux cible peut varier au maximum de 0.5% par rapport au taux servi l'année précédente et il est minoré par le TME. Nous détaillerons le calcul du  $Tx_{servi}$  par la suite.

#### 2. La participation aux bénéfices cible

$$PB_{cible}^k(j) = Tx_{cible}^k(j) \times PM^k(j-1)$$

### 3. La participation aux bénéfices contractuelle

$$PB_{contract}^k(j) = 85\% \times PF^k(j) \times Part_{assuré}^k$$

Avec  $Part_{assuré}^k$  est la part des produits financiers affectée aux assurés, elle se calcule par :

$$Part_{assuré}^k = \frac{PM^k(j-1) + PPB^k(j)}{Valeur\ comptable\ actif^k(j)}$$

### 4. La participation aux bénéfices réglementaire

$$PB_{min}^k(j) = 85\% \times PF^k(j) + 90\% \times RG^k(j)$$

### 5. La participation aux bénéfices distribuable

$$PB_{dist}^k(j) = \max(PB_{contract}^k(j), PB_{min}^k(j)) + RF^k(j)$$

$RF^k(j)$  correspond à la reprise fiscale. Elle est égale aux montants dotés à la provision pour participation aux bénéfices datant de 8 ans diminuée des reprises effectuées sur ce même montant au cours des 7 dernières années. Elle se calcule comme suit :

$$RF^k(j) = DotPPB^k(j-8) + \sum_{i=j-7}^{j-1} Reprise^k(i, j-8)$$

Avec :

- $DotPPB^k(j-8)$  est la dotation effectuée sur la provision pour participation aux bénéfices ;
- $Reprise^k(i, j-8)$  est égale à la reprise effectuée l'année  $i$  sur la dotation de l'année  $j-8$ .

### 6. La participation aux bénéfices servie

La participation aux bénéfices servie est déterminée à partir de l'algorithme suivant :

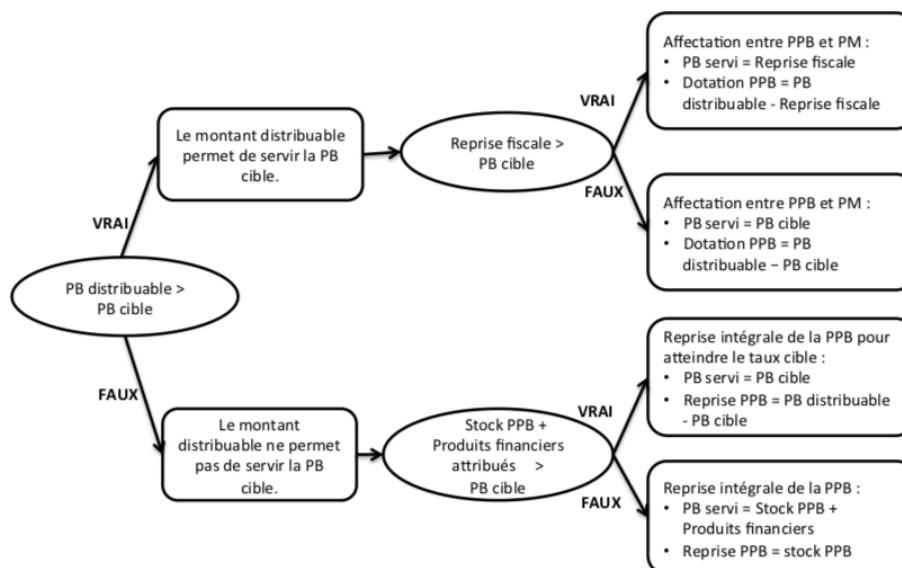


FIGURE 3.8: Algorithme utilisé pour déterminer la participation aux bénéfices servie et les dotations et reprises à la PPB

L'algorithme renvoie un montant de participation aux bénéfices duquel les intérêts techniques sont diminués, le tout constitue la participation aux bénéfices servie brute de charge-ments que nous appellerons dans la suite  $PB_{servie\ brute}^k$ . Nous définissons la  $PB_{servie\ nette}^k$  par  $PB_{servie\ nette}^k(j) = PB_{servie\ brute}^k(j) - Chargts^k(j)$

Le taux servi net de charge-ments de l'année  $j$  est finalement égal à :

$$Tx_{servi(j)}^k = \frac{PB_{nette\ servie}^k(j) + IT^k(j)}{PM^k(j-1) - PR\ tot^k(j) - PD\ tot^k(j)}$$

### 7. La provision pour participation aux bénéfices

$$Dotation_{PPB}^k(j) = Max(PPB_{ouv}^k(j) - PB_{brute\ servie}^k(j) - IT^k(j), 0)$$

$$Reprise_{PPB}^k(j) = -Max(\text{Min}(PB_{brute\ servie}^k(j) - Max(PB_{min}^k(j), PF^k(j) \times Part_{assuré}^k), PPB_{ouv}^k(j)), RF^k(j))$$

$$PPB_{clo}^k(j) = PPB_{ouv}^k(j) + Dotation_{PPB}^k(j) + Reprise_{PPB}^k(j)$$

#### 3.3.3.8.4 La provision mathématique de clôture

La provision mathématique de clôture est calculée par :

$$PM^k(j) = (PM^k(j-1) - PR\ tot^k(j) - PD\ tot^k(j)) + (1 - tx_{ps}^k) \times (PB_{servie\ nette}^k + IT^k(j))$$

Avec :

- $IT^k(j) = TMG \times PM^k(j-1)$  les intérêts liés aux TMG ;
- $Tx_{ps}^k$ , le taux de prélèvement sociaux égal à 17.2%.

#### 3.3.3.9 Les fonds propres comptables de l'assureur

A chaque pas de temps  $j$ , les fonds propres comptables augmentent du résultat annuel et la variation de la réserve de capitalisation. Dans le cas où le montant de fonds propres est inférieur à un seuil défini en entrée de modèle, une augmentation de capital est réalisée.

##### 3.3.3.9.1 Le résultat de l'année

Le résultat à chaque pas de projection  $j$  se calcule comme étant la somme du résultat financier et du résultat de gestion défini au point 3.3.3.8.2.

Le résultat financier correspond à la différence entre les produits financiers réalisés pendant l'année et les produits financiers attribués aux assurés.

$$\text{Résultat}_{financier}^k(j) = PF^k(j) \times Part_{assuré}^k(j) - (PB_{brute\ servie}^k(j) + Dotation_{PPB}^k(j) - Reprise_{PPB}^k(j)) + (Part_{assureur}^k(j)) \times PF^k(j)$$

Le résultat brut est défini par  $Résultat_{brut}^k(j) = Résultat_{financier}^k(j) + RG^k(j)$

Le résultat net est égal à  $Résultat_{net}^k(j) = Résultat_{brut}^k(j) \times (1 - tx_{impôts})$

### 3.3.3.9.2 Les fonds propres à la clôture

Les fonds propres comptables à la clôture de chaque exercice sont égaux à :

$$FP_{compt}^k(j) = FP^k(j-1) + Résultat_{net}^k(j) + \Delta RC^k(j) + AugCapital^k(j)$$

Avec :

- $\Delta RC^k(j) = RC^k(j) - RC^k(j-1)$
- $AugCapital^k(j) = \max(SeuilFP - (FP^k(j-1) + Résultat_{net}^k(j) + \Delta RC^k(j)); 0)$

### 3.3.3.10 Le bilan prudentiel

#### 3.3.3.10.1 La provision Best Estimate

$$BE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N BE^k = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^T \frac{Flux^k(j)}{(1 + tx_{sr}^{j,k})^j}$$

La provision Best Estimate est calculée en "run-off", c'est à dire qu'aucune prime future n'est prise en compte.

Avec :

- $Flux(j)^k = PR\ tot^k(j) + PD\ tot^k(j) + PS^k(j) + Frais^k(j) + Comm^k(j) + PPB^k(j)1_{\{j=T\}}$  avec  $PS^k(j)$  les prélèvements sociaux prélevés sur les intérêts techniques et la participation aux bénéfices servie nette ;
- $tx_{sr}^{j,k}$  : taux sans risque de maturité  $j$  du scénario  $k$  ;
- $N$  le nombre de scénarios et  $T$  l'horizon de projection.

#### 3.3.3.10.2 La marge pour risque

La marge pour risque est calculée de la manière suivante :

$$MR = \frac{(SCR_{vie} + SCR_{op}) \times Duration \times 6\%}{(1 + tx_{sr}^1)}$$

Avec :

- La duration des engagements de passif :

$$Duration = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N Duration^k$$

$$Duration^k = \sum_{j=1}^T \frac{Flux^k(j) \times j}{(1 + tx_{sr}^{j,k})^j} \times \left( \sum_{j=1}^T \frac{Flux^k(j)}{(1 + tx_{sr}^{j,k})^j} \right)^{-1}$$

- $tx_{sr}^1$  : le taux sans risque de maturité 1 de la courbe des taux EIOPA à la date d'arrêté

#### 3.3.3.10.3 Les fonds propres prudentiels avant prise en compte des impôts différés

$$FP_{prud\ av\ ID} = \frac{1}{N} \left( \sum_{k=1}^N \frac{VM^k(T)}{(1 + tx_{sr}^{T,k})^T} - \sum_{j=1}^T \frac{Impôts^k(j) + Frais_{FP}^k(j) - AugCapital^k(j)}{(1 + tx_{sr}^{j,k})^j} \right)$$

Avec :

- $Frais_{FP}(j)$  désigne les frais financiers en représentation des fonds propres ;
- $VM^k(T)$  représente l'actif en valeur de marché à la fin de projection, en représentation des fonds propres ;

La deuxième somme représente l'ensemble des flux comptabilisés au cours de la projection et non disponible à la date d'arrêté.



**3.3.3.10.4 Les impôts différés**

Les impôts différés sont calculés de la façon suivante :

$$ID = (FP_{compt}(0) - FP_{prud\ av\ ID}) \times Tx_{IS}$$

Avec :

- $Tx_{IS}=34.43\%$

Si  $ID > 0$ , on parle d'impôts différés actifs (IDA), sinon on parle d'impôts différé passifs (IDP).

Finalement, les fonds propres prudentiels sont égaux à :

$$FP_{prud} = FP_{prud\ av\ ID} + ID - MR$$

**3.3.3.10.5 La fuite du modèle et son retraitement**

La fuite du modèle correspond à la moyenne des écarts constatés sur chaque scénario entre la valeur de marché de l'actif initial, la provision Best Estimate et les fonds propres prudentiels tels que définies précédemment. Ces écarts peuvent être de deux types :

- Les écarts de convergence déterministes, causés par une erreur dans le modèle.
- Les écarts de convergence stochastiques liés à un problème de convergence des scénarios stochastiques.

$$fuite^k = VM(0) - BE^k - FP_{prud}^k$$

Ces écarts créent une source ou perte de valeur qu'il est nécessaire de prendre en compte. L'ACPR<sup>1</sup> recommande d'adopter une approche prudente en allouant les fuites de façon à maximiser la provision Best Estimate.

Ainsi, nous retraitons la fuite de la manière suivante :

- Si la fuite est négative, elle est diminuée des fonds propres prudentiels ;
- Si la fuite est positive, elle est ajoutée à la provision Best Estimate.

Dans la pratique, le modèle est validé lorsque la fuite est inférieure à 1% de la valeur de marché initial de l'actif.

---

1. Commission Solvabilité 2 - 6 septembre 2016

## Chapitre 4

# La mesure des effets de dilution - relation suivant trois scénarios de collecte

Dans ce chapitre, nous souhaitons illustrer la dilution et la relation du taux actuariel à l'achat du portefeuille obligataire et du ratio de solvabilité d'une société d'assurance vie commercialisant des contrats d'épargne en euros.

Nous allons étudier l'impact de la collecte nette et de l'environnement de taux sur la variation des indicateurs étudiés, entre le 31/12/2019 et le 31/12/2020 suivant les trois hypothèses suivantes :

- Hypothèse de collecte nette nulle ;
- Hypothèse de collecte nette négative de  $- 50$  M€ ;
- Hypothèse de collecte nette positive de  $+ 50$  M€.

Pour cela, nous évaluerons le bilan prudentiel au 31/12/2019 puis nous déterminerons, pour chaque hypothèse de collecte nette, le bilan comptable et prudentiel dans un an.

### 4.1 La présentation du portefeuille étudié

#### 4.1.1 Le portefeuille de contrats

Les caractéristiques du portefeuille de contrats sont :

Caractéristiques du portefeuille de contrats	
Nombre de contrats	20 658
Provision mathématique	1 050.7 M€
Âge moyen des assurés	70 ans
TMG	0%
Duration	11 ans

TABLE 4.1: Caractéristiques du portefeuille de contrats

## 4.1.2 Le portefeuille d'actif

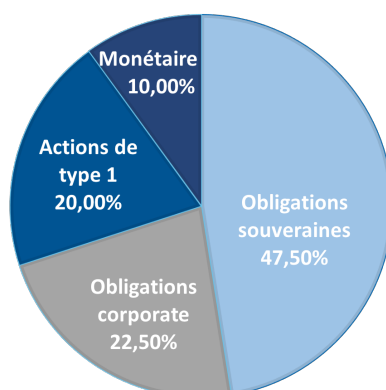


FIGURE 4.1: Caractéristiques du portefeuille d'actif

Le taux de rendement actuariel à l'achat en 2019 du portefeuille est de 3.52%. La durée en 2019 du portefeuille obligataire est de 6.3 ans. Nous faisons l'hypothèse que les performances des actions suivent celles du CAC 40.

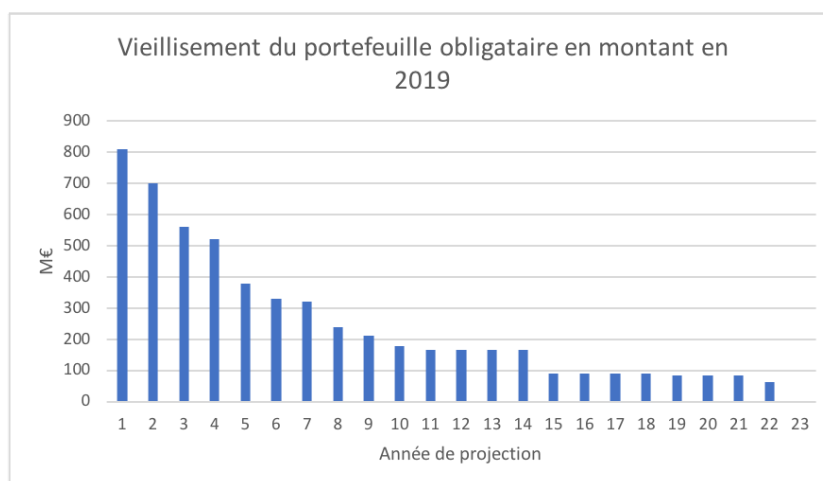


FIGURE 4.2: Vieillessement du portefeuille obligataire étudié en 2019

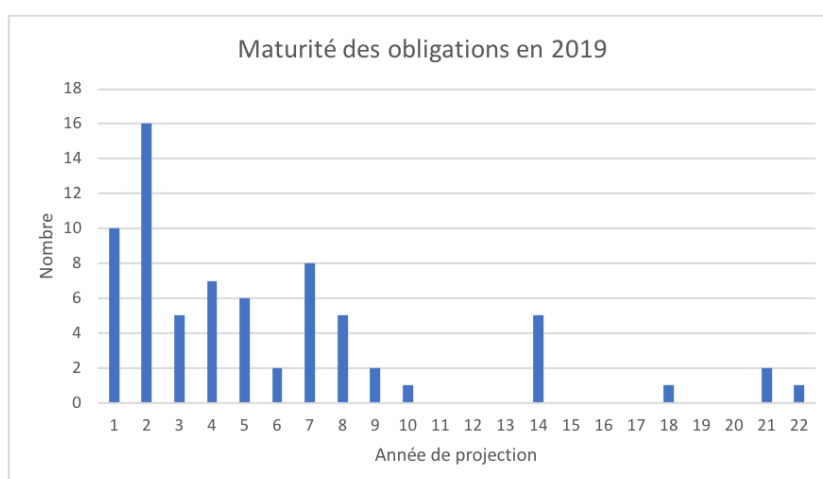


FIGURE 4.3: Maturité des obligations du portefeuille obligataire étudié en 2019

La plupart des obligations du portefeuille d'origine arrivent à échéance au cours des dix premières années. Après la cinquième année, la valeur comptable du portefeuille obligataire initiale est divisée par deux.

## 4.2 Le bilan comptable et prudentiel 2019

<b>Bilan comptable 2019</b>			
<b>ACTIF (M€)</b>		<b>PASSIF (M€)</b>	
<b>Obligations</b>	<b>807.8</b>	<b>Fonds propres</b>	<b>76.0</b>
<b>Actions</b>	<b>228.4</b>	Capitaux	67.9
<b>Monétaire</b>	<b>134.6</b>	RC*	8.1
		<b>Provisions</b>	<b>1 094.8</b>
		PM*	1050.7
		PPB*	44.1
<b>Total</b>	<b>1 170.8</b>	<b>Total</b>	<b>1 170.8</b>

\*RC : Réserve de capitalisation, PM : Provision Mathématique, PPB : Provision pour participation aux bénéficiaires

La provision pour participation aux excédents représente 4.2 % de la provision mathématique, ce qui est en adéquation avec la moyenne du marché français estimée à 3.5 % en 2019 ([ACP19]).

Nous obtenons le bilan prudentiel suivant :

<b>Bilan prudentiel 2019</b>			
<b>ACTIF (M€)</b>		<b>PASSIF (M€)</b>	
<b>Obligations</b>	<b>954.7</b>	<b>Fonds propres prudentiels</b>	<b>105.2</b>
<b>Actions</b>	<b>272.8</b>	<b>Impôts différés passif</b>	<b>15.3</b>
<b>Monétaire</b>	<b>136.4</b>		
		<b>Best Estimate</b>	<b>1 236.1</b>
		<b>Marge de risque</b>	<b>7.3</b>
<b>Total</b>	<b>1 363.9</b>	<b>Total</b>	<b>1 363.9</b>

L'actif en valeur de marché s'élève à 1 363.9 M€, il est en plus-value latente de 16.49%. Les obligations sont en plus-value de 18.1%. Le taux est élevé car les obligations composant le portefeuille rapportent des taux de coupon élevés comparé aux taux de marché.

Les actions sont en plus-value latentes de 19.4%.

A l'aide de l'outil de gestion actif-passif et des scénarios économiques générés avec la courbe des taux EIOPA au 31/12/2019, nous obtenons une provision Best Estimate de 1 236.1M€ après retraitement de la fuite. La fuite vaut 0.6% de la valeur de marché de l'actif.

Le détail du SCR par choc se trouve dans le tableau ci-dessous :

<b>SCR 2019 (M€)</b>	
SCR marché	55.3
SCR souscription vie	4.8
<b>BSCR</b>	<b>56.7</b>
<b>SCR Opérationnel</b>	<b>5.5</b>
<b>Impôts différés passif</b>	<b>-15.3</b>
<b>SCR</b>	<b>46.9</b>
<b>Ratio de solvabilité</b>	<b>224.1 %</b>

En 2019, le SCR est de 46.9 M€, le ratio de solvabilité de l'assureur s'élève à 224.1%, l'assureur est donc solvable en 2019. Le BSCR est directement calculé net de l'ajustement par les provisions techniques. Le SCR marché est important car dans le cadre de la vente de contrats en euros, le risque financier est le principal risque supporté par l'assureur.

### 4.3 Les bilans comptables 2020 dans les trois scénarios de collecte nette

#### 4.3.1 Les hypothèses de la projection déterministe

Nous faisons évoluer le bilan comptable en monde réel ainsi que la valeur de marché des actifs le long d'une projection déterministe. Nous avons retenu les hypothèses suivantes :

**Les hypothèses économiques sont les suivantes :**

- Nous utilisons la courbe des taux sans risque EIOPA du 31/12/2020 ;
- Nous faisons l'hypothèse simplificatrice que la baisse des taux n'a pas eu d'impact sur les spreads et qu'ils sont restés constants entre 2019 et 2020 ;
- Le rendement des actions de l'année 2020 est de 5% (nous avons pris la performance moyenne annuelle du CAC 40 depuis le début de sa création en 1987) ;
- Le rendement du monétaire de l'année 2020 est de -0.04% et correspondant à la moyenne du taux Euribor 3 mois calculée sur 12 mois à partir du 31/12/2019 ;
- Les nouveaux investissements obligataires en 2020 sont réalisés sur une obligation de maturité 10 ans rapportant chaque année le taux à 10 ans de l'Etat français du 31/12/2020 soit -0.34 % ;
- Nous considérons un taux d'inflation de 0 % correspondant au taux d'inflation observé entre le 31/12/2019 et le 31/12/2020 ;

**Les hypothèses de la politique de gestion financière :**

- Les désinvestissements et les investissements sont réalisés sur chaque actif au prorata de l'allocation cible ;
- Les désinvestissements obligataires peuvent entraîner des plus-values ou des moins-values, lesquelles sont ajoutées ou diminuées de la réserve de capitalisation ;
- Les plus-values ou les moins-values obtenues lors de la vente des actions sont comptabilisées en produits financiers ;
- Aucune vente d'obligation n'est réalisée entre 2019 et 2020, par conséquent la réserve de capitalisation n'évolue pas entre ces deux dates ;
- La collecte brute est investie à la fin de l'année ;

## 4.3.2 Le bilan comptable au 31/12/2020 après une collecte nette nulle

Bilan comptable 2020 - Collecte nette nulle			
ACTIF (M€)		PASSIF (M€)	
Obligations	829.4	Fonds propres	81.1
Actions	230.4	Capitaux	73.0
Monétaire	139.0	RC	8.1
		Provisions	1 117.7
		PM	1 058.9
		PPB	58.8
<b>Total</b>	<b>1 198.8</b>	<b>Total</b>	<b>1 198.8</b>

La provision mathématique a augmenté de 8.2 M€ par rapport à 2019. La collecte nette étant nulle, ce montant correspond à la revalorisation de l'épargne nette de chargements et de prélèvements sociaux. La provision pour participation aux bénéficiaires a augmenté de 14.7 M€. Les fonds propres ont également varié de 5.1M€ en raison de l'intégration du résultat de l'année. L'augmentation du passif s'est traduite par l'augmentation de la même valeur à l'actif répartie au prorata de l'allocation cible. De plus, certaines obligations sont arrivées à échéance et les produits financiers perçus en 2020 ont été réinvestis sur le marché au prorata de l'allocation cible. **Suite à ces réinvestissements, le TRA du portefeuille obligataire est dilué à 3.13%.**

## 4.3.3 Le bilan comptable au 31/12/2020 après une collecte nette positive

Bilan comptable 2020 - Collecte nette positive			
ACTIF (M€)		PASSIF (M€)	
Obligations	864.4	Fonds propres	81.1
Actions	240.4	Capitaux	73.0
Monétaire	144.0	RC	8.1
		Provisions	1 167.7
		PM	1 108.9
		PPB	58.8
<b>Total</b>	<b>1 248.8</b>	<b>Total</b>	<b>1 248.8</b>

Dans ce scénario, la provision mathématique est plus élevée de 50 M€ par rapport au scénario de collecte nette nulle. Ce montant correspond à la collecte nette positive. La collecte nette positive augmente les investissements dans de nouveaux actifs et principalement en obligations par rapport au scénario précédent, c'est pourquoi **dans ce scénario de collecte nette, le TRA du portefeuille obligataire est dilué à 2.99%.**

## 4.3.4 Le bilan comptable au 31/12/2020 après une collecte nette négative

Bilan comptable 2020 - Collecte nette négative			
ACTIF (M€)		PASSIF (M€)	
Obligations	794.4	Fonds propres	81.1
Actions	220.4	Capitaux	73.0
Monétaire	134.0	RC	8.1
		Provisions	1 067.7
		PM	1 008.9
		PPB	58.8
<b>Total (M€)</b>	<b>1 148.8</b>	<b>Total (M€)</b>	<b>1 148.8</b>

Dans ce scénario, la provision mathématique est plus faible de 50 M€ par rapport au scénario de collecte nette nulle. Ce montant correspond à la collecte nette négative. La collecte nette négative permet de diminuer le réinvestissement dans de nouvelles obligations rapportant un taux de coupon négatif et par conséquent de diminuer la dilution du TRA. **Ainsi, le TRA du portefeuille obligataire est dilué à 3.28%.**

#### 4.3.5 Comparaison des taux actuariels à l'achat du portefeuille obligataire

En 2019, le TRA du portefeuille obligataire s'élevait à 3,52%. Les TRA obtenus en 2020 sont les suivants :

Collecte nette	nulle	positive	négative
TRA	3,13 %	2,99 %	3,28 %
$\Delta$ par rapport à 2019	-0,39 %	-0,53%	-0,24%

La collecte nette négative permet de diminuer la dilution de TRA de moitié comparé au scénario de collecte nette positive.

## 4.4 Les bilans prudentiels 2020 dans les trois scénarios de collecte nette

Les taux d'intérêt ont baissé entre 2019 et 2020. La valorisation des bilans prudentiels 2020 nécessite le recalibrage du générateur de scénarios économiques sur la base des informations économiques 2020 suivantes :

- La courbe des taux sans risque EIOPA du 31/12/2020 ;
- La volatilité implicite des actions du CAC 40 du 31/12/2020 (18.96 %) ;

### 4.4.1 Pourquoi les taux sont-ils bas ?

La baisse des taux est causée par des faits structurels (ralentissement de la croissance, excès d'épargne, baisse de l'investissement ...) et des faits conjoncturels notamment liés à la politique monétaire de la BCE.

Le rôle de la BCE à travers ses politiques est d'améliorer le financement de l'économie, de lutter contre une spirale déflationniste et un ralentissement de la croissance.

Depuis la crise financière de 2008, la BCE a mis en place une série de mesures qui poussent à la baisse les taux d'intérêt sans risque, on peut notamment citer :

- En 2016, la BCE a fixé le taux directeur à 0 % (taux auquel la BCE prête des liquidités) et en 2019, le taux de dépôt à -0.5 % (taux auquel les banques placent leur liquidité à la BCE). En abaissant ces deux taux, la BCE incite les banques à prêter pour relancer les investissements.
- Depuis 2015, la BCE a lancé une politique monétaire (non conventionnelle) appelée « Quantitative Easing » consistant en l'achat massif de titres par la BCE sur le marché secondaire aux banques. La BCE augmente alors la liquidité en circulation, ce qui fait baisser les taux d'intérêts à moyen long terme, empêche la déflation et soutient la croissance.

Ce contexte de taux bas fait baisser les rendements des placements bancaires (Depuis février 2020, le taux de rendement du livret A a baissé de 0.75% à 0.5%) et ceux de l'assurance vie .

L'objectif recherché par la BCE est d'inciter les ménages à consommer et à investir plutôt qu'à épargner.

Par ailleurs, la crise sanitaire a provoqué une importante crise économique mondiale. Les confinements successifs ont mis à l'arrêt de nombreux secteurs d'activité et ont contribué à l'augmentation de la dette publique.

Dans ce cadre, la BCE a lancé un nouveau programme exceptionnel d'achat massif de titres pour soutenir les entreprises, ce qui devrait maintenir les taux bas pendant encore plusieurs années.

#### 4.4.2 Quel est l'impact des taux bas sur le bilan d'un assureur ?

La mise en place de Solvabilité 2 a favorisé les investissements dans des actifs moins risqués et donc peu rentables. La baisse des taux accentue encore davantage cette baisse des rendements.

Nous rappelons, qu'un assureur vendant des contrats d'épargne en euros doit avoir une allocation d'actifs lui permettant de :

- Financer les taux garantis contractuellement ;
- Faire face aux rachats à tout moment ;
- Dégager un résultat annuel et rémunérer ses actionnaires ;
- Répondre aux contraintes de solvabilité imposées par la directive Solvabilité 2.

Pour répondre à ces objectifs, les assureurs investissent principalement dans des obligations à taux fixes d'État et d'entreprises privées bien notées.

La baisse des taux actuels a des impacts sur :

- le bilan prudentiel : la valeur des actifs et des passifs augmente par effet d'actualisation. En assurance vie, la durée du passif est généralement plus longue que celle des actifs. Cependant, l'effet global dépend de l'écart de durée entre l'actif et le passif ; Plus cet écart est important et plus la baisse de fonds propres est significative ;
- la marge financière : les résultats annuels et les obligations arrivant à maturité sont réinvesties sur des obligations rapportant des taux bas, ce qui entraîne une diminution des produits financiers. En parallèle, l'assureur est engagé à servir un TMG, ce qui l'empêche de répercuter entièrement la baisse des produits financiers sur les taux servis aux assurés. La marge financière diminue et étant donné qu'elle contribue fortement au résultat annuel, la rentabilité de l'assureur est directement impactée.

Dans le cas où l'assureur ne dispose pas de suffisamment de produits financiers pour servir les taux garantis contractuellement, l'assureur peut être contraint de puiser dans ses fonds propres.



## 4.4.3 Le bilan prudentiel 2020 après une collecte nette nulle

Nous obtenons le bilan prudentiel et le SCR suivant :

<b>Bilan prudentiel 2020 - Collecte nette nulle</b>			
<b>ACTIF (M€)</b>		<b>PASSIF (M€)</b>	
Obligations	981.1	Fonds propres prudentiels	75.6
Actions	280.3	IDP	0.0
Monétaire	140.1		
IDA	2.9	Best Estimate	1 313.7
		Marge de risque	15.1
<b>Total</b>	<b>1 404.4</b>	<b>Total</b>	<b>1 404.4</b>

<b>SCR 2020 - Collecte nette nulle (M€)</b>		<b>Δ2019</b>
SCR marché	54.6	+0.7
SCR souscription vie	15.0	+ 10.2
<b>BSCR</b>	<b>60.1</b>	<b>+3.4</b>
SCR Opérationnel	5.9	+0.4
Impôts différés passif	0.0	-15.3
<b>SCR</b>	<b>66.0</b>	<b>+19.1</b>
<b>Ratio de solvabilité</b>	<b>114.5 %</b>	

## 4.4.4 Le bilan prudentiel 2020 après une collecte nette positive

<b>Bilan prudentiel 2020 - Collecte nette positive</b>			
<b>ACTIF (M€)</b>		<b>PASSIF (M€)</b>	
Obligations	1 016.1	Fonds propres prudentiels	72.6
Actions	290.3	IDP	0.0
Monétaire	145.1		
IDA	4.5	Best Estimate	1 367.6
		Marge de risque	15.8
<b>Total</b>	<b>1 456.0</b>	<b>Total</b>	<b>1 456.0</b>

<b>SCR 2020 - Collecte nette positive (M€)</b>		<b>Δ2019</b>
SCR marché	59.2	+3.9
SCR souscription vie	15.8	+ 11.0
<b>BSCR</b>	<b>65.0</b>	<b>+8.3</b>
SCR Opérationnel	6.1	+0.6
Impôts différés passif	0.0	-15.3
<b>SCR</b>	<b>71.1</b>	<b>+24.2</b>
<b>Ratio de solvabilité</b>	<b>102.1 %</b>	

## 4.4.5 Le bilan prudentiel 2020 après une collecte nette négative

<b>Bilan prudentiel 2020 - Collecte nette négative</b>			
<b>ACTIF (M€)</b>		<b>PASSIF (M€)</b>	
Obligations	946.1	Fonds propres prudentiels	78.4
Actions	270.3	IDP	0.0
Monétaire	135.1		
IDA	1.4	Best Estimate	1 260.0
		Marge de risque	14.5
<b>Total</b>	<b>1 352.9</b>	<b>Total</b>	<b>1 352.9</b>

<b>SCR 2020- Collecte nette négative (M€)</b>		<b>Δ2019</b>
SCR marché	50.2	-5.1
SCR souscription vie	14.3	+ 9.5
<b>BSCR</b>	<b>55.6</b>	-1.1
<b>SCR Opérationnel</b>	<b>5.7</b>	+0.2
<b>Impôts différés passif</b>	<b>0.0</b>	-15.3
<b>SCR</b>	<b>61.2</b>	<b>+14.3</b>
<b>Ratio de solvabilité</b>	<b>128.1 %</b>	

SCR	2019	2019 sc 20	CN nulle	CN positive	CN négative
<b>SCR soucription vie</b>	<b>4.8</b>	<b>15.6</b>	<b>15.0</b>	<b>15.8</b>	<b>14.3</b>
Choc mortalité	0	0	0	0	0
Choc longévité	2.2	10.0	9.9	10.4	9.4
Choc rachat	1.5	7.3	6.6	6.9	6.3
Choc dépenses	2.7	3.4	3.4	3.6	3.3
Choc catastrophe	0	0	0	0	0
<b>SCR marché</b>	<b>55.3</b>	<b>55.1</b>	<b>54.6</b>	<b>59.2</b>	<b>50.2</b>
Choc actions	48.4	48.0	47.4	52.0	42.8
Choc taux d'intérêt	3.1	2.0	3.9	3.7	4.3
Choc spread	6.8	7.6	6.5	6.6	6.4
<b>BSCR</b>	<b>56.7</b>	<b>60.9</b>	<b>60.1</b>	<b>65.0</b>	<b>55.6</b>
<b>SCR opérationnel</b>	<b>5.5</b>	<b>5.9</b>	<b>5.9</b>	<b>6.1</b>	<b>5.7</b>
<b>IDP</b>	<b>15.3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SCR</b>	<b>46.9</b>	<b>66.8</b>	<b>66.0</b>	<b>71.1</b>	<b>61.2</b>
<b>MR</b>	<b>7.3</b>	<b>16.0</b>	<b>15.1</b>	<b>15.8</b>	<b>14.5</b>
<b>BE</b>	<b>1236.1</b>	<b>1304.8</b>	<b>1 313.7</b>	<b>1367.6</b>	<b>1260.0</b>
<b>IDA</b>	<b>0</b>	<b>1.9</b>	<b>2.9</b>	<b>4.5</b>	<b>1.4</b>
<b>FPP</b>	<b>105.2</b>	<b>72.4</b>	<b>75.6</b>	<b>72.6</b>	<b>78.4</b>
<b>RS</b>	<b>224.1%</b>	<b>108.3%</b>	<b>114.5%</b>	<b>102.1%</b>	<b>128.1%</b>

#### 4.4.6 L'analyse de l'impact de la collecte nette et de la baisse des taux sur les fonds propres prudentiels

Afin d'analyser les impacts de la baisse des taux sur la variation des fonds propres prudentiels entre 2019 et 2020, nous avons étudié les variations moyennes des résultats futurs financiers et de gestion entre la situation de l'assureur en 2019 et la situation de l'assureur en 2019 dans le contexte économique 2020 (nous appellerons ce scénario « 2019 sc 20 »).

Pour analyser les impacts de la collecte nette sur les fonds propres prudentiels, nous avons comparé ces mêmes éléments entre les différents scénarios de collecte nette 2020.

Nous définissons les éléments étudiés :

1. Le résultat financier de l'assureur correspond aux produits financiers de l'année diminués de la participation aux bénéfices servie et de la différence entre les dotations et les reprises éventuelles effectuées sur la provision pour participation aux bénéfices. Soit :

$$(\text{TRCA (net de frais financiers)} - \text{Taux servi} - (\text{dotation à la PPB} - \text{Reprise à la PPB})) \times \text{valeur comptable de l'actif}$$

- Dans un premier temps, nous analyserons l'évolution du rendement de l'actif par rapport à celui du taux servi aux assurés ;
- Dans un second temps, nous étudierons les variations de la provision pour participation aux bénéfices. Cette analyse permettra d'identifier les périodes où l'assureur a effectué des dotations ou des reprises sur la participation aux bénéfices.

2. Le résultat de gestion peut être approximé par :  
**(Chargements – Frais – Commissions) × PM**

#### 4.4.6.1 Analyse de l'évolution du résultat financier

##### 4.4.6.1.1 Évolution du taux de rendement comptable entre la situation initiale 2019 et le scénario 2019 sc 20

Pour rappel, le taux de rendement comptable de l'actif (défini section 2.1.3) se calcule ainsi :

$$TRCA = \frac{\text{coupons obligataires} + \text{surcotes/décotes} + PV_{\text{action}} + PV_{\text{monétaire}}}{\text{Valeur comptable de l'actif}}$$

Par simplification, nous ne tenons pas compte de la variation de la PDD, ni des dividendes des actions.

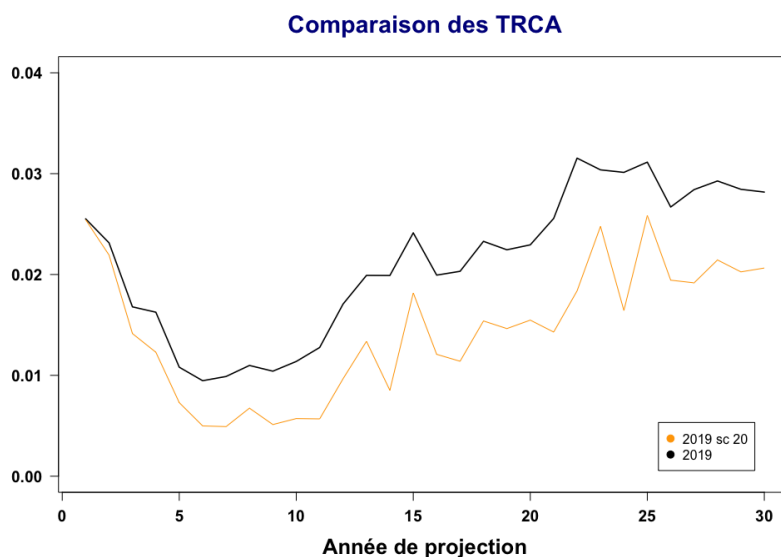


FIGURE 4.4: Comparaison du TRCA 2019 et 2019 sc 2020

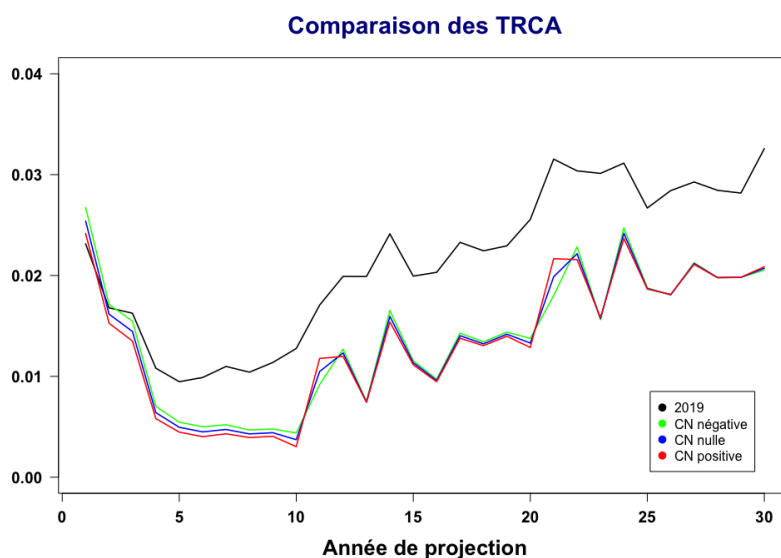


FIGURE 4.5: Comparaison du TRCA 2020 dans les différents scénarios de collecte nette

Nous allons analyser l'évolution, au cours de la projection, des coupons et des surcotes / décotes par le biais du TRA, les taux de PVL et la performance des actifs au cours de la projection pour expliquer les variations du TRCA entre les différents scénarios de collecte.

### 1. L'évolution des coupons et des surcotes et décotes

Le portefeuille d'actifs étant majoritairement composé d'obligations, la valeur du TRCA est fortement influencée par le taux actuariel à l'achat du portefeuille obligataire (TRA).

Pour rappel, le réinvestissement des flux obligataires s'effectue sur des obligations de maturité 10 ans rapportant chaque année le taux sans risque.

Les obligations possédées au début de la projection et rapportant des taux de coupon élevés sont remplacées par des obligations rapportant des taux plus faibles, ce qui explique la baisse du TRA observée au cours des dix premières années de projection.

Après, les dix premières années, la majorité des obligations composant le portefeuille initial ont été remplacées (cf figure 4.3) et le TRA suit globalement la tendance de la courbe des taux d'intérêt sans risque EIOPA.

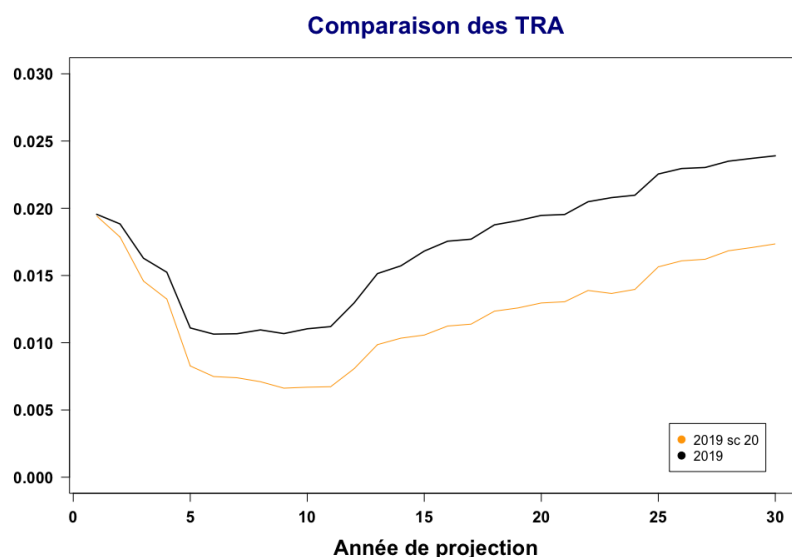


FIGURE 4.6: TRA 2019 et TRA 2019 sc 20

La baisse des taux fait chuter le TRA sur l'ensemble de la projection.

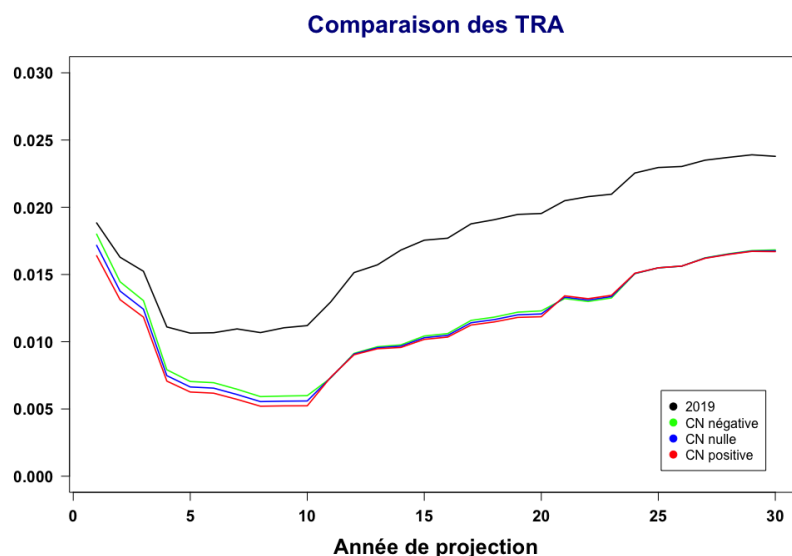


FIGURE 4.7: Comparaison des TRA en 2020

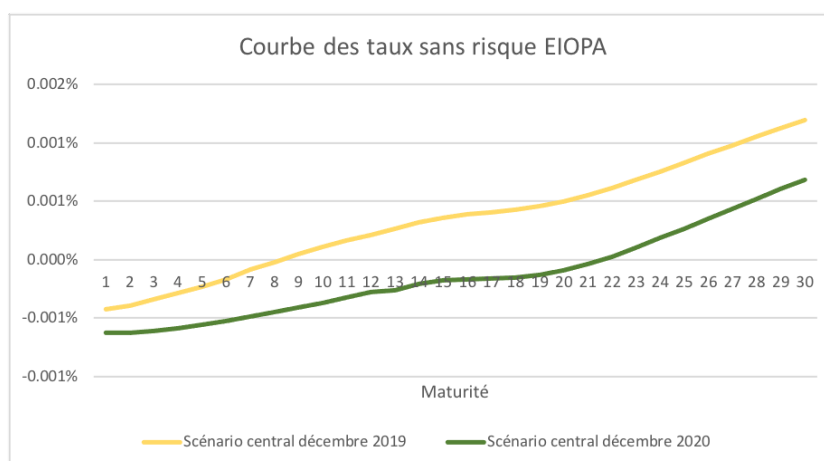


FIGURE 4.8: Courbe des taux d'intérêt sans risque EIOPA 2019-2020

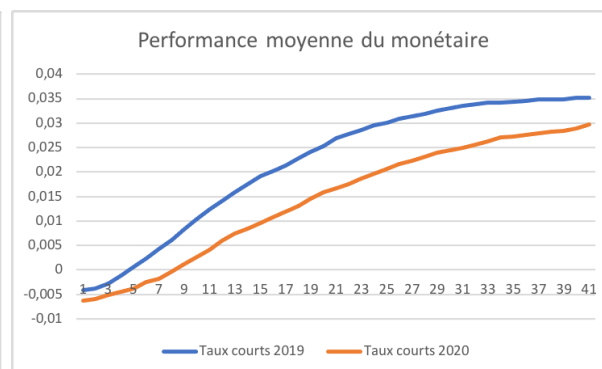
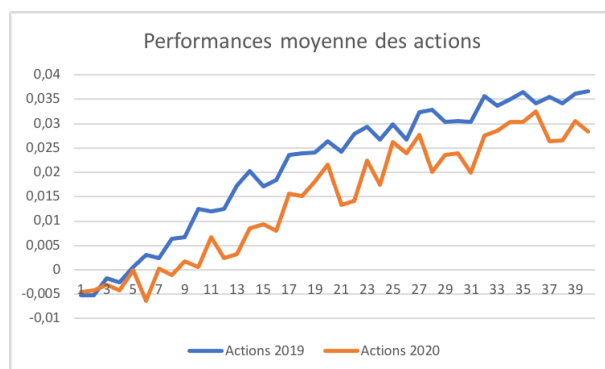
La collecte nette négative permet de diminuer la dilution du TRA sur la majeure partie de la projection alors que la collecte nette positive amplifie la dilution du TRA. On peut également constater que les TRA de tous les scénarios suivent la tendance de la courbe des taux sans risque.

## 2. Les plus-values latentes des actions et du monétaire

Le taux de plus-value latente des actions et du monétaire donne une indication sur la valeur des plus-values réalisées au début de la projection et leurs effets sur le TRCA.

Taux de PVL	2019 sc 20	2019
Actions	19.41%	19.41%
Monétaire	1.35 %	1.35%

Taux de PVL	CN nulle	$\Delta 2019$	CN po	$\Delta 2019$	CN nég	$\Delta 2019$
Actions	21.66 %	+ 2.25%	20.76 %	+ 1.35 %	22.64 %	+ 3.23 %
Monétaire	0.80 %	+0.55%	0.77%	+0.58 %	0.83 %	+0.52%



(a) Performances moyennes des actions au cours de la projection (b) Performances moyennes du monétaire au cours de la projection

Entre 2019 et le scénario de 2019 sc 20, les taux de PVL n'ont pas évolué. La baisse du TRCA est donc essentiellement causée par la baisse des coupons, la baisse de la performance des actions et du monétaire.

Entre 2019 et 2020, deux effets font évoluer les taux de PVL des actions et du monétaire :

- La performance des actifs : les actions ont performé de 5 % alors que le rendement du monétaire était de -0.04% ;
- Le réinvestissement, au prorata de l'allocation cible, de la collecte brute et de la trésorerie, sur de nouveaux actifs ayant des taux de PV nuls.

Au final, le taux de PV des actions augmente dans les trois scénarios de collecte nette. L'augmentation est plus importante dans le scénario de collecte nette négative car le réinvestissement des différents flux sur des actions à des taux de PVL nul est plus faible que dans le scénario de collecte nette positive.

Le taux de PVL du monétaire baisse car les deux effets décrits précédemment agissent à la baisse sur le taux.

L'augmentation du taux de plus-value des actions fait augmenter les plus-values réalisées et le TRCA au début de la projection. Le taux de PVL du monétaire a baissé mais est positif dans chaque scénario, la vente de monétaire entraîne donc la réalisation de plus-value à des niveaux différents suivant les scénarios de collecte nette.

Au cours de la projection, les plus-values réalisées sur les actions et le monétaire en 2020 sont plus faibles car les performances des actions sont en moyenne plus faibles. De la même façon, nous constatons que les performances moyennes du monétaire sont plus faibles en 2020 qu'en 2019 à cause de la baisse des taux. Les plus-values réalisées sur le monétaire

seront donc aussi plus faibles.

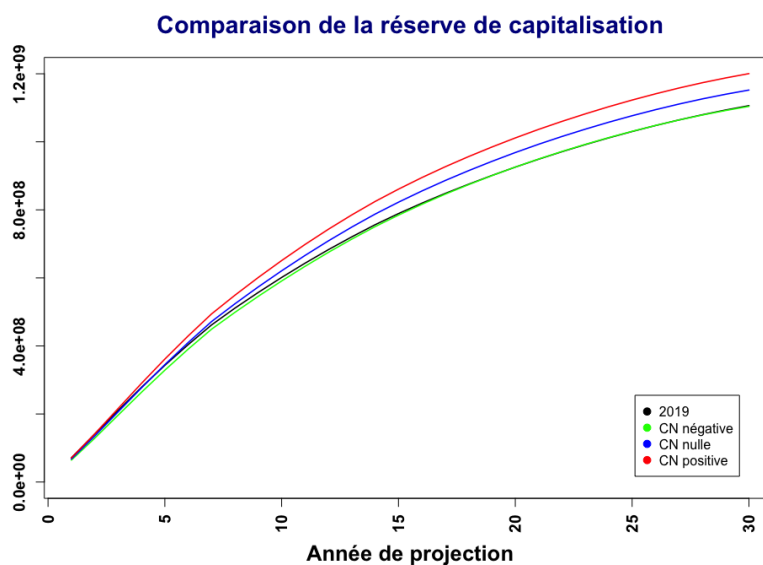


FIGURE 4.10: Prestations cumulées

Le paiement des prestations annuelles peut avoir un impact sur le TRCA. En effet, dans notre modèle, si la trésorerie (coupons et remboursement des obligations) est insuffisante pour payer les prestations annuelles, l'assureur est contraint de désinvestir des actifs au prorata de l'allocation cible, ce qui peut accélérer le renouvellement du portefeuille d'actif initial.

Ce cas de figure peut notamment accélérer la dilution du TRCA dans le scénario de collecte nette positive, car l'assureur a plus d'engagements donc plus de prestations à payer.

A l'inverse ce mécanisme peut accélérer la relation du TRCA lors des périodes de remontée de taux par exemple, principalement dans le scénario de collecte nette positive.

Pour conclure, la baisse du TRCA entre le scénario 2019 et le 2019 sc 20 est essentiellement causé par la baisse des taux et la baisse de la performance des actions et du monétaire entre 2019 et 2020.

Les différences de TRCA entre les scénarios de collecte nette s'expliquent notamment par la dilution à des degrés différents du TRA et des PVL actions en début de période.



### 3. L'évolution des taux servis (brut de chargements)

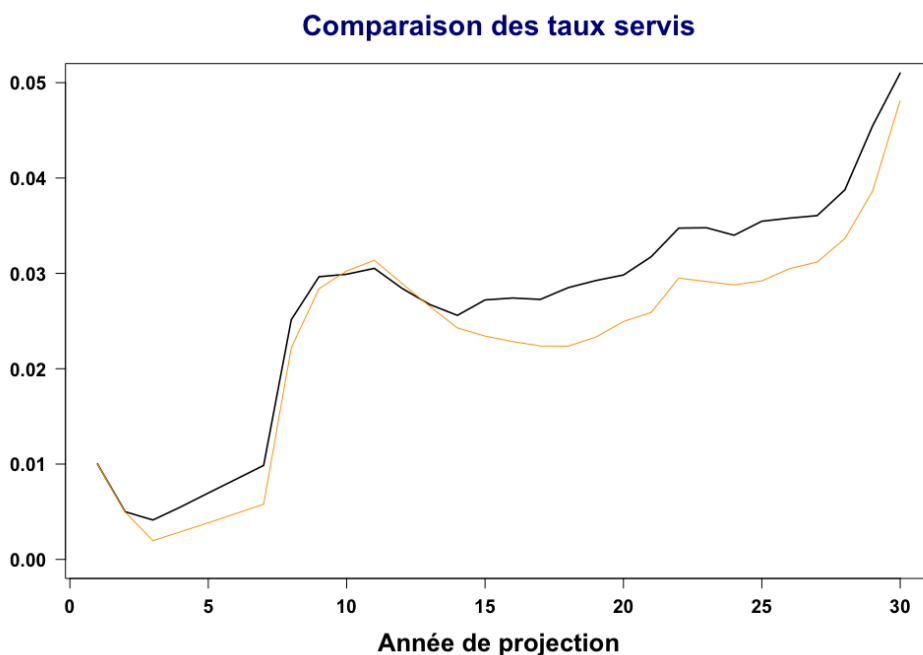


FIGURE 4.11: Comparaison du taux servi entre le scénario 19 et le scénario 19 sc 20

Nous rappelons que tous des contrats garantissent un TMG de 0%. Le taux servi aux assurés correspond uniquement à la participation aux bénéfices à laquelle peut s'ajouter des reprises de PPB. Les taux servis aux assurés suivent la tendance du taux de rendement comptable de l'actif. Le taux servi baisse dans le scénario 2019 sc 20 suite à la baisse du TRCA. Il augmente brutalement au cours des périodes 7 à 14. Ces périodes correspondent aux périodes de reprises de la provision pour participation aux bénéfices dotée il y a 8 ans. Nous pouvons observer que le montant restant de PB doté depuis huit années est repris intégralement. Or certains mécanismes utilisés par les assureurs existent pour réaliser de façon plus optimale ces reprises et permettraient un meilleur lissage du taux servi dans le temps. La modélisation de cet élément pourrait être améliorée dans notre modèle.

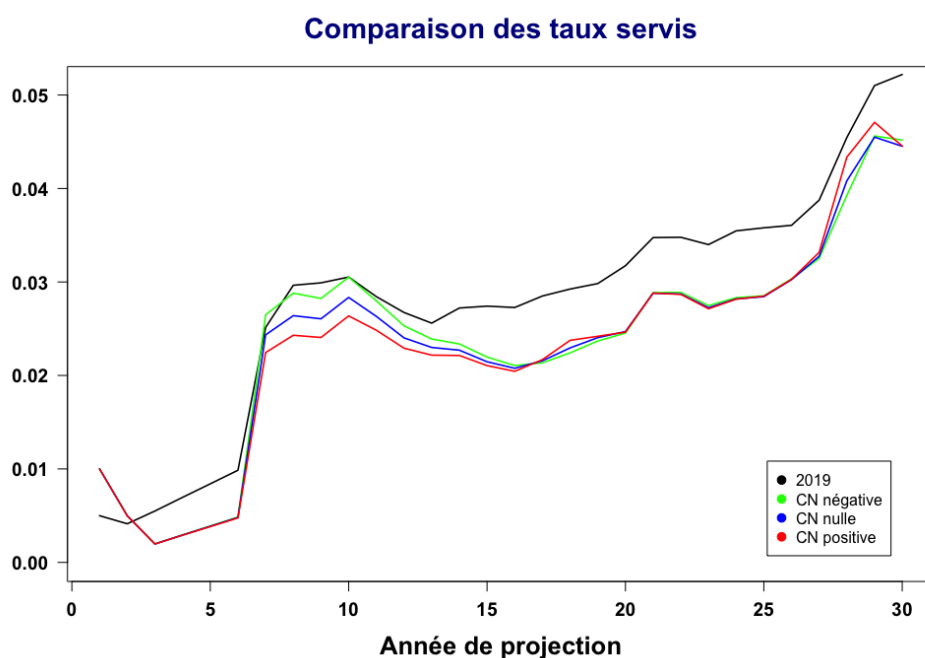


FIGURE 4.12: Comparaison du taux servi en 2020

Malgré la dilution plus importante du TRCA dans le scénario de collecte nette positive, le taux servi aux assurés reste quasiment identique, excepté pendant les périodes de reprise de la PPB. L'assureur diminue donc davantage ses résultats dans ce scénario de collecte pour servir ces taux.

#### 4.4.6.1.2 L'évolution de la PPB

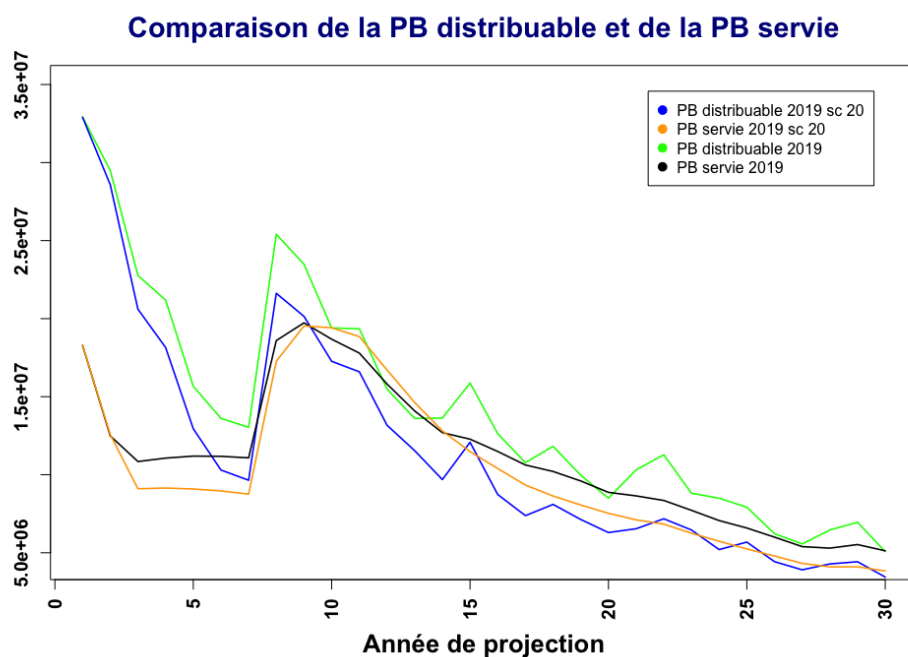


FIGURE 4.13: Différence entre la PB distribuable et la PB servie entre le scénario 2019 et 2019 sc 20

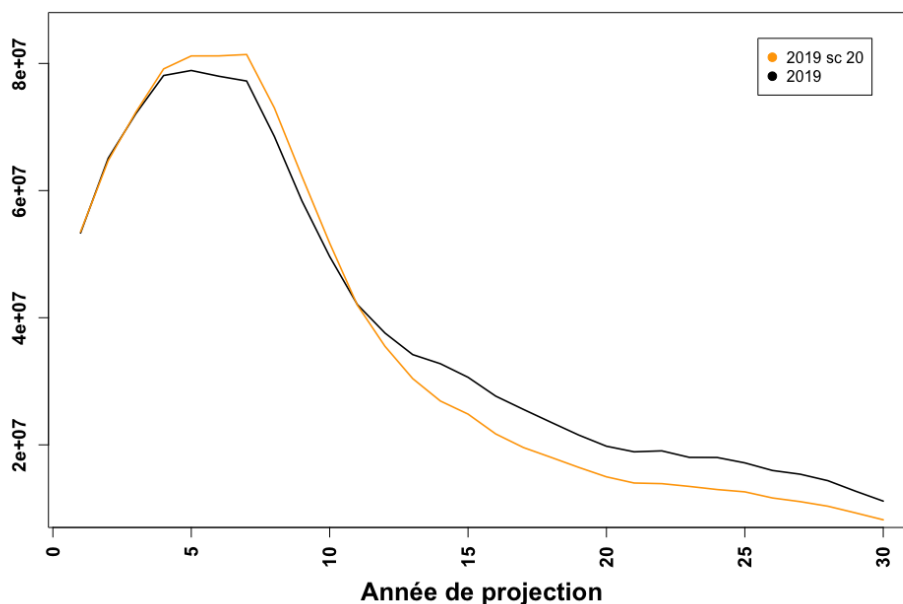
**Comparaison de la provision pour participation aux bénéfices**

FIGURE 4.14: Comparaison de la provision pour participation aux bénéfices entre le scénario 2019 et 2019 sc 20

Pour rappel, la PB distribuable correspond à la somme de la PB contractuelle et de la reprise fiscale. La différence entre la PB distribuable et la PB servie, lorsqu'elle est positive est dotée à la PBB. Lorsqu'elle est négative, l'assureur réalise une reprise à la PPB ou bien diminue sa marge financière pour la servir.

Au début de la projection, la PB servie dans le scénario 2019 sc 20 baisse plus rapidement que la PB distribuable, l'assureur dote davantage à cette période ce qui fait que pendant certaines périodes de reprise, le taux servi aux assurés est plus important comparé au scénario 2019 (cf figure 4.11). Au cours de la projection, l'assureur a recours à davantage de reprise de la PPB dans le scénario 2019 sc 20, (comme en témoigne l'écart entre les deux courbes à partir de la 11<sup>ème</sup> année - figure 4.14) afin de combler la diminution des produits financiers et de respecter la contrainte de taux cible.

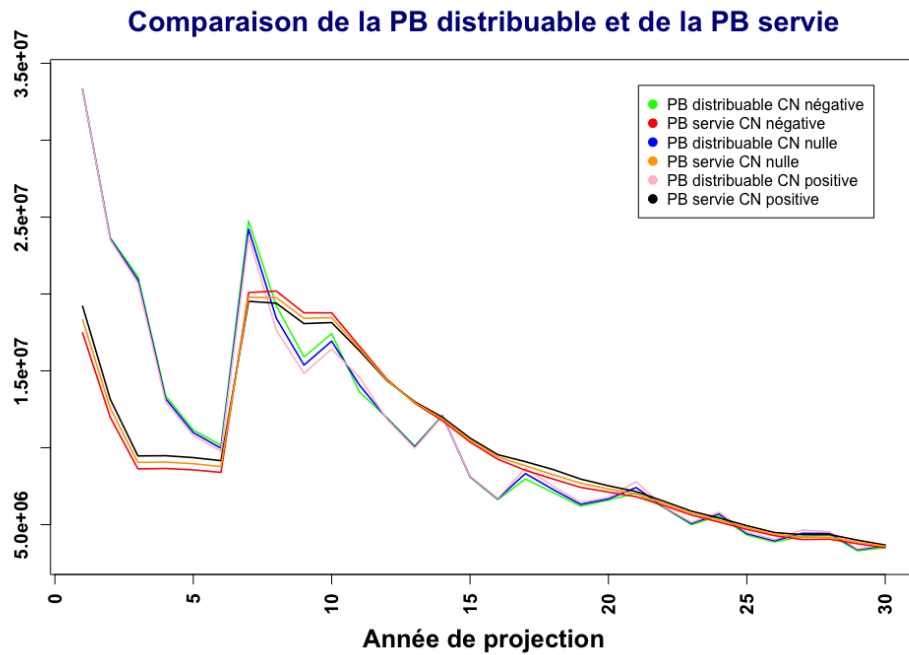


FIGURE 4.15: Différence entre la PB distribuable et la PB servie dans les scénarios 2020

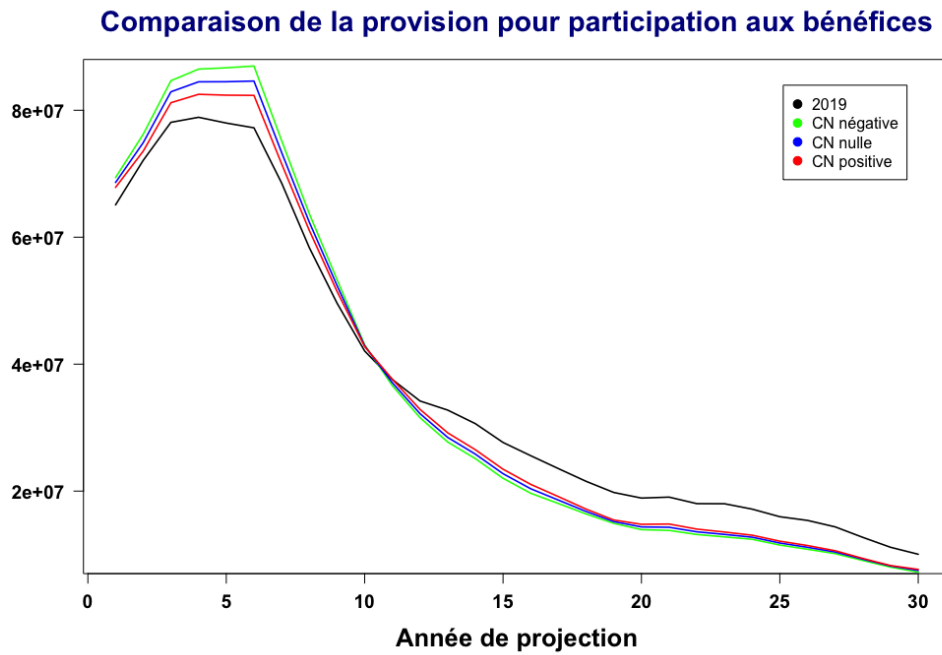


FIGURE 4.16: Comparaison de la provision pour participation aux bénéfices en 2020

Dans le scénario de collecte nette négative, l'assureur dote davantage la PPB car il dispose d'un TRCA plus important et à moins d'engagements à payer. A l'opposé, dans le scénario de collecte nette positive, le TRCA est plus faible et les engagements sont plus importants, il réalise donc moins de dotations à la PPB.

Les augmentations importantes de PB servis au cours des périodes 7 à 8 correspondent à des reprises de la PPB. Ces reprises doivent être obligatoirement réalisées car elles correspondent à des dotations de PB datant d'il y a 8 ans.

Sans ces reprises de participation aux bénéfices, l'assureur n'aurait pas pu servir une PB

aussi élevée, d'autant plus qu'à ses périodes, le TRCA est à son niveau le plus bas.

4.4.6.1.3 L'évolution des résultats financiers

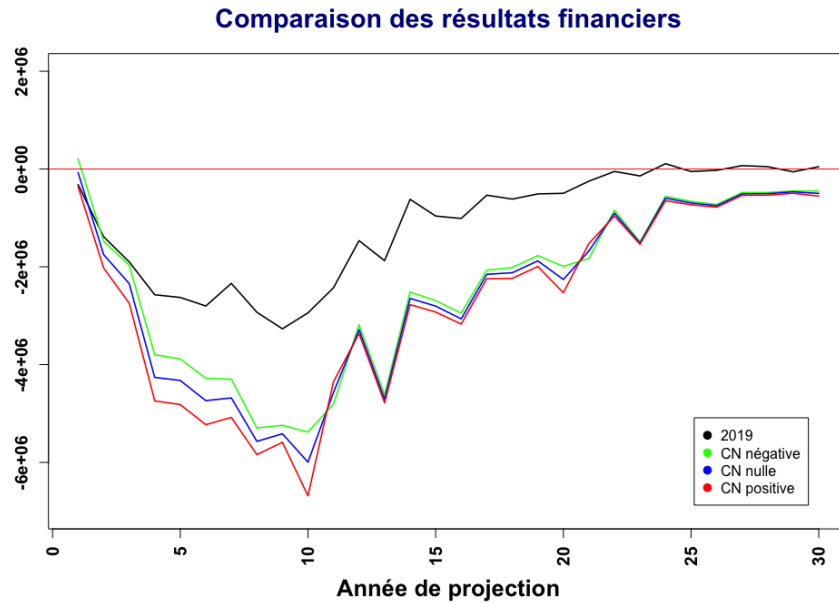


FIGURE 4.17: Comparaison des résultats financiers

La baisse des taux impacte fortement le TRCA et se répercute sur les résultats financiers. En 2020, les résultats sont plus négatifs qu'en 2019. La collecte nette négative permet de freiner la baisse du TRCA et donc celle des résultats financiers. Les reprises de la provision pour participation aux bénéfices permettent à l'assureur de diminuer de façon moindre le résultat financier.

4.4.6.2 L'évolution du résultat de gestion

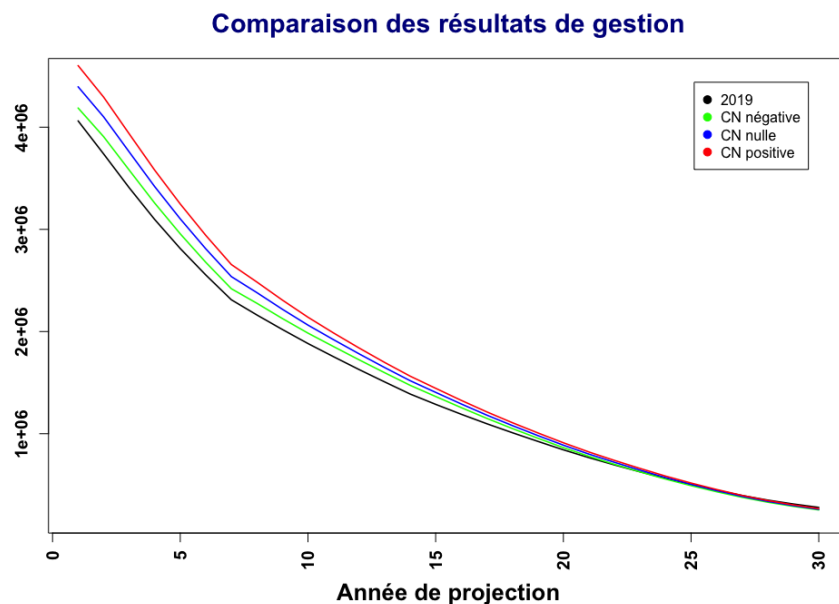


FIGURE 4.18: Comparaison des résultats de gestion

Le résultat de gestion se calcule, dans notre modèle, comme la différence entre les chargements sur encours et les frais auxquels l'assureur est exposé (frais d'administration, frais de gestion des rachats et des décès, commissions). Tous ces éléments sont sensibles au volume de la provision mathématique détenue par l'assureur, c'est pourquoi les résultats sont décroissants au cours de la projection et qu'ils sont plus élevés dans le scénario de collecte nette positive.

#### 4.4.6.3 L'évolution du résultat global brut avant impôts

Le résultat global brut d'impôt est la somme du résultat de gestion et du résultat financier. Les résultats de gestion permettent de compenser entièrement les résultats financiers négatifs en 2019 sur toute la projection. En revanche en 2020, le résultat global reste négatif sur certaines périodes, dans tous les scénarios de collecte et notamment dans le scénario de collecte nette positive.

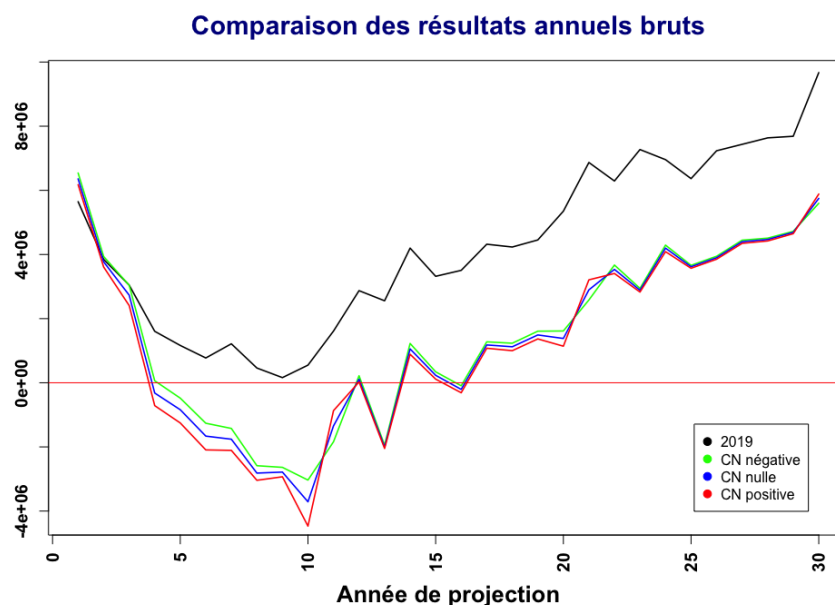


FIGURE 4.19: Comparaison du résultat annuel brut

#### 4.4.6.4 L'évolution de la réserve de capitalisation

Taux de PVL	2019 sc 20	2019	CN nu	$\Delta 2019$	CN po	$\Delta 2019$	CN nég	$\Delta 2019$
Obligataire	21.60%	18.19%	18.29%	+0.1%	17.55%	-0.64 %	19.10 %	+0.91 %

Lorsque les taux de marché baissent, la valeur de marché des obligations augmente et lorsque les taux de marché augmentent la valeur des obligations diminue. Ainsi, le taux de plus – value latente des obligations a fortement augmenté entre 2019 et le scénario 2019 sc 2020, suite à la baisse des taux. Les ventes obligataires réalisées dans ce scénario rapportent donc davantage de plus-values que dans le scénario 2019.

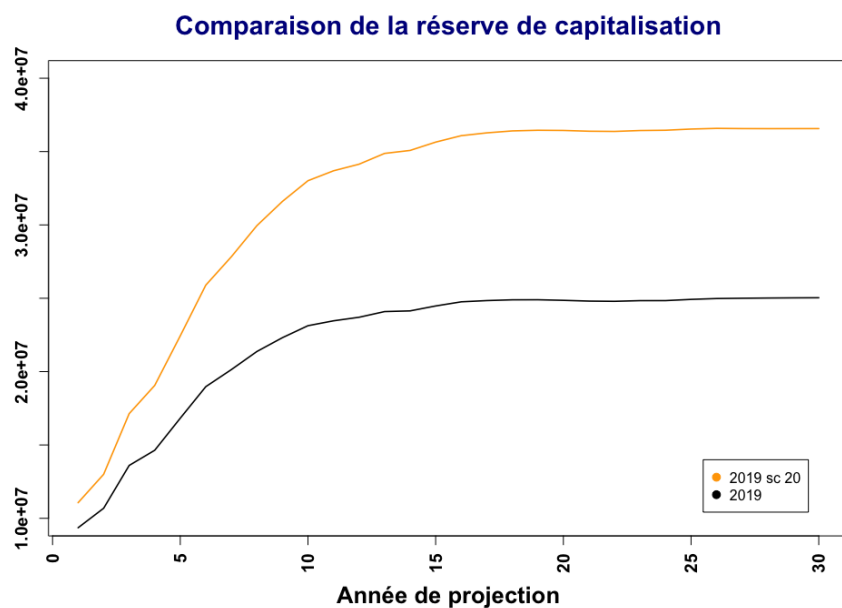


FIGURE 4.20: Comparaison de la réserve de capitalisation entre le 2019 et 2019 sc 20

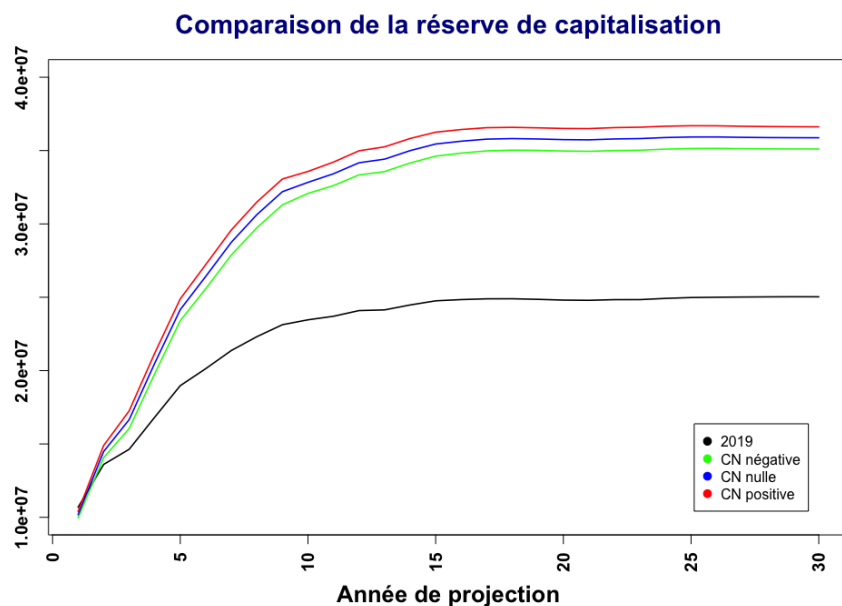


FIGURE 4.21: L'évolution de la réserve de capitalisation en 2020

L'évolution des taux de PVL obligataires en 2020 dans les différents scénarios de collecte nette, est causée par trois effets :

- La diminution du taux de PVL générée par l'arrivée à maturité des obligations et le réinvestissement de la valeur de remboursement dans des nouvelles obligations ayant des taux de PVL nuls ;
- Le vieillissement d'une année des autres obligations composant le portefeuille d'origine ;
- L'augmentation du taux de PVL engendrée par la baisse des taux.

Ces trois effets se soldent par la hausse du taux de plus-value latente dans les scénarios de collecte nette nulle et négative et la diminution du taux de PVL dans le scénario de collecte nette positive.

Le taux de PVL est plus faible dans le scénario de collecte nette positive mais la réserve de capitalisation augmente plus rapidement que dans les autres scénarios de collecte nette. Cette évolution est liée au mécanisme décrit à la figure 4.10 . Pour payer ses prestations, l'assureur réalise des ventes obligataires plus rapidement et profite des taux de PVL élevés du début de la projection.

Dans le scénario de collecte nette négative, l'assureur doit payer moins de prestations, il garde les actifs plus longtemps, et réalise donc moins de plus-value.

#### 4.4.7 L'analyse de l'impact de la collecte nette et de la baisse des taux sur le SCR

Le SCR global a augmenté dans chaque scénario de collecte nette. Nous avons analysé les évolutions des différents modules de risque ci - dessous.

##### 4.4.7.1 Le SCR marché

SCR marché	SCR
<b>2019</b>	55.3
<b>2019 sc 20</b>	55.1
<b>Collecte nette nulle</b>	54.6
<b>Collecte nette positive</b>	59.2
<b>Collecte nette négative</b>	50.2

La SCR de marché a augmenté entre 2019 et 2020 suite à l'augmentation du SCR actions en 2020.

##### 4.4.7.1.1 La variation du SCR actions

Choc de marché	$\Delta$ VM	$\Delta$ BE	SCR	Absorption par le passif
<b>2019</b>	106.1	57.8	48.4	54.4 %
<b>2019 sc 20</b>	105.1	57.0	48.1	54.2 %
<b>Collecte nette nulle</b>	107.9	60.6	47.4	56.0 %
<b>Collecte nette positive</b>	111.8	59.8	52.0	53.5 %
<b>Collecte nette négative</b>	104.1	61.3	42.8	58.9 %

Le choc sur la valeur de marché des actions entraîne la diminution des plus-value réalisées sur les actions en début de projection et donc dilue le TRCA. Les taux servis aux assurés diminuent dans le scénario de choc action par rapport au scénario central, ce phénomène est appelé la diminution de la capacité d'absorption des chocs par les provisions techniques : en cas de choc, l'assureur peut modifier la politique de distribution des produits financiers et reporter sur l'assuré une partie du choc au travers de la diminution du taux servi.

Entre le scénario central 2019 et 2020, les taux servis ont baissé consécutivement à la baisse des taux (cf figure 4.11).

Le choc action entraîne une nouvelle diminution du taux servi mais est moins conséquente en 2020 car les taux servis dans le scénario central sont déjà faibles. De plus, la variation de la valeur de marché dans les scénarios 2020 de collecte nette nulle et positive est plus élevée car le stock d'actions est plus important dans ces scénarios, ce qui augmente le SCR.



## 4.4.7.1.2 Variation du SCR de spread

Choc de spread	$\Delta$ VM	$\Delta$ BE	SCR	Absorption par le passif
<b>2019</b>	15.4	8.6	6.8	56 %
<b>2019 sc 20</b>	16.2	8.5	7.6	53 %
<b>Collecte nette nulle</b>	13.7	7.2	6.5	53 %
<b>Collecte nette positive</b>	13.7	7.0	6.6	52 %
<b>Collecte nette négative</b>	13.7	7.2	6.5	53 %

La variation de la valeur de marché est moins importante en 2020 car quelques obligations risquées sont arrivées à échéance et ont été remplacées par des obligations sans risque. La capacité d'absorption des chocs a diminué à cause de la baisse des taux.

## 4.4.7.2 Variation du SCR de taux d'intérêt

En 2019, l'assureur n'était pas sensible au choc de hausse des taux. En revanche, il était sensible à une baisse des taux. En 2020, l'assureur est également sensible au choc de baisse de taux. La courbe des taux à la baisse 2020 est similaire à la courbe du scénario central sur les 21 premières maturités, et aucune obligation détenue dans le portefeuille obligataire n'atteint une maturité de plus de 21 ans, par conséquent la valeur de marché des obligations en portefeuille n'est pas impactée par le scénario de baisse des taux par rapport au scénario central. La valeur du SCR de taux en 2020 est essentiellement causée par la variation de la provision Best Estimate qui est plus élevée dans le scénario de collecte nette négative.

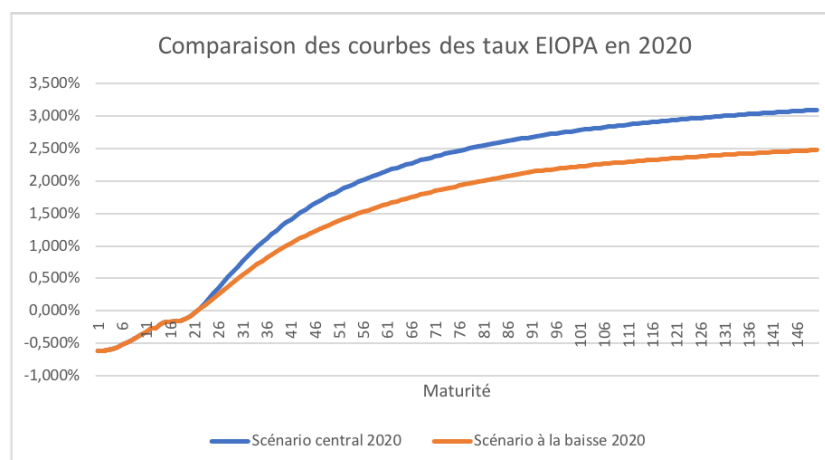


FIGURE 4.22: Comparaison des taux sans risque EIOPA du scénario central et du scénario de baisse des taux

## 4.4.7.3 Le SCR souscription vie

SCR souscription vie	SCR
<b>2019</b>	4.8
<b>2019 sc 20</b>	15.6
<b>Collecte nette nulle</b>	15.0
<b>Collecte nette positive</b>	15.8
<b>Collecte nette négative</b>	14.3

Le SCR souscription vie a augmenté considérablement entre 2019 et 2020 en raison de l'augmentation des SCR longévité et rachat.

**4.4.7.3.1 Variation du SCR longévité**

Choc de longévité	$\Delta$ VM	$\Delta$ BE	SCR
<b>2019</b>	0	-2.2	2.2
<b>2019 sc 20</b>	0	-10.0	10.0
<b>Collecte nette nulle</b>	0	-9.9	9.9
<b>Collecte nette positive</b>	0	-10.4	10.4
<b>Collecte nette négative</b>	0	-9.4	9.4

L'augmentation des SCR longévité et rachat ont fortement augmenté entre 2019 et 2020 pour les mêmes raisons. Cette augmentation est principalement due à la baisse des taux. L'assureur conserve des engagements plus longtemps alors que les contrats ne sont pas rentables.

**4.4.7.3.2 Variation du SCR rachat**

Choc de longévité	$\Delta$ VM	$\Delta$ BE	SCR
<b>2019</b>	0	-1.5	1.5
<b>2019 sc 20</b>	0	-7.3	7.3
<b>Collecte nette nulle</b>	0	-6.6	6.6
<b>Collecte nette positive</b>	0	-6.9	6.9
<b>Collecte nette négative</b>	0	-6.3	6.3

**4.4.7.3.3 Variation du SCR dépenses**

Choc de dépenses	$\Delta$ VM	$\Delta$ BE	SCR
<b>2019</b>	0	-2.7	2.7
<b>2019 sc 20</b>	0	-3.4	3.4
<b>Collecte nette nulle</b>	0	-3.4	3.4
<b>Collecte nette positive</b>	0	-3.6	3.6
<b>Collecte nette négative</b>	0	-3.3	3.3

La variation du choc de dépense s'explique également par la baisse des taux car nous pouvons constater que le SCR dépenses est presque identique dans le scénario 2019 sc 20 et dans les autres scénarios de collecte nette.

**4.4.8 Les actions menées par les assureurs pour augmenter leur ratio de solvabilité**

Il n'existe pas de levier contre la dilution du TRA car celui-ci dépend de l'évolution des taux de marché. Ainsi, si la baisse des taux se poursuivait, la dilution du TRA pourrait perdurer.

En revanche, l'assureur dispose de leviers permettant la relation du ratio de solvabilité comme :

- Une augmentation des fonds propres
  - Émission de dette subordonnée ou augmentation de capital ;
  - L'intégration d'une partie de la provision pour participation aux bénéfices dans les fonds propres suivant les conditions fixées par l'arrêté du 24 décembre 2019 ;
- la diminution du SCR en réduisant l'exposition au risque actions au profit d'autres actifs moins coûteux en SCR .

- Modifier certaines garanties comme la garantie en capital brute de chargements en une garantie en capital nette de chargements ;
  
- Agir sur la collecte :
  - Fermeture des fonds en euros aux nouvelles souscriptions ;
  - Plafonnement des versements sur les fonds en euros ;
  - Orientation de l'épargne vers d'autres supports : fonds en UC, fonds euro-croissance .

# Conclusion

Le fonds euro est l'un des supports d'épargne préféré des Français. Il permet de valoriser son épargne sans prendre de risques et de disposer du capital acquis à tout moment.

Cependant, la baisse des taux d'intérêt continue depuis 40 ans, associée à une collecte dynamique, ont directement impacté le rendement des fonds en euros compte tenu de leur composition majoritaire en obligations. Face à ce contexte, les assureurs ont de plus en plus de mal à respecter les engagements de revalorisation au point de dégrader leurs résultats et à terme leur solvabilité.

L'objectif de ce mémoire a été d'illustrer la dilution et la relation d'un portefeuille d'épargne en euros à partir de deux indicateurs : le taux de rendement actuariel à l'achat du portefeuille obligataire et le ratio de solvabilité, dans un contexte de baisse des taux et dans différents scénarios de collecte nette.

Pour ce faire, nous avons commencé par définir les caractéristiques des fonds en euros et les mécanismes de revalorisation de l'épargne. Nous avons ensuite défini les deux indicateurs étudiés après avoir décrit les référentiels comptable et prudentiel. Puis, nous avons présenté la méthode de projection des bilans comptable et prudentiel afin de calculer les indicateurs étudiés.

Enfin, nous avons analysé l'évolution des indicateurs dans les différents scénarios de collecte nette et dans un environnement de baisse de taux.

Nous avons montré qu'en cas de collecte nette positive, le taux actuariel à l'achat du portefeuille obligataire baisse significativement par rapport aux deux autres scénarios de collecte, compte tenu de l'investissement plus élevé de capitaux dans des obligations moins rentables comparé à celles composant le portefeuille initial.

Dans les trois scénarios de collecte nette, les fonds propres diminuent de manière importante en 2020 par rapport à 2019 à cause de la baisse des résultats futurs, de la hausse de la provision Best Estimate et de l'augmentation de la marge de risque. Le SCR augmente dans les trois scénarios de collecte 2020 consécutivement à la diminution de la capacité d'absorption des chocs par la revalorisation du SCR marché, l'augmentation du SCR vie et de l'absence d'impôts différés passif.

Nous observons une baisse de la solvabilité la plus importante en 2020 par rapport à 2019 dans le scénario de collecte nette positive. En revanche, la collecte nette négative est le scénario qui engendre la dilution la plus faible du taux de rendement à l'achat et du ratio de solvabilité.

Le pilotage de la collecte nette peut donc permettre à l'assureur d'impacter de façon moindre sa solvabilité afin de supporter plus longtemps ce contexte de taux bas.

Des mesures peuvent être prises pour stopper ou freiner la collecte sur les fonds en euros comme fermer l'accès à tout nouveau versement sur le fonds en euros, conditionner l'accès au fonds en euros en imposant aux assurés d'investir un minimum de capitaux sur les fonds en unités de compte. D'autres leviers peuvent être utilisés par les assureurs pour résister à la baisse des taux comme la diminution des taux servis, l'augmentation des réserves (PPB) lorsque cela est possible ou bien la création de nouveaux contrats avec une garantie en capital annuelle brute de chargements de gestion.

# Annexes

## Annexe A

# Les matrices de corrélation utilisées pour le calcul du SCR en formule standard

### A.1 Matrice utilisée pour le calcul du BSCR

	SCR marché	SCR défaut	SCR vie	SCR santé	SCR non vie
SCR marché	1				
SCR défaut	0.25	1			
SCR vie	0.25	0.25	1		
SCR santé	0.25	0.25	0.25	1	
SCR non vie	0.25	0.5	0	0	1

### A.2 Matrice utilisée pour le calcul du SCR marché

	Taux	Actions	Immobilier	Signature	Change	Concentration
Taux	1					
Actions	0* / 0.5**	1				
Immobilier	0* / 0.5**	0.75	1			
Signature	0* / 0.5**	0.75	0.5	1		
Change	0.25	0.25	0.25	0.25	1	
Concentration	0	0	0	0	0	1

\* Valeur utilisée pour le calcul du SCR choc de marché à la hausse

\*\* Valeur utilisée pour le calcul du choc de marché à la baisse

### A.3 Matrice utilisée pour le calcul du SCR souscription vie

	Mortalité	Longévité	Invalidité	Dépenses	Révision	Cessation	Catastrophe
Mortalité	1						
Longévité	-0.25	1					
Invalidité	0.25	0	1				
Dépenses	0.25	0.25	0.5	1			
Révision	0	0.25	0	0.5	1		
Cessation	0	0.25	0	0.5	0	1	
Catastrophe	0.25	0	0.25	0.25	0	0.25	1

## Annexe B

# Les chocs à la hausse et à la baisse appliqués à la courbe des taux zéro coupon

	Shock downwards	Shock upwards
1	75,0%	70,0%
2	65,0%	70,0%
3	56,0%	64,0%
4	50,0%	59,0%
5	46,0%	55,0%
6	42,0%	52,0%
7	39,0%	49,0%
8	36,0%	47,0%
9	33,0%	44,0%
10	31,0%	42,0%
11	30,0%	39,0%
12	29,0%	37,0%
13	28,0%	35,0%
14	28,0%	34,0%
15	27,0%	33,0%
16	28,0%	31,0%
17	28,0%	30,0%
18	28,0%	29,0%
19	29,0%	27,0%
20	29,0%	26,0%
21	28,9%	25,9%
22	28,7%	25,8%
23	28,6%	25,7%
24	28,5%	25,7%
25	28,4%	25,6%
26	28,2%	25,5%
27	28,1%	25,4%
28	28,0%	25,3%
29	27,8%	25,2%
30	27,7%	25,1%
31	27,6%	25,1%
32	27,5%	25,0%
33	27,3%	24,9%
34	27,2%	24,8%
35	27,1%	24,7%
36	26,9%	24,6%
37	26,8%	24,5%
38	26,7%	24,5%
39	26,6%	24,4%
40	26,4%	24,3%

FIGURE B.1: Les chocs à la hausse et à la baisse appliqués à la courbe des taux zéro coupon



## Annexe C

# Le choc de spread obligataire

Échelon de qualité de crédit		0		1		2	
<i>Duration*</i> ( $dur_i$ )	<i>stress</i> <sub><i>i</i></sub>	$a_i$	$b_i$	$a_i$	$b_i$	$a_i$	$b_i$
$dur_i \leq 5$	$b_i \times dur_i$	–	0.9%	–	1.1%	–	1.4%
$5 \leq dur_i \leq 10$	$a_i + b_i \times (dur_i - 5)$	4.5%	0.5%	5.5%	0.6%	7.0%	0.7%
$10 \leq dur_i \leq 15$	$a_i + b_i \times (dur_i - 10)$	7.0%	0.5%	8.4%	0.5%	10.5%	0.5%
$15 \leq dur_i \leq 20$	$a_i + b_i \times (dur_i - 15)$	9.5%	0.5%	10.9%	0.5%	13.0%	0.5%
$dur_i \leq 20$	$\min(a_i + b_i \times (dur_i - 20); 1)$	12%	0.5%	13.4%	0.5%	15.5%	0.5%

Échelon de qualité de crédit		3		4		5 & 6	
<i>Duration*</i> ( $dur_i$ )	<i>stress</i> <sub><i>i</i></sub>	$a_i$	$b_i$	$a_i$	$b_i$	$a_i$	$b_i$
$dur_i \leq 5$	$b_i \times dur_i$	–	2.5%	–	4.5%	–	7.5%
$5 \leq dur_i \leq 10$	$a_i + b_i \times (dur_i - 5)$	12.5%	1.5%	22.5%	2.5%	37.5%	4.2%
$10 \leq dur_i \leq 15$	$a_i + b_i \times (dur_i - 10)$	20.0%	1.0%	35.0%	1.8%	58.5%	0.5%
$15 \leq dur_i \leq 20$	$a_i + b_i \times (dur_i - 15)$	25.0%	1.0%	44.0%	0.5%	61.0%	0.5%
$dur_i \leq 20$	$\min(a_i + b_i \times (dur_i - 20); 1)$	30.0%	0.5%	46.5%	0.5%	63.5%	0.5%

\* Duration modifiée : la sensibilité

L'échelon de qualité de crédit est déduit de la notation de l'obligation. Le règlement d'exécution (UE) 2016/1799 détaille les tables de correspondance à appliquer.

## Annexe D

# Le test de Market Consistency

Pour valider ce test, nous vérifions que nous retrouvons le prix d'une option de maturité 1 an existante sur le marché.

Hypothèses initiales sur l'option (GSE calibré avec les données de 2019) :

- Sous jacent : Obligation de maturité 10 ans
- La valeur nominale (N) de l'obligation est de 100 €
- Le prix d'exercice K de l'option au 31/12/2019 est de 99,47 €
- Les coupons sont versés tous les ans et sont indexés sur la courbe des taux de référence (Courbe EIOPA au 31/12/2019).
- Le prix du put en vigueur sur le marché au 31/12/2019 est de 3,52 euros.

Dans un premier temps, nous calculons le coupon annuel C que cette obligation génère.

$$N = \sum_{i=1}^T \frac{C}{(1 + ZC(0, i))^i} + \frac{N}{(1 + ZC(0, T))^T}$$

$$\iff C = \frac{N - \frac{N}{(1 + ZC(0, T))^T}}{\sum_{i=1}^T \frac{1}{(1 + ZC(0, i))^i}}$$

Nous voulons calculer à partir de nos scénarios de taux courts nominaux, le prix de l'option de vente d'échéance 1 an.

Le payoff<sup>1</sup> d'une telle option est égal à :

$$Payoff = \text{Max}(\text{Strike} - \text{Prix de l'obligation à l'échéance du put } (P_1); 0)$$

Nous rappelons qu'en univers risque neutre, la valeur de tout actif est égale à l'espérance des flux futurs actualisés au taux sans risque  $E^{RN}[\sum_{i=t}^T e^{-\int_t^T r_s ds} Flux_i] = P_t$ . Cette formule nous permet d'évaluer le prix de l'obligation dans 1 an grâce aux courbes forward 1 an  $B^i(1, t)_{t \geq 1}$ , que nous avons générées.

Nous obtenons pour chaque scénario i :  $P_1^i = \sum_{t=1}^{T-1} C e^{-tB^i(1, t)} + N e^{-(T-1)B^i(1, t)}$  Puis, nous obtenons une estimation du prix du payoff en t=1 pour chaque scénario :  $Payoff f_1^i = (K - P_1^i)^+$  Enfin, on en déduit le prix du put estimé par notre modèle :  $\hat{P} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (K - P_1^i)^+ e^{-r_0}$  (où  $r_0$  est le taux court nominal initial (taux ZC EIOPA de maturité 1 an) Nous construisons un intervalle de confiance de niveau  $\alpha$  :

$$IC_\alpha = [P - q_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{(n)}}; P + q_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{(n)}}]$$

---

1. Le payoff d'une option est son résultat à l'échéance

Avec :

- $P$  : prix observé sur le marché à la date de projection du GSE
- $q_{\frac{\alpha}{2}}$  : le quantile d'ordre  $\frac{\alpha}{2}$  d'une loi de Student à  $N-1$  degrés de liberté.
- L'écart-type estimé  $\hat{\sigma} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N ((K - P_1^i)^+ e^{-r_0} - \hat{P})^2$

Nous trouvons un prix  $\hat{P}=3,58\text{€}$ . L'intervalle de confiance est  $IC=[3,39; 3,65]$ ,  $\hat{P} \in IC$ , le test est vérifié.

# Bibliographie

- [ACP13] ACPR. “Orientations Nationales Complémentaires aux Spécifications Techniques pour l’exercice 2013 de préparation à Solvabilité II”. In : (2013). [https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/20130527-onc-2013\\_0.pdf](https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/20130527-onc-2013_0.pdf).
- [ACP17] ACPR. “Analyses et Synthèses n°78 : Assurance vie en et environnement de taux bas”. In : (Mai 2017).
- [ACP18] ACPR. “Analyses et synthèses n°105 : Revalorisation 2018 des contrats d’assurance-vie et de capitalisation – engagements à dominante épargne et retraite individuelle”. In : (2018). <https://acpr.banque-france.fr/revalorisation-2018-des-contrats-dassurance-vie-et-de-capitalisation-engagements-dominante-epargne>.
- [ACP19] ACPR. “Les chiffres du marché français de la banque et de l’assurance”. In : (2010-2019). [https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/media/2020/10/13/chiffres-dumarche\\_2019\\_presentation.pdf](https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/media/2020/10/13/chiffres-dumarche_2019_presentation.pdf).
- [Dep17] Valérie DEPPE. *Quel avenir pour le rendement des fonds en euros?* Mémoire, Institut des Actuaire, 2017.
- [Eke18] Juliette EKEL. *Le pilotage de la collecte d’un assureur-vie à partir de la projection de son ratio de solvabilité*. Mémoire, Institut des Actuaire, 2018.
- [Gau17] Rémi GAUVILLE. *Projection du ratio de solvabilité : des méthodes de machine learning pour contourner les contraintes opérationnelles de la méthode des SdS*. 2017.
- [HCS20] HCSF. “Rapport annuel Septembre 2020”. In : (2020). <https://www.economie.gouv.fr>.
- [Ker19] Valérie KERHAIGNON. *Comptabilité, fiscalité et obligations déclaratives des sociétés d’assurance*. Cours Euria, 2019.
- [Lau09] Stéphane Loisel LAURENT DEVINEAU. *Construction d’un algorithme d’accélération de la méthode des « simulations dans les simulations pour le calcul du capital économique solvabilité II*. 2009.
- [Maz18] Julie MAZE. *Étude de l’impact d’une hausse de taux sur un portefeuille assurantiel*. Mémoire, Institut des Actuaire, 2018.
- [Oes08] Aubry O. OESCHLIN J. *Replicating Portfolios for Insurance Liabilities*. 2008.
- [Pie02] Pierre Mathoulin ; Arnaud Cohen ; Michel PIERMAY. *La gestion actif-passif d’une compagnie d’assurance ou d’un investisseur institutionnel*. Economica, 2002.
- [Poi17] Damien POINTIN. *Les assureurs peuvent-ils continuer à vendre des contrats en euros ?* Mémoire, Institut des Actuaire., 2017.
- [Rou16] Faris ROUCHATI. *Projection du ratio de solvabilité d’un assureur retraite : les méthodes paramétriques (curve fitting et least squares monte carlo) peuvent-elles se substituer à la méthode des simulations dans les simulations*. 2016.
- [Sch16] Edhec Business SCHOOL. *Quelles solutions pour le secteur de l’assurance face à l’environnement de taux bas en Europe*. Présentation, 2016.