

Mémoire présenté le :

**pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA
et l'admission à l'Institut des Actuaires**

Par : Mounir Bellmane

Titre : Modélisation actuarielle d'un algorithme de participation aux bénéfices

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

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

*Membre présents du jury de l'Institut des
Actuaires*

signature

Entreprise :

Nom : Willis Towers Watson

Signature :

Directeur de mémoire en entreprise

:

Nom : Amine Cherquaoui

Signature : 

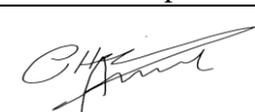
Invité :

Nom :

Signature :

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

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



Mémoire Actuariat - Modélisation actuarielle d'un algorithme
de participation aux bénéfices

Mounir Bellmane

May 2022

Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement Amine Cherquaoui pour m'avoir permis de rejoindre Willis Towers Watson. Je le remercie tout particulièrement pour son aide, son écoute, ses conseils techniques pertinents qui m'ont permis de réaliser ce mémoire.

Je remercie également Irvan Inthavixay et Estelle Coffard pour les discussions intéressantes et enrichissantes que nous avons pu avoir et qui m'ont considérablement aidé à construire les résultats de ce mémoire. Je tiens également à remercier Bruno Detchinli qui a su m'aider à mettre en forme et relire ce mémoire.

Enfin et surtout, mes remerciements vont à ma compagne Astrid ainsi qu'à mes proches pour leur soutien et leurs encouragements durant cette année.

Résumé

La politique de distribution de la participation aux bénéfices est un enjeu majeur pour les assureurs vie depuis plusieurs décennies, de surcroît dans l'environnement actuel de taux bas. La participation aux bénéfices fait partie des leviers d'attractivité d'un produit d'assurance vie du fait des nouveaux contrats à taux garantis nuls.

Ce mémoire a pour but d'estimer l'impact de la mise en place d'une modélisation de la participation aux bénéfices plus alignée avec la réalité de la gestion d'un assureur vie. Le modèle initial (avant implémentation du nouvel algorithme) donne une vision trop simplificatrice et quelque peu éloignée de la réalité, en supposant l'existence d'un maximum et minimum de taux à servir. Ainsi, cette nouvelle modélisation permet de revoir complètement le calcul du taux cible, et de lisser la distribution de la participation aux bénéfices (PB) en tenant compte des conditions de marché et du taux servi au pas de temps précédent. En particulier, cela permet une meilleure prise en compte de la richesse latente et du niveau de provision pour participation aux excédents (PPE) dans la stratégie de PB. Le modèle ALM utilisé permet la projection dans le temps de différents types de contrats (au passif, épargne type assurance-vie et de retraite collective), et modélise différents actifs financiers (notamment des obligations, de l'immobilier, des actions, des options sur les actions, sur les taux etc.), permettant ainsi de mieux rapprocher la modélisation de la stratégie de participation aux bénéfices de l'assureur à la gestion réelle.

L'implémentation du nouvel algorithme de participation aux bénéfices a un impact sur plusieurs indicateurs clés du bilan Solvabilité II dont le BEL et le SCR. Ainsi, dans cette étude, le BEL augmente, en cause l'augmentation de la Participation aux Bénéfices versée aux assurés. Ceci fait ainsi diminuer le SCR car il y a une meilleure capacité d'absorption des pertes par les provisions techniques. Cet effet permet de mesurer plus adéquatement le besoin en capital et le niveau de solvabilité de l'assureur.

Pour des raisons de confidentialité, les chiffres utilisés dans cette étude ont été ajustés.

Mots-clés : Participation aux bénéfices, ALM, Solvabilité 2, modélisation actuarielle, SCR

Abstract

The profit-sharing distribution policy has been a major issue for life insurers for several decades, especially in the current low-rate environment. Profit-sharing is one of the levers of attractiveness of a life insurance product due to the new contracts with zero guaranteed rates.

The purpose of this paper is to estimate the impact of implementing a profit sharing algorithm that is more in line with the reality of a life insurer's management. The initial model (before the implementation of the new algorithm) gives an oversimplified vision that is somewhat distant from reality, by assuming the existence of a maximum and minimum rate to be served. Thus, this new modelling makes it possible to completely revise the calculation of the target rate, and to smooth the distribution of profit-sharing (PB) by taking into account market conditions and the rate served at the previous time step. In particular, it allows a better consideration of the latent wealth and the level of profit-sharing reserve (PPE) in the profit sharing strategy. The ALM model used allows the projection over time of different types of contracts (on the liabilities side, life insurance and group pension savings), and models different financial assets (including bonds, real estate, equities, equity options, interest rate options, etc.), thus allowing the insurer's profit-sharing modelling strategy to be better aligned with reality.

The implementation of the new profit sharing algorithm has an impact on several key indicators of the Solvency II balance sheet, including BEL and VIF. Thus, in this study, the BEL increases, due to the increase in the profit-sharing paid to policyholders. This decreases the SCR as there is a better capacity to absorb losses through the technical provisions. This effect makes it possible to measure the capital requirement and solvency level of the insurer more adequately.

For confidentiality reasons, the figures used in this study have been adjusted.

Key words : Profit sharing, ALM, Solvency 2, actuarial modeling, SCR

Table des matières

I	Revue de la littérature sur la participation aux bénéfices, descriptif rapide de Solvabilité 2	8
1	Etude bibliographique des mémoires portant sur ce sujet	9
2	Principes de Solvabilité II [1]	11
2.1	Premier Pilier	11
2.2	Deuxième Pilier	13
2.3	Troisième Pilier	14
3	Concepts importants d'un modèle ALM	16
3.1	Pourquoi utiliser un modèle ALM	16
3.2	Description du bilan comptable d'un assureur	18
3.3	Vieillessement de l'actif et du passif	20
3.4	Interactions Actif Passif	21
3.5	Stratégie de réallocation	23
II	Revue de la modélisation et de la stratégie de participation aux bénéfices	25
4	Stratégie originelle de l'algorithme de PB	26
4.1	Description de la stratégie de PB et limites identifiées	26
5	Changement de l'implémentation dans le modèle ALM	31
5.1	Stratégie de détermination de la participation aux bénéfices	31
5.2	Implémentation d'un vecteur de suivi des dotations/reprises de PPE et rafraîchissement de la PPE	35
III	Etude de la nouvelle implémentation	39
6	Contexte de l'étude	40
6.1	Actifs	40
6.2	Passifs	42
6.3	Fichiers d'hypothèses	43
7	Métriques de rentabilité analysées et grandeurs comptables clés	46
8	Analyse du BEL stochastique ainsi que du SCR du modèle initial	47
9	Impact de l'implémentation de l'algorithme de PB	52
9.1	Impact de l'algorithme de PB sur les montants crédités	52
9.2	Impact de l'algorithme de PB sur la gestion de la PPE	54
9.3	Impact de l'algorithme de PB sur la gestion des PMVL	55
9.4	Impact de scénarios adverses sur le compte de résultat de l'assureur	59
9.5	Comparaison des deux algorithmes de PB dans les deux scénarios adverses	68
9.6	Impacts du nouvel algorithme de PB sur les BEL et SCR stochastiques	76
IV	Conclusion et Ouverture	81
V	Annexes	89
10	Modifications des inputs pour tenir compte de la nouvelle implémentation	90
11	Résultats intermédiaires	91

12	Impact de la mise en place d'une nouvelle allocation d'actifs stratégique en portefeuille . .	93
----	---	----

Introduction

Les rendements relativement élevés des fonds en €, la garantie en capital à tout temps ainsi que la fiscalité avantageuse sont des atouts importants de l'assurance vie.

Cependant, le contexte actuel de taux bas persistant menace de réduire la rentabilité de ces fonds. En effet, la contrainte de réinvestissement des assureurs des nouveaux flux sur des obligations actuelles de faible rendement/coupons, afin de respecter leurs exigences commerciales et réglementaires, entraîne une dilution naturelle du taux de rendement du portefeuille obligataire (composant la majeure partie de l'allocation d'actifs des assureurs vie). Ainsi, les organismes d'assurance sont obligés de constituer de plus en plus de stocks de participation aux bénéficiaires, et la politique de gestion de la participation aux bénéficiaires devient de plus en plus stratégique. Le taux de participation aux bénéficiaires est également un critère de choix important pour les assurés, celui-ci représentant une part importante des taux servis (les nouveaux contrats ayant des taux techniques très faibles ou nuls).

Le régulateur français ACPR (Autorité de Contrôle Prudentiel et de Régulation) est récemment venu à la rescousse des assureurs en les autorisant à intégrer une partie de la provision pour participation aux excédents (PPE) dans le calcul de leurs fonds propres économiques afin de leur permettre de gagner quelques points de ratio de solvabilité. La politique de participation aux bénéficiaires est encadrée et un minimum de distribution de celle-ci est défini dans le Code des Assurances. Les assureurs sont ainsi appelés à l'exercer et à la modéliser le plus fidèlement à la réalité. La réglementation européenne Solvency II (aussi appelée Solvabilité 2) traite également de la question de la participation aux bénéficiaires et de sa comptabilisation dans les provisions au passif. Les assureurs doivent calculer un Best Estimate Liabilities (BEL) qui incorpore ainsi qu'un BEG (Best Estimate of Guarantees) qui l'exclut. L'écart entre ces deux grandeurs correspond à la Future Discretionary Benefits (FDB ou participation future discrétionnaire).

Afin de modéliser la politique de distribution de participation, un modèle ALM d'un assureur vie permettant d'estimer le taux à servir aux assurés a été analysé dans un premier temps puis utilisé. Ce modèle permet d'estimer le taux à servir en fonction d'un maximum et d'un minimum de taux à servir (représentant en quelque sorte une borne min et max de ce qu'un assureur peut servir). Ces taux minimum et maximum sont des fonctions d'un taux de référence et de paramètres définis par l'utilisateur. Afin d'améliorer ce modèle et ainsi refléter de manière plus fidèle la gestion de la participation aux bénéficiaires par l'organisme d'assurance dans le cadre de cette étude, une nouvelle approche représentant de manière plus fine les déterminants de la participation aux bénéficiaires a été retenue. Une partie de ce mémoire sera ainsi consacrée à décrire et expliciter la modélisation originelle existante. Cette modélisation a dû être modifiée pour plusieurs raisons dont une partie est listée ci-dessous :

1. Ce modèle a été critiqué par l'ACPR car il ne reflétait pas les pratiques réelles de la stratégie de PB
2. Un algorithme de participation aux bénéficiaires se doit de mieux refléter les décisions de la direction d'un organisme d'assurance.
3. La nature et le paramétrage de l'algorithme empêchaient de servir des taux en adéquation avec les scénarios économiques et de capturer les effets stochastiques
4. L'algorithme originel ne permettait pas un objectif d'adéquation entre la stratégie de participation aux bénéficiaires réelle et le modèle afin de mieux piloter le niveau d'absorption

Ce mémoire a pour objectif de revoir l'ensemble des règles de gestion d'un fonds en euros, et plus particulièrement la politique de distribution aux bénéficiaires, afin de répondre à tous ces éléments. La participation aux bénéficiaires a été implémentée au sein d'un modèle ALM standard français. Ce modèle originel est basé sur l'existence d'un minimum et d'un maximum de taux à servir qui dépendent d'un taux de marché. Néanmoins, l'algorithme originel n'utilise pas la richesse latente (qu'elle provienne des PMVL sur les actifs pilotables ou de la PPE constituée) au cours du temps afin de prendre en compte le pilotage réel de l'assureur.

Cette modélisation est décrite et analysée dans un premier temps, puis les modifications qui lui ont été apportées ainsi que les données et hypothèses utilisées sont décrites dans la seconde partie de ce mémoire. Ce modèle permet de projeter dans le temps les éléments constitutifs du bilan et du compte de résultats au passif (contrats d'épargne et retraite), et prend également en compte les interactions liées à la détention des différents actifs en portefeuille financiers (actions, obligations et immobilier).

Enfin, les impacts d'une telle modélisation seront analysés sur plusieurs indicateurs économiques utilisés sous Solvabilité 2 (en vision stochastique) et qui permettent à l'assureur vie étudié dans cette étude de piloter sa gestion des risques. Cette analyse sera faite dans la troisième partie de ce mémoire. Une partie de

cette analyse est également effectuée sur quelques scénarios économiques extrêmes (en vision déterministe) afin de valider d'une part la nouvelle modélisation, et également de comparer le comportement du nouvel algorithme de PB par rapport à l'algorithme initial.

Première partie

Revue de la littérature sur la participation aux bénéfices, descriptif rapide de Solvabilité 2

1 Etude bibliographique des mémoires portant sur ce sujet

De par son importance critique, plusieurs mémoires traitant de sujets en lien avec le traitement de la participation aux bénéfiques dans les modèles ALM peuvent être trouvés dans la littérature actuarielle.

⇒ Le mémoire intitulé "Modélisation de la politique de distribution des produits financiers dans le cadre d'une gestion d'une compagnie d'assurance vie" (B. Zeghmar, 2012) [2] est celui qui se rapproche le plus du sujet étudié ici. Une limite en revanche identifiée est que l'étude d'impact stochastique n'est pas menée sur le capital économique.

L'auteur s'intéresse à la façon de relier au mieux la politique de distribution aux contraintes réglementaires (règle de participation minimale aux bénéfiques) et de vérifier l'adéquation entre la politique de distribution et les décisions de management de l'organisme d'assurance étudié (Allianz). L'étude des impacts déterministes permet entre autre de montrer l'importance d'intégrer un "effet mémoire" au taux de marché (qui représente la corrélation existante entre les taux servis d'une année à l'autre) et limiter les reprises au niveau compagnie (qui doit être distingué du niveau produit). Enfin, l'analyse des impacts stochastiques (coûts des options et garanties ou TVOG¹, MCEV²) met en évidence une réduction du coût pour l'assureur grâce à une limitation de la reprise de PPE au niveau compagnie (permettant ainsi d'augmenter le niveau de PPE et par conséquent les taux de marché et taux servis, ce qui réduit les rachats dynamiques).

⇒ Dans son mémoire intitulé "Optimisation sous contraintes du taux de participation aux bénéfiques à horizon fini", (B. Bouttier, 2017) [3] s'intéresse à la mise en place d'un algorithme sous forme d'arbre générant des chroniques de taux servis optimaux à l'aide d'un score sous contrainte actif-passif (en modélisant à la fois le passif via des lois de rachats, mortalité, versements et l'actif par des chroniques de produits financiers). Le modèle considéré suppose une immunisation de portefeuille (i.e. un *gap* de duration nul, ou encore une duration des actifs égale à celle des passifs) et une allocation d'actifs constante au cours de la projection (donc pas de convergence progressive vers une allocation d'actifs stratégique déterminée en amont). La chronique de taux optimale est calculée par groupe de produits et est comparée au plan : une chronique de taux définie pour les prochaines années à venir (en *real-world*³). L'inconvénient principal de cet algorithme est qu'il est récursif et selon la profondeur de la branche, peut demander une grande puissance de calculs (et un besoin important en mémoire disponible). En outre, si la largeur de l'arbre est trop faible, le risque est que l'algorithme optimise et trouve un maximum local. L'hypothèse suggérée d'allocation d'actifs constante est très simplificatrice et peut engendrer de fortes réalisations de plus ou moins-values au cours de la projection afin de se réallouer sur l'allocation cible. Enfin, l'absence de corridor autour de l'allocation cible est une autre limitation de cette étude entraînant également une forte volatilité des plus ou moins-values réalisées dans des scénarios économiques stochastiques.

⇒ Le mémoire intitulé "Ratio de couverture Solvabilité 2 d'un contrat d'épargne en euros, quels leviers de pilotage pour l'assureur?" (E. Gerondeau, 2017) [4] traite quant à lui des impacts sur le ratio de couverture S2 de la mise en place de différents changements d'hypothèses (tests de lois de rachats dynamiques notamment) et *management actions*. On notera notamment l'analyse des leviers suivants :

- Mesures transitoires Actions, Provisions Techniques
- Changement du Volatility Adjuster
- Les règles de réalisation de plus ou moins-values latentes
- L'allocation d'actifs
- Les méthodes de roulement de la PPE

En effet, les méthodes de roulement abordées (FIFO ou *First In First Out* avec et sans roulement) permettent de mettre en évidence le fait que la méthode de roulement avec un vecteur de PPE est celle qui permet le mieux de lisser le taux servi et d'optimiser la gestion de la PPE au cours du temps. A noter que cette méthode de roulement de la PPE a été implémentée dans le cadre de cette étude et décrite dans ce mémoire (voir la sous-section 5.2).

1. Time Value of Options and Guarantees
2. Market Consistent Economic Value
3. en univers "monde réel"

Ce mémoire reprend plusieurs éléments du 1er mémoire, en attachant en revanche une volonté d'aller plus en loin en quantifiant les impacts sur des indicateurs de solvabilité notamment le capital réglementaire (effets d'absorption).

Ce mémoire s'inspire également du 3ème mémoire présenté ci-dessous en testant différents leviers d'optimisation (réalisation de PMVL, roulement de PPE comme dit ci-dessus, convergence vers l'allocation d'actifs), tout en cherchant à modéliser de manière plus complexe le taux cible. Quant à l'approche retenue dans le 2ème mémoire, elle n'a pas été retenue car jugée trop éloignée du modèle ALM à disposition (et qui est décrit dans la deuxième partie).

Il convient de définir le cadre réglementaire dans lequel s'inscrit ce mémoire ainsi que les métriques analysées.

2 Principes de Solvabilité II [1]

Solvabilité II, entré en vigueur le 1^{er} janvier 2016, est un corpus de règles ayant pour objectif d'harmoniser et de renforcer la réglementation prudentielle au sein des pays de l'Espace Economique Européen. Cette norme repose sur 3 piliers qui sont définis de la façon suivante :

- Pilier 1 : les exigences quantitatives
- Pilier 2 : les exigences qualitatives et les activités de contrôle
- Pilier 3 : les exigences en matière d'informations prudentielles et de publication

Les organismes d'assurance et de réassurance sont soumis à cette réglementation et doivent respecter les 3 piliers de la norme. Le contenu de chaque pilier est présenté à la suite dans la figure 1.

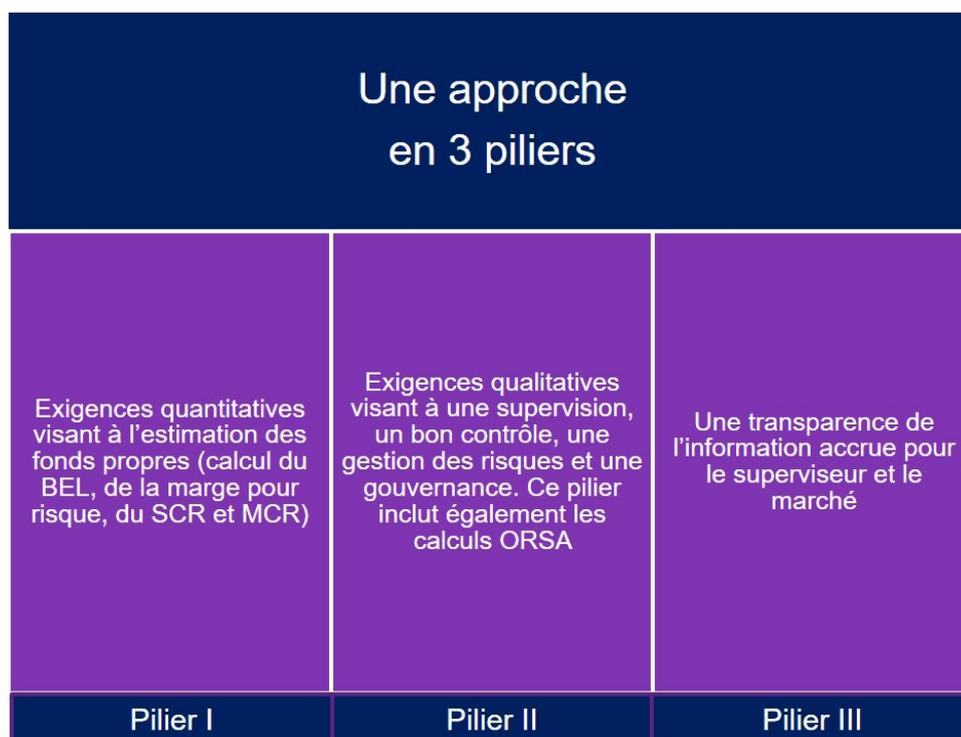


FIGURE 1 – Représentation des 3 piliers de Solvabilité II

2.1 Premier Pilier

Le premier pilier inclut toutes les exigences quantitatives de la norme Solvabilité II. L'objectif de ce pilier est de mettre en place des seuils sur les fonds propres et de provision afin de s'assurer que les organismes restent solvables avec 99,5% de chance sur un horizon d'un an. Les exigences quantitatives peuvent être calculées à l'aide de 3 types de modèles :

- **Formule standard** : Au sein de ce modèle, les niveaux de chocs à appliquer sont donnés par la norme et les formules de calcul y sont décrites.
- **Modèle interne** : Ce modèle est développé par l'organisme d'assurance et doit être validé par l'autorité de contrôle (ACPR : Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution). Dans ce cas de figure, la formule standard n'est pas obligatoire et le modèle interne s'y substitue.
- **Modèle interne partiel** : Ce modèle est à mi-chemin entre la formule standard et le modèle interne. Il est développé par l'organisme d'assurance ou de réassurance et doit également être validé par l'ACPR.

Les exigences quantitatives visent à mieux mesurer le risque induit par la commercialisation de contrats d'assurance par les organismes d'assurance. Ainsi, le pilier I inclut le calcul d'un SCR (Solvency Capital Requirement), d'un MCR (Minimal Capital Requirement) et de deux parties composant les provisions

techniques, à savoir le BEL⁴ et la RM⁵ :

- **Fonds propres économiques** : Les fonds propres éligibles se sont décomposent en 3 parties :
 - **Tier 1** : Il s'agit du noyau dit "dur" qui contient le capital social, le report à nouveau (aussi appelé RAN), des réserves, le resultat non distribué ainsi que des intérêts minoritaires ;
 - **Tier 2** : Il sagit des dettes subordonnées classées en Tier 2
 - **Tier 3** : Il s'agit des dettes subordonnées classées en Tier 3, ainsi qu'aux éventuels impôts différés actifs nets classés en Tier 3.
- **SCR** (*Solvency Capital Requirement*) : Valeur des fonds propres de base que l'organisme d'assurance doit posséder pour être en mesure d'honorer ses engagements auprès des clients avec une probabilité de 99,5% à horizon d'un an (ce qui revient à calculer une VaR à 99,5% des fonds propres de base). Le SCR peut être calculé soit à l'aide de la formule standard, soit à l'aide d'un modèle interne qui doit être validé par le superviseur. Le SCR se calcule module par module ou plutôt risque par risque (voir la figure 3 qui représente schématiquement chacun des modules devant être calculés). Le SCR total représente ainsi une agrégation (via des matrices d'agrégation) de chacun des sous-SCR calculés (SCR marché, SCR souscription etc.). Le SCR après ajustement de la capacité d'absorption des pertes par réduction des bénéfices futurs discrétionnaires (ou FDB⁶) se calcule de la façon suivante :

$$\text{SCR} = \text{BSCR} - \text{Adj} + \text{SCR}_{\text{Op}}$$

où BSCR correspond au SCR dit de base calculé via une matrice de corrélation des sous-modules de risque (marché, souscription vie, non-vie et santé, défaut) voir la figure 3.

- **MCR** (*Minimum Capital Requirement*) : Montant minimum de fonds propres à détenir absolument, sous risque d'une action de l'ACPR pouvant mener à un retrait de l'agrément d'assurance. Les actifs en portefeuille doivent permettre de couvrir à minima la somme des provisions techniques, des dettes et du MCR. Le MCR se calcule comme la combinaison d'une formule linéaire avec un minimum de 25% et un maximum de 45% du SCR, avec un seuil minimal dépendant de la nature de l'organisme.
- **BEL** (*Best Estimate*) : Moyenne des flux de trésorerie futurs probables actualisés à l'aide des courbes de taux sans risque. Le BEL est estimé brut de réassurance.
- **RM** (*Risk Margin*) : Une des deux parties constituant les provisions techniques sous Solvabilité 2 (avec le BEL). Il s'agit d'une estimation du coût de portage (en termes de fonds propres à immobiliser) qu'aurait à supporter le reprenneur du portefeuille d'assurance.

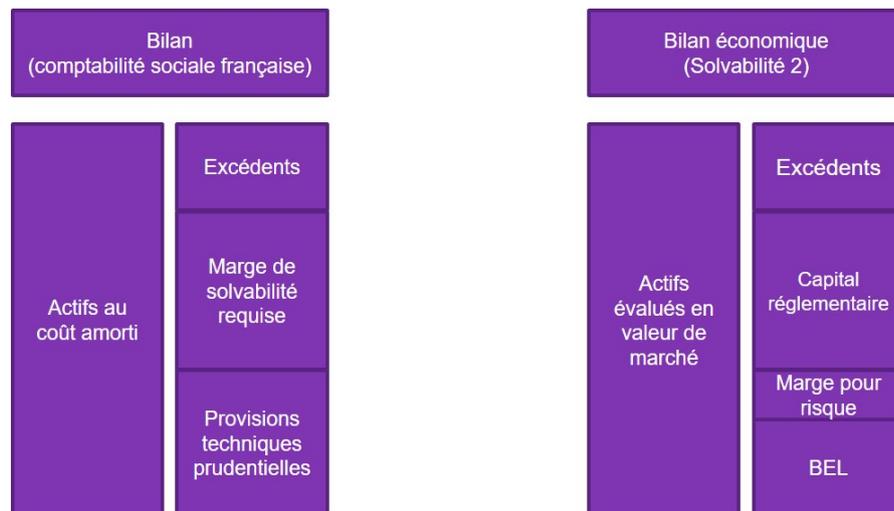


FIGURE 2 – Bilan comptable (S1) et économique (S2) simplifié d'un assureur

4. *Best Estimate Liabilities*

5. *Risk Margin*

6. *Future Discretionary Benefits*

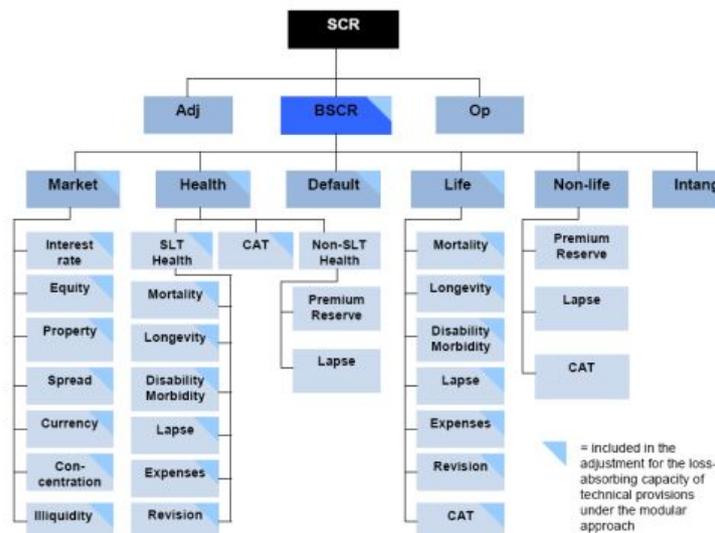


FIGURE 3 – Approche modulaire de la formule du SCR

Le niveau de fonds propres économiques renseigne sur la bonne santé de l'entreprise ainsi que sur sa solvabilité. Ainsi, si l'entreprise d'assurance ou de réassurance détient un niveau de fonds propres (capital en réserve) insuffisant par rapport à ses engagements (correspondant essentiellement au BEL), la norme prévoit que des mesures soient prises :

- Premier niveau d'alerte : Dans la situation où les fonds propres économiques seraient inférieurs au capital réglementaire (SCR), l'entreprise d'assurance ou de réassurance se doit d'y remédier en augmentant ses fonds propres pour qu'ils dépassent le SCR : les mesures expliquées dans le pilier II sont appliquées (par exemple : ne plus souscrire certains produits),
- Si les fonds propres sont inférieurs au MCR, c'est alors le second niveau d'alerte et le superviseur intervient immédiatement pour éviter un défaut de paiement.

Une autre façon d'alerter le superviseur est le ratio de solvabilité. Le superviseur demande à ce que chaque assureur/réassureur ait au moins 100% de ratio de solvabilité. Ce ratio se calcule comme le rapport entre les fonds propres totaux et le montant du SCR. La marge de solvabilité correspond au supplément de ratio de solvabilité par rapport à la demande minimale de 100% :

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

$$\text{Marge de solvabilité} = \frac{\text{Fonds Propres} - \text{SCR}}{\text{SCR}}$$

Les composants du ratio sont affichés dans la figure 2.

2.2 Deuxième Pilier

Le deuxième pilier décrit les exigences qualitatives d'une compagnie d'assurance ou de réassurance. Il contient également les éléments relatifs à la gouvernance et la gestion des risques qui doivent être mis en place au sein d'une compagnie d'assurance/réassurance. L'idée sous-jacente de ce pilier est que l'entreprise doit se contrôler elle-même et que les superviseurs sont en charge de la vérification de ce contrôle interne. Il peut se décomposer sous la forme de deux systèmes de contrôle (interne et externe) :

- Contrôle interne : les dirigeants doivent faire preuve d'objectivité, de transparence et avoir les compétences requises pour exercer leur métier et rendre des comptes au superviseur. Sur le volet de la gouvernance, Solvabilité II impose deux dirigeants effectifs à l'assureur/réassureur pour faire respecter le principe des « quatre yeux ». Ce principe a pour objectif de se prémunir contre la fraude ou les erreurs opérationnelles, par exemple en ayant systématiquement deux personnes nécessaires pour approuver les décisions, ou encore un preneur de décisions et une personne qui les vérifie.

De plus, la directive impose quatre responsables des fonctions clés (actuariat, gestion des risques,

audit interne et conformité), dont les rôles sont résumés dans la figure 4 (voir [5] pour plus de détails). Ces fonctions peuvent être externalisées mais la responsabilité demeure chez l'assureur.

- **Contrôle externe** : Les superviseurs doivent appliquer la directive de Solvabilité 2 et ses règlements d'application. Ils doivent également être transparents et rendre des comptes, procéder à des contrôles complets ainsi qu'exiger la simulation de situations de crise. Ils sont en mesure de demander à l'organisme d'effectuer des « capitaux add-ons » (injections de capital) à l'issue du processus du contrôle en cas d'insuffisance quantitatives ou en matière de gouvernance.

L'ORSA⁷ (Évaluation interne des risques et de la solvabilité) s'inscrit dans le cadre de la gestion des risques de l'organisme. Cet exercice vise à mettre en évidence la capacité de l'organisme fait partie intégrante de la stratégie de l'organisme d'assurance, et a 3 composantes :

- L'évaluation du BGS⁸
- Le respect permanent des obligations réglementaires de couverture du SCR, du MCR et des exigences de couverture des provisions techniques (cf. pilier I)
- L'évaluation de l'écart entre le profil de risque de l'entreprise et les hypothèses qui sous-tendent le capital de solvabilité requis

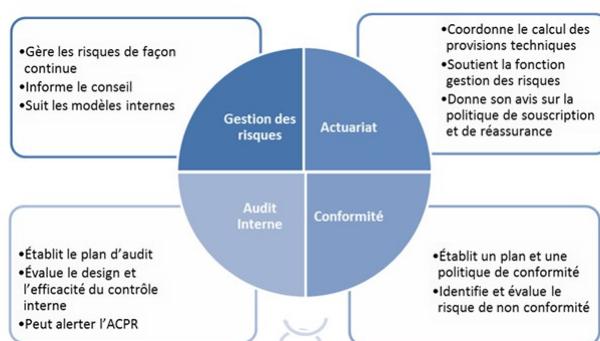


FIGURE 4 – Rôles des fonctions clés

2.3 Troisième Pilier

Le pilier III vient compléter les piliers I et II et concerne principalement l'information publique venant renforcer la discipline de marché. Il concerne la communication d'informations au public et aux autorités de contrôle, les exigences de publication d'information par les entreprises visant à l'amélioration de la transparence des informations transmises au marché, ainsi que des exigences de rapports à soumettre aux superviseurs. Ces rapports sont quantitatifs et qualitatifs, publiés sur une fréquence annuelle, voire trimestrielle pour certains d'entre eux. Les principaux rapports que chaque organisme doit transmettre sont les suivants :

- Rapports narratifs à destination du public à remettre tous les ans et au minimum tous les 3 ans :
 - **SFCR**⁹ : Rapport sur la solvabilité et la situation financière qui est à destination du public. Il s'agit d'un rapport communément étudié par le public lorsqu'il désire avoir des informations générales au sujet de la compagnie (notamment lors d'un projet de fusion acquisition, c'est le premier document qui va être analysé par le cabinet de conseil en charge du processus de *due diligence*¹⁰).
 - **RSR**¹¹ : Ce rapport, tout comme celui du SFCR doit comporter une présentation des activités et des résultats de la compagnie, de l'évolution de sa solvabilité et de la gestion de son capital (niveau des fonds propres et du capital réglementaire, ratio de solvabilité) et également de la qualité de la gestion des risques. Ce rapport est destiné au superviseur.
 - **ORSA**¹² : Doit être élaboré au moins une fois par an et donne une orientation stratégique à la compagnie, en simulant plusieurs trajectoires monde-réel via un *Business Plan* qui permettent de projeter l'évolution de la solvabilité à plusieurs années.

7. *Own Risk and Solvency Assessment* en anglais

8. Besoin Global de Solvabilité

10. Vérifications nécessaires devant être effectuées par un investisseur en vue d'une transaction

- **États nationaux spécifiques** : Ces états permettent notamment de traiter les besoins non couverts par la directive Solvabilité 2, et correspondent à des spécificités nationales de la réglementation ou du marché.
- États Solvabilité II / Rapports quantitatifs :
 - **États intégral** : tous les ans
 - **États de base** : trimestriel

L'objectif de ce pilier est de permettre la transparence et la confiance entre les compagnies d'assurance, de réassurance, les autorités de contrôle et enfin le public. Les différents rapports remis permettent de s'assurer que les entreprises d'assurance et de réassurance sont conscientes des risques auxquelles elles font face, et qu'elles sont en mesure de les expliquer et de les gérer au mieux compte tenu de ces procédures. C'est l'objet notamment des rapports dits narratifs. En ce qui concerne les rapports quantitatifs¹³, il s'agit de tableaux de bord édités dans un format spécifique XBRL, dont les données sont définies par l'EIOPA¹⁴. Ils sont destinés à couvrir les principales informations quantitatives d'un organisme d'assurance dans ses différents domaines d'activité.

13. Quantitative Reporting Template

14. European Insurance and Occupational Pensions Authority

3 Concepts importants d'un modèle ALM

3.1 Pourquoi utiliser un modèle ALM

L'« ALM »¹⁵ ou gestion actif-passif est un domaine complexe de l'assurance et qui requiert diverses connaissances aussi bien actuarielles que financières. Il a plus à trait aux assureurs-vie et vise à s'assurer que l'entreprise est en mesure de répondre à ses engagements à tout instant tout en restant solvable. Pour accomplir cet objectif, les gérants achètent des actifs sur les marchés financiers qui sont censés couvrir en flux et en périodicité de flux les engagements de l'assureur. Afin de pouvoir estimer au mieux l'évolution de leurs engagements, les grandes compagnies d'assurance ont investi d'importants moyens pour développer des modélisations complexes alliant à la fois la modélisation fine des flux de passif et leur évolution (en tenant compte des hypothèses utiles à la projection, comme les lois de rachats, de mortalité, de versements de primes périodiques, de réduction ou d'augmentation de celles-ci, d'arbitrage entre différents fonds etc.) et également des actifs détenus en portefeuille et de leur évolution à partir de scénarios économiques générés par un ESG¹⁶. Afin de donner un aperçu plus concret d'un modèle ALM, un schéma représentant les interactions entre actifs et passifs est donné ci-dessous (voir figure 5).

Un modèle ALM suit une séquence de calculs effectués dans des fonctions qui sont dépendantes les unes des autres. Ainsi, à chaque pas de temps mensuel, le modèle représente l'évolution de primes versées par les assurés qui vont être investies sur des actifs financiers, permettant de générer des produits financiers et d'être en mesure de régler les prestations dues aux assurés (capitaux décès, rachats de contrats et rentes dans le cadre de contrats de retraite). Le pas de temps mensuel confère au modèle ALM une précision accrue par rapport à un pas de temps annuel, dans le sens où plus la granularité temporelle est fine, plus la modélisation est représentative de la réalité.

Le passif est représenté par des regroupements de contrats sous forme de model points¹⁷ afin de réduire la taille du portefeuille et ainsi réduire le temps de calcul des simulations stochastiques (qui requièrent de lancer plusieurs milliers de scénarios économiques risque-neutre ou en monde-réel).

Le portefeuille de passif est composé de deux blocs principaux :

- Module d'Épargne pure *Savings* : représente l'évolution du portefeuille d'assurance-vie investi en fonds en Euros et en unités de compte
- Module de Retraite *Annuity* : représente l'évolution du portefeuille de retraite (contrats en phase de restitution)

Ci-dessous, un schéma illustrant le séquençement des opérations au sein d'un modèle ALM à chaque pas de temps (les interactions actif/passif seront décrites dans la prochaine partie).

15. Assets and Liabilities Management

16. Economic Scenarios Generator

17. points de modèles

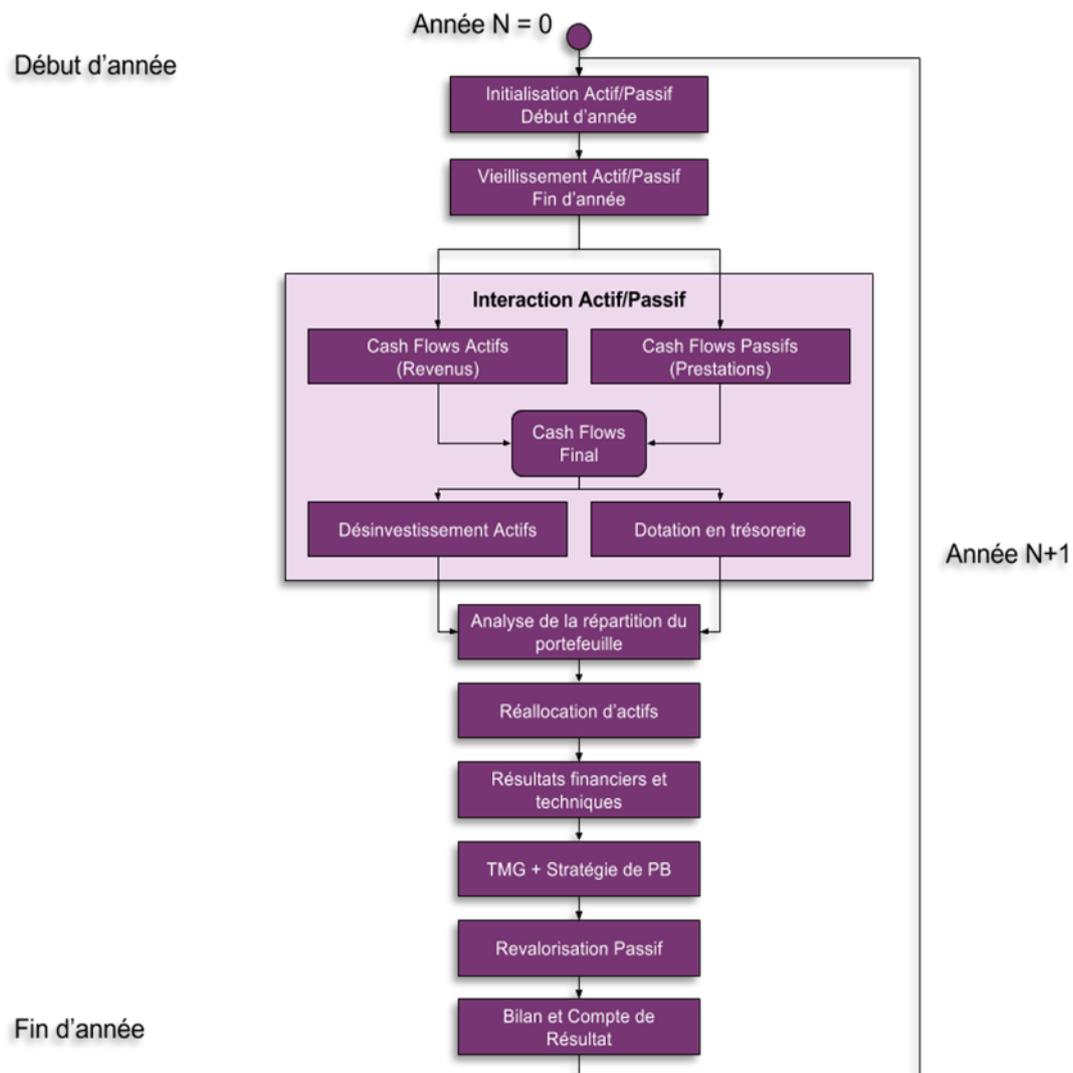


FIGURE 5 – Organigramme de modélisation et de projection du bilan et compte de résultat

3.2 Description du bilan comptable d'un assureur

L'objectif de cette sous-partie est de définir les principaux éléments du bilan qui ont été utilisés dans cette étude.

Commençons par donner une photo générique du portefeuille d'actifs et de passifs à chaque date de calcul.

Actif	Passif
Obligation Govies	PM
Obligation Corpo	Réserve de Capitalisation
Action	Provision pour Excédents
Immobilier	Provision pour Risque d'Exigibilité
Trésorerie	

TABLE 1 – Bilan comptable représenté dans le modèle

Il s'agit d'un bilan comptable, i.e. que l'actif et le passif ont des valeurs comptables. On distingue une valeur nette comptable ou VNC (également appelée *book value*) d'une valeur de marché ou VM (également appelée *market value*) :

- la valeur nette comptable est la valeur d'acquisition du titre
- la valeur de marché est la valeur économique du titre (qui représente le prix du titre sur les marchés financiers)

Définissons les différentes composantes de l'actif et du passif.

Les *inputs* du modèle ALM sont composés de fichiers de données (*model points*) et de fichiers d'hypothèses (*assumptions*).

Deux sous-catégories de Model Points sont projetés :

- d'une part les fichiers représentant le passif qui représente le portefeuille de produits commercialisés aux assurés détaillant toutes les caractéristiques pour réaliser les calculs actuariels.
- d'autre part les fichiers concernant l'actif (i.e. actions, immobilier, obligations, options sur les taux (cap, floor etc.), sur lesquels l'assureur investit pour respecter ses engagements).

Les fichiers de passif correspondent donc aux contrats engageant l'assureur envers les assurés, i.e. les contrats d'épargne (en € et en unités de compte ou UC) et de retraite dans notre cas.

Les engagements sont modélisés via des model points avec les caractéristiques suivantes :

- Des lois matérialisent les sorties et les prestations :

Une loi de rachats structurels est modélisée par année de projection. Elle est calibrée à partir d'un historique de rachats ayant eu lieu sur le portefeuille, et vise à estimer les comportements des assurés en relation avec la fiscalité de leurs contrats, ancienneté et âge.

Une fonction de rachats conjoncturels ou dynamiques fait également partie du modèle, afin d'estimer les effets relatifs aux comportements des assurés en relation à leur satisfaction par rapport aux taux qu'ils leur sont servis au cours de la projection.

Les décès sont modélisés pour chaque model point via une table de mortalité.

- **Des coûts de gestion** par nombre de contrats et par pourcentage de l'encours sont modélisés.

Les **commissions sur encours** issues des chargements sont également prises en compte.

Chargements : Il y a plusieurs types de chargements ou frais. Les chargements sont prélevés sur la prime en amont et sous la forme d'un taux appliqué. Les prélèvements sur la prime concernent à la fois les fonds en Euro et les fonds en unités de comptes. Des frais de gestion sont déduits à la fin de chaque mois. Ceci est permis par une déduction du rendement crédité du fonds ($x\%$ dans la formule de PB ci-dessus). Les frais de gestion sont appliqués au fonds en Euro et les réserves des unités de compte (respectivement calculés dans les sous-modèles Euro et UC).

Stratégie de PB : Les hypothèses de PB contractuelles et réglementaires sont prises en compte. Un

taux cible à servir est modélisé afin de reproduire le plus fidèlement les stratégies courantes. Dans l'objectif de calculer le rendement du fonds, le modèle utilise un intervalle borné et fermé pour le taux cible. Dans cet intervalle, les rendements atteints satisfont les contraintes de taux garanti. Le rendement réel est spécifié dans la formule de participation aux bénéfices (exemple de formule assez répandue chez plusieurs assureurs) :

$$\text{Calcul du taux d'intérêt crédité} = \max(\text{TMG}, y\% * \text{rendement du fonds} - x\%) \quad (1)$$

où $x\%$, $y\%$ et TMG peuvent varier pour différentes variétés de produits :

- $x\%$ correspond à l'hypothèse de frais de gestion et est généralement compris entre 0% et 1%
- $y\%$ correspond quant à lui à la PB contractuelle et est généralement compris entre 85% et 100%
- TMG est l'acronyme du taux minimum garanti qui est donné pour chaque model point de passif

Les stratégies de revalorisation au taux servi s'opèrent à la fin de l'année de projection sur chacun des fonds composant le portefeuille. En milieu d'année, le contrat est revalorisé au TMG. Ainsi, les rachats totaux, rachats partiels et les décès incorporent la revalorisation à ce TMG. C'est uniquement à la fin de l'année de projection que le bonus réel basé sur la performance du fonds au cours de l'année écoulée est versé. Après avoir reçu son bonus, chaque assuré est sujet à une taxe (connue comme la CSG¹⁸) qui est définie comme un pourcentage prélevé sur le bonus perçu. A noter que la CSG ne s'applique pas aux fonds en unités de comptes, mais uniquement aux fonds en Euros.

Description des actifs Les actifs sont composés des éléments suivants :

- Obligations :
 - d'Etat (aussi appelées *Govies*)
 - d'Entreprise (aussi appelées *Corporate*)
- Actions (aussi appelées *Equities*) au sein desquelles on trouve :
 - Indices d'actions ou actions détenues en propre
 - Indices d'obligations
 - Indices immobilier (aussi appelé *Real Estate*)

Réserve de capitalisation : Cette réserve a pour objectif de parer à la dépréciation des valeurs des titres amortissables. Les plus-values réalisées sur ces titres ne peuvent être considérées comme des revenus, elles sont ainsi dotées en Réserve de capitalisation.

Provisions mathématiques : Les provisions mathématiques représentent la dette probable de l'assureur vis-à-vis des assurés. A chaque pas de temps, les prestations de rachats et de décès sont déduites de la provision mathématique.

Provision pour risque d'exigibilité : Cette provision est destinée à faire face aux engagements, dans le cas de moins-values, de l'ensemble des actifs non amortissables.

Si la société satisfait aux exigences de solvabilité, la dotation annuelle à la Provision pour Risque d'Exigibilité (PRE) au titre de l'exercice est égale au tiers du montant de la moins-value latente nette globale constatée sur ces placements. Elle est inscrite en totalité sinon.

Provision pour participation aux excédents : La participation aux bénéfices est au coeur de ce mémoire d'actuariat. La provision pour participation aux excédents permet à l'assureur de lisser la revalorisation des PM sur plusieurs années. Ainsi, dans le cas d'une année où les résultats ne sont pas suffisants, l'assureur a la possibilité de réaliser une reprise sur la PPE afin de servir un meilleur taux. L'assureur a le choix de ne pas verser la totalité de la participation aux bénéfices (PB) à la fin de l'exercice comptable. Il peut doter une partie ou la totalité de la PB en PPE et aura alors au maximum 8 ans pour reverser celle-ci à l'assuré.

Une fois ces réserves définies ainsi que les éléments qui composent le modèle ALM, il s'agit de passer en revue les différentes étapes du modèle (voir la figure 5).

18. Contribution Sociale Généralisée

3.3 Vieillessement de l'actif et du passif

L'étape de vieillissement de l'actif et du passif correspond à la phase d'évaluation du portefeuille en fin d'année, avant la phase d'interactions entre l'actif et le passif et la phase de réallocation de l'actif (afin de respecter les contraintes définies par la compagnie).

L'objectif de ce vieillissement est de calculer la nouvelle valeur des actifs (VM et VNC) à partir des scénarios économiques produits par le GSE et d'en déduire les produits financiers générés, ainsi que de déterminer les prestations et les coûts à payer.

Vieillessement de l'actif

Cas des actions et de l'immobilier :

La valeur de marché de l'action est calculée à partir des rendements économiques issus et générés par le GSE. L'action (respectivement l'immobilier) produit des dividendes (respectivement des loyers) qui vont venir alimenter les produits financiers.

Cas de la trésorerie :

La VM et la VNC du *Cash* (trésorerie) évoluent en fonction des taux zéro-coupon de maturité 1 an.

Cas des obligations :

La VM et la VNC des obligations sont recalculées à partir des taux générés par le GSE.

La VNC d'une obligation est la valeur d'acquisition nette de surcote/décote (voir l'équation 4).

Avant de calculer les surcotes/décotes (SD), la VNC et les PMVL (plus ou moins-values latentes), il convient de trouver le taux de rendement actuariel noté x en résolvant cette équation :

$$V(0) = \sum_{i=1}^{T-1} \frac{F(i)}{(1+x)^i} + \frac{N \times (1+c)}{(1+x)^T} \quad (2)$$

Où $F(i) = N \times c$ pour $i \in [1, T-1]$ et tel que N représente le montant du nominal de l'obligation et c correspond au taux coupon du contrat.

Le x obtenu en résolvant l'équation 2, i.e. le taux de rendement actuariel, permet ainsi de déterminer les surcotes ou décotes à chaque pas de temps (en utilisant une formule d'amortissement linéaire) :

$$SD(t) = \sum_{i=t+1}^T \frac{F(i)}{(1+x)^{i-t}} - V(0) \quad (3)$$

Ainsi lorsque $t = 0$, les SD sont nulles (car $F(T) = N \times (1+c)$).

Le modèle recalcule à chaque pas de temps la VNC à l'aide de la formule suivante :

$$VNC(t) = V(0) \pm SD(t) \quad (4)$$

Il est possible d'en déduire finalement les plus ou moins-values latentes via le calcul suivant :

$$PMVL(t) = VB(t) - VNC(t) \quad (5)$$

Les coupons générés par les obligations détenues en portefeuille (les $F(i)$ dans l'équation 2) sont des revenus pour l'assureur qui alimentent les produits financiers.

Quant aux remboursements ou nominaux des obligations, ils ne sont pas considérés comme des revenus. Lorsqu'ils sont perçus par l'assureur, ils sont utilisés pour régler des prestations ou bien sont réinvestis à l'étape de réallocation d'actifs et permettent l'achat de nouveaux actifs.

Il convient maintenant de décrire la phase de vieillissement du passif.

Vieillessement du passif

L'objectif de cette étape dans le modèle ALM est de déterminer le montant des prestations et les évolutions des différentes provisions.

Les prestations suivantes sont déterminées à chaque pas de temps de la façon suivante.

Prestations décès :

$$\text{Décès}(t) = \text{Epargne décès}(t) \times q_x(t) \quad (6)$$

où $q_x(t)$ correspond au taux de mortalité d'un individu d'âge x à la date t , et l'assiette Epargne décès correspond souvent aux PMS revalorisées au TMG.

Prestations rachats :

$$\text{Rachats}(t) = (\text{Epargne}(t) - \text{Décès}(t)) \times \text{Taux de rachats}(t) \quad (7)$$

Les taux de rachats correspondent à la somme :

- des rachats structurels qui dépendent de la structure du contrat (Ancienneté, fiscalité des rachats, âge de l'assuré)
- ainsi qu'aux rachats conjoncturels ou dynamiques qui dépendent de la satisfaction de l'assuré

Les prestations de rachats et de décès et les chargements se déduisent de la PM globale de l'assureur.

Evolution des PM :

$$\text{PM}(t) = (\text{PM}(t-1) - \text{Prestations décès}(t) - \text{Rachats}(t)) \times (1 - \text{taux de chargements sur encours}(t)) \quad (8)$$

Les PM sont ensuite revalorisées au TMG (selon les hypothèses fournies dans le fichier de données pour chacun des MPs) à la mi-année et revalorisées au taux servi (incorporant le bonus versé suite à la stratégie de PB).

3.4 Interactions Actif Passif

À l'issue du vieillissement de l'actif et du passif, le modèle se positionne en fin d'année.

L'objectif est de déterminer les Cashflows générés par le portefeuille afin de savoir si des achats ou des ventes sont nécessaires.

Cash flows à l'actif

Le modèle calcule ainsi les cash flows de l'actif de la manière suivante :

$$\begin{aligned} \text{Cash flow actifs}(t) = & \text{Coupons obligataires}(t) + \text{Remboursements}(t) \\ & + \text{Dividendes}(t) + \text{Loyers}(t) + \text{Chargements}(t) - \text{Frais financiers}(t) \end{aligned} \quad (9)$$

Quant aux cash flows de passif, ils sont calculés de la façon suivante :

$$\text{Cash flow passif}(t) = \text{Prestations}(t) + \text{Coûts}(t) + \text{Commissions}(t) + \text{Impôts}(t) + \text{Cotisations sociales}(t) \quad (10)$$

Le modèle ALM calcule ensuite le cash flow final, correspondant à la différence entre le cash flow d'actif et de passif :

$$\text{Cash flow final}(t) = \text{Cash flow actifs}(t) - \text{Cash flow passif}(t) \quad (11)$$

Deux cas de figures sont susceptibles de se produire à l'issue de cette étape :

- Si le cash flow final est négatif, cela signifie que l'assureur doit procéder à des ventes d'actifs afin de réaliser des plus-values et permettre ainsi de financer les prestations.

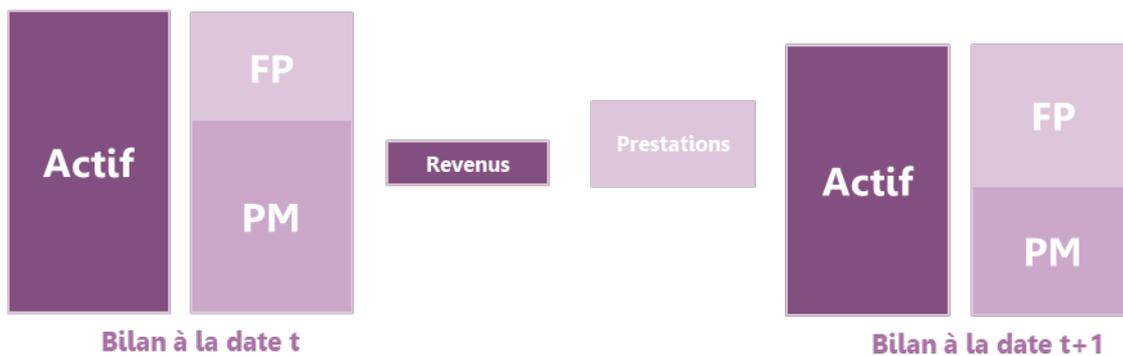


FIGURE 6 – Ventes se produisant pour financer les engagements de l'assureur envers les assurés

— Si le cash flow final est positif, ce surplus est doté en trésorerie et aucune vente n'est nécessaire (cf la figure 7 ci-dessous).

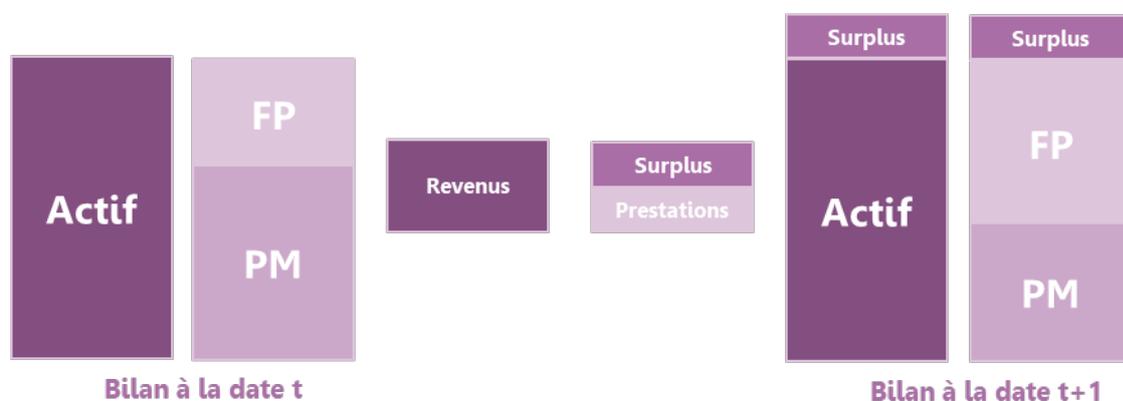


FIGURE 7 – Dotation en cash en cas de cash flow positif

Par conséquent, les étapes de vieillissement de l'actif et du passif et la phase d'interactions entre l'actif et le passif entraînent une modification de la composition du portefeuille d'actifs détenus par l'assureur.

En cas de cash flows négatifs, l'assureur établit une stratégie de vente qui se produit à travers les étapes suivantes :

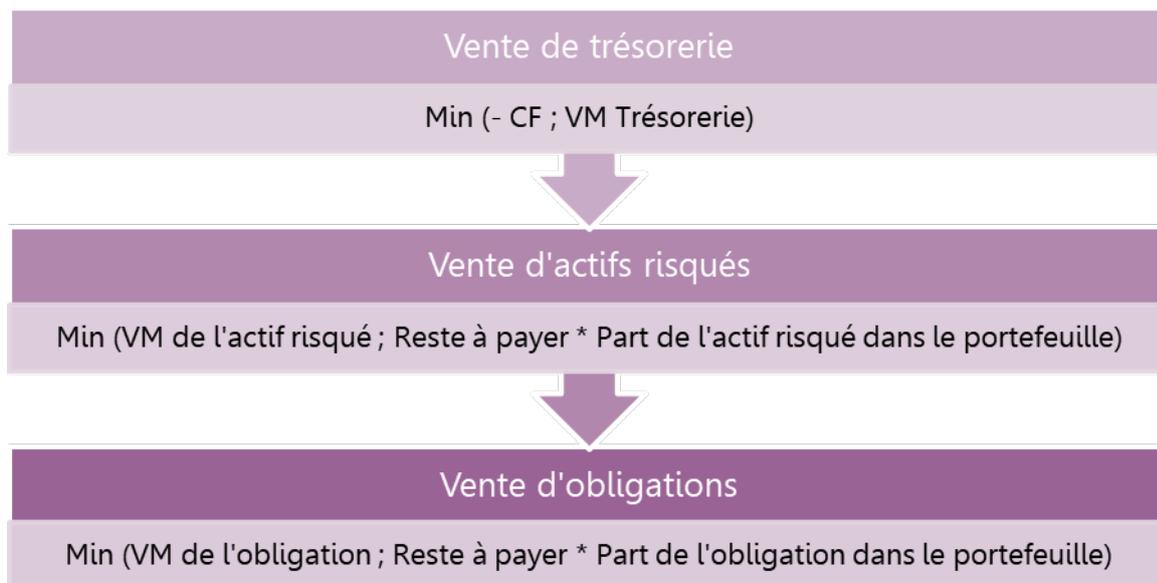


FIGURE 8 – Etapes de ventes liées au désinvestissement

Les ventes peuvent se réaliser de plusieurs manières sur les classes d'actifs (cela dépend du paramétrage choisi, dans la figure 8 elle est réalisée au pro-rata de l'actif dans le portefeuille). Ainsi, tous les actifs risqués sont désinvestis dans le portefeuille. La vente d'actifs risqués est prioritaire sur les actifs obligataires, car ceux-ci permettent de trouver un bon adossement actif-passif des cashflows.

La vente d'actifs va générer des plus ou moins-values qu'il faudra prendre en compte dans le résultat financier (pour les actifs risqués hors R.343-9) de l'assureur ou dans la réserve de capitalisation pour les titres obligataires.

3.5 Stratégie de réallocation

La stratégie de réallocation consiste à réaliser des ventes ou des achats d'actifs dans le but de retrouver l'allocation stratégique définie par l'assureur.

Ces achats ou ventes sont en partie définis dans une table lue par le modèle ALM. Ces transactions génèrent des plus ou moins-values à prendre en compte dans le résultat financier de l'assureur pour les actifs non-amortissables, et dans la réserve de capitalisation pour les titres amortissables (obligations).

Les deux catégories d'actifs sont également appelées :

- Pour les actifs amortissables, actifs de type R.343-9 (dénomination tirée de l'article du Code des Assurances qui traite de ces éléments, voir à ce sujet [6])
- Pour les actifs non-amortissables, actifs de type R.343-10 (nom tiré également de l'article du Code des Assurances associé à cette catégorie de titres)

À la fin de chaque année de la projection, un processus de réallocation est effectué. Des actifs sont achetés et vendus selon les besoins pour converger vers l'allocation d'actifs cible. L'une des trois méthodes suivantes peut être définie :

- Réallocation totale - Des actifs peuvent être achetés et vendus selon les besoins pour obtenir la répartition d'actifs requise.
- Réallocation via le cash - Les cibles de réallocation sont utilisées pour déterminer s'il faut acheter (le cash actuel doit être supérieur à la cible spécifiée) ou vendre (le cash actuel est inférieur à la cible spécifiée) des actifs pour essayer de revenir à la composition d'actifs cible (cf. la partie précédente). L'excédent/déficit du cash par rapport à la cible est utilisé pour acheter/vendre d'autres actifs. Il n'y a pas de rotation supplémentaire des actifs.
- Rééquilibrage du cash/achat uniquement - si le cash détenu est supérieur à la cible définie (en cas de trésorerie positive). Le cash excédentaire au-dessus de la cible défini est utilisé pour acheter des actifs afin d'essayer de revenir à la composition d'actifs cible globale. Il n'y a pas de rotation supplémentaire des actifs ni de vente d'actifs.

Une réallocation d'actifs supplémentaire peut être effectuée si nécessaire (entre deux fins d'année

de projection), à une fréquence définie par l'utilisateur. Les mêmes méthodes sont disponibles pour ce rebalancement intermédiaire.

A noter que la réallocation s'effectue par rapport aux VM des actifs et non des VNC.

Une fois décrits la modélisation actuarielle ALM et le contexte réglementaire et prudentiel dans lequel les organismes d'assurance évoluent, il convient de passer en revue la modélisation originelle de l'algorithme de PB (ainsi que ses limites) et d'explicitier la nouvelle stratégie de participation aux bénéfices et ses spécificités.

Deuxième partie

Revue de la modélisation et de la stratégie de participation aux bénéfices

4 Stratégie originelle de l’algorithme de PB

Le modèle originel et qui a dû être modifié dans le cadre de cette étude présente certaines particularités qui vont être décrites plus en détail dans cette partie. Cette partie permet de comprendre les limites de la modélisation initiale, notamment le fait que celle-ci n’était pas alignée avec la gestion réelle de l’assureur.

En particulier (comme précisé dans l’introduction), cette modélisation simplifie la détermination et la gestion de la participation aux bénéficiaires, puisque qu’elle suppose l’existence de deux bornes :

- Borne maximale : induit un taux maximum à servir aux assurés et qui est une fonction du taux de marché
- Borne minimale : induit un taux minimum à servir aux assurés et qui est également une fonction du taux de marché

Ainsi, le taux à servir dépend de ces deux bornes. Selon le niveau de produits financiers, le taux à servir va osciller entre le taux maximum et le taux minimum.

Comme nous allons pouvoir le voir dans la sous-partie suivante (voir sous-sous-section 4.1), plusieurs éléments problématiques peuvent être identifiés.

4.1 Description de la stratégie de PB et limites identifiées

La stratégie de PB originelle est affichée ci-dessous à l’aide d’un arbre de décision permettant de comprendre les différentes étapes de l’algorithme.

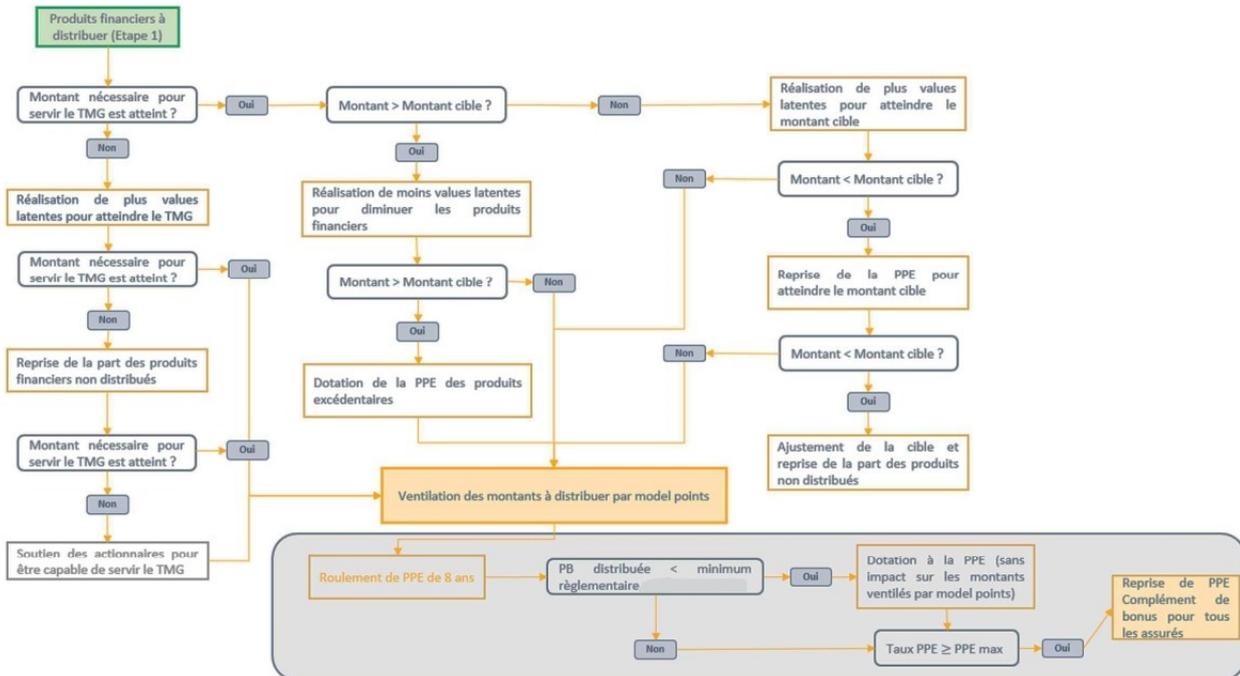


FIGURE 9 – Représentation schématique de l’algorithme de PB originel

Les étapes suivies par l'algorithme sont également décrites ci-dessous.

Calcul des produits financiers à distribuer

Les produits financiers totaux sont constitués des coupons, des amortissements de décotes diminués des amortissements de surcotes et des plus ou moins-values réalisées avant l'algorithme de PB. La part des produits financiers attribuables aux assurés est obtenue par application aux produits financiers totaux de la quote-part des provisions techniques dans le passif total. Les produits financiers à distribuer correspondent à cette quote-part des produits financiers totaux diminuée d'une marge de 15% et du montant des chargements sur encours totaux :

$$\mathbf{Pfis\ à\ distribuer}(t) = 85\% \times Pfis(t) \times Coefficient(t) - Chargements(t) \quad (12)$$

où, la quote-part des produits financiers totaux attribuables aux assurés est calculée ainsi :

$$\mathbf{Coefficient}(t) = \frac{PM(t) + PPE(t)}{PM(t) + PPE(t) + Fonds\ Propres(t)} \quad (13)$$

La part non distribuée, correspondant à la quantité suivante :

$$\mathbf{Pfis\ non\ distribués}(t) = Produits\ financiers(t) \times (1 - 85\% \times Coefficient(t)) \quad (14)$$

pourra être reprise en cas de besoin afin de financer par exemple les TMG ou la cible de revalorisation minimale (voir la partie soutien des actionnaires dans la figure 9).

Financement des TMG

Dans le cas où le montant des produits financiers à distribuer est inférieur au montant des TMG, des réalisations de plus-values latentes sont réalisées afin de combler le déficit et ainsi atteindre les montants garantis. En cas d'insuffisance des plus-values latentes, une perte est constatée afin de les verser et le financement des TMG est assuré par la marge financière disponible et en dernier recours par les fonds propres. A la fin de cette étape, les montants garantis sont atteints mais pas forcément le montant cible.

Calcul du montant de revalorisation totale cible

A noter que le taux de PB à distribuer correspond au taux de revalorisation à servir aux assurés en complément des TMG (au-delà des TMG).

Calcul des taux de PB max et taux de PB min Le calcul des bornes maximale et minimale s'effectue à l'aide hypothèses des bornes additives et multiplicatives de taux cible max et min, de la courbe de taux de 10 ans.

$$\mathbf{Taux\ de\ PB\ max}(t) = fact_{add_max} + fact_{mult_max} \times TME_{10}(t) \quad (15)$$

$$\mathbf{Taux\ de\ PB\ min}(t) = fact_{add_min} + fact_{mult_min} \times TME_{10}(t) \quad (16)$$

Limites identifiées de la fonction de taux cible Cette partie a été en partie l'objet des critiques formulées par l'ACPR pour plusieurs raisons liées à la calibration des paramètres :

- le paramétrage du modèle initial affichait des $fact_{mult_min}$ et $fact_{add_min}$ valant 0, ce qui faisait que le montant de revalorisation cible minimal était toujours nul.
- D'autre part, le facteur $fact_{mult_max}$ était fixé à 1.1 et le $fact_{add_max}$ était constant et égal à 0.

D'autre part, la formule se base sur un taux de marché qui est le TME à 10 ans sans aucun lien avec la gestion du portefeuille par l'assureur.

En effet, les TME ayant des niveaux bas en moyenne, le taux cible est souvent faible (en particulier en début de projection), ce qui fait qu'il y a une absence de PB discrétionnaire. De plus, les taux de PB max et min sont complètement décorrelés des niveaux de richesse de l'assureur, tandis que dans sa gestion celui-ci utilise bien ses niveaux de richesse afin de définir le montant de PB.

Ainsi, ces formules ont toutes deux été modifiées à la fois sur le fond et sur la forme afin d'être dynamiques et basées sur la réalité du portefeuille de l'assureur (notamment mieux tenir compte de la richesse latente de l'assureur et des conditions de marché évolutives dans les scénarios économiques).

Le calcul du taux de PB cible est basé sur les deux taux de PB calculés ci-dessus et le produit financier à distribuer de l'étape 1.

$$\text{Montant de PB cible max}(t) = \text{Taux de PB max}(t) \times PM(t) \quad (17)$$

$$\text{Montant de PB cible min}(t) = \text{Taux de PB min}(t) \times PM(t) \quad (18)$$

Le montant de revalorisation total cible est égal à :

$$\text{Montant cible}(t) = \text{Montant TMG}(t) + \text{Montant de PB cible max}(t) \quad (19)$$

si les produits financiers sont supérieurs au montant de PB cible maximal (Montant de PB cible max décrit au-dessus).

Sinon :

$$\text{Montant cible}(t) = \text{Montant TMG}(t) + \text{Montant de PB cible min}(t) \quad (20)$$

L'étape suivante explicite le financement de la revalorisation au montant cible.

Financement du montant de revalorisation total cible

Si les produits financiers sont supérieurs au montant cible max (cas 1) :

- le modèle procède à la réalisation de moins-values latentes
- puis à des dotations de PPE si besoin pour converger vers le taux cible

Si les produits financiers sont inférieurs au montant cible

- Si le montant cible est le montant max (cas 3)
 - le modèle procède à la réalisation de plus-values latentes, puis
 - à des reprises de PPE si besoin, puis
- Si le montant cible est le montant min (cas 2)
 - le modèle procède à la réalisation de plus-values latentes, puis
 - à des reprises de PPE si besoin, puis en cas d'insuffisance
 - le montant cible est abattu du facteur d'ajustement suivant :

$$\text{Facteur d'ajustement}(t) = \frac{\text{Pfis distribuables} - \text{TMG}}{\text{Montant de PB cible min} - \text{TMG}} \quad (21)$$

- reprise des produits financiers (la part des produits financiers non distribués) de l'étape 1 (il n'y a pas de prélèvements dans les fonds propres en cas d'insuffisance de la part de produits financiers non distribués afin de combler le déficit résiduel).

Ventilation par MP du montant total à servir

Selon les cas de figure rencontrés plus haut dans l'algorithme, le montant à distribuer peut être supérieur, proche ou inférieur au montant cible. Ce montant est converti en taux à servir aux assurés. C'est le taux servi moyen de l'ensemble du portefeuille de l'assureur.

Si le montant des produits financiers à distribuer en 1 était inférieur au montant des TMG, le taux à servir est le TMG pour tous les Model Points. Sinon, model point par model point, le taux à servir est égal :

- au TMG si celui-ci est supérieur au taux à servir (moyen). Autrement dit, il n'y a pas de PB discrétionnaire pour ces générations (pas de revalorisation).
- au taux qui permet à la moyenne pondérée sur l'ensemble des contrats (entre ceux qui ont un TMG supérieur au taux moyen à servir et les autres) d'être égal au taux servi moyen.

Ce taux correspond au reliquat au-delà du TMG pour les Model points dont le TMG est inférieur au taux cible. La revalorisation correspond à la différence entre ce taux et le TMG. Le taux servi sur ces contrats se déduit du montant de produits financiers non utilisés pour financer le TMG des anciennes générations (avec un TMG supérieur à la cible) rapporté aux encours correspondants.

Gestion de la PPE

La gestion de la PPE est régie par plusieurs contraintes pesant sur la participation aux bénéfécies :

- contrainte réglementaire dite de "PB minimale" définie par l'article A132-11 du code des Assurances (voir [7])
- contrainte commerciale afin de rester compétitif et ne pas offrir de taux trop en-deça de ce qui est proposé par les autres compagnies d'assurance (matérialisée par le taux de marché ou le taux du concurrent).
- contrainte interne afin de ne pas diluer trop fortement la richesse des fonds gérés par la compagnie (conservation d'une richesse future)

La contrainte réglementaire se matérialise par la phrase suivante :

Les entreprises d'assurance sur la vie ou de capitalisation doivent faire participer les assurés aux bénéfécies techniques et financiers qu'elles réalisent (voir [8]).

Roulement de 8 ans La dotation effectuée 8 ans auparavant est reprise sans que cela ait un impact sur le taux servi à l'étape précédente.

Limite identifiée sur le roulement de PPE La méthode de roulement de PPE n'est pas conforme à la réalité. En effet, la gestion optimise l'utilisation de la PPE en lissant les dotations et reprises. Néanmoins, cela n'est pas reflété dans le modèle, car celui-ci ne permet pas de lissage de la dotation/reprise. Ainsi, il a été décidé dans le nouvel algorithme (présenté dans la partie III) d'appliquer un mécanisme de roulement plus optimal, réduisant ainsi les reprises à 8 ans.

Respect de la contrainte de participation minimale aux bénéfécies Le montant de PB minimum réglementaire correspond à la somme de :

- 85% des produits financiers revenant aux assurés
- 90% du résultat technique si celui-ci est positif ou bien 100% s'il s'agit d'un résultat technique négatif.

Résultat financier Afin de déterminer ce montant, le calcul s'appuie sur le montant de produits financiers à distribuer. Pour rappel, le montant de produits financiers à distribuer se calcul comme suit :

$$\mathbf{Pfis\ à\ distribuer}(t) = \text{Taux_pfis}(t) \times \text{Pfis revenant aux assurés}(t) - \text{Chgt sur encours}(t) \quad (22)$$

Afin d'avoir le montant de produits financiers minimum à verser (et respecter la contrainte réglementaire), le modèle retraite ce montant du taux de produits financiers à distribuer :

$$\mathbf{Pfis\ min\ à\ distribuer}(t) = 85\% \times \frac{\text{Pfis à distribuer} + \text{Chargements sur encours}(t)}{\text{Taux de pfis}(t)} - \text{Chargements sur encours}(t) + \text{PVR pour PB} - \text{MVR pour PB} \quad (23)$$

avec *PVR* (respectivement *MVR*) représentant les plus-values réalisées (respectivement moins-values réalisées) pour financer la participation aux bénéfécies.

Résultat technique : Le résultat technique à distribuer est constitué de deux éléments :

- Le résultat technique à proprement parler
- Le résultat de gestion (ou résultat administratif)

Le résultat technique correspond au gain « technique » généré par le contrat. C'est-à-dire le gain ou la perte de mortalité :

$$\mathbf{Résultat\ technique}(t) = \text{Ecart PM}(t) + \text{IT} + \text{PB} - \text{Rachats}(t) - \text{Décès}(t) - \text{Rentes versées}(t) \quad (24)$$

où « Ecart PM(t) » correspond à la différence entre les PM d'ouverture des PM de clôture, « IT » représente les intérêts techniques, « PB » la participation aux bénéfécies.

Le résultat de gestion (ou administratif) correspond quant à lui à la différence entre les chargements prélevés et les frais payés.

Au final, le montant de PB min réglementaire peut se représenter par l'équation synthétique suivante :

$$\mathbf{PB\ min(t)} = \text{Pfis min à distribuer(t)} + \max(0; 90\% \times \text{Résultat technique(t)}) + \min(0; \text{Résultat technique(t)}) \quad (25)$$

Dotation de PPE liée à la PB min réglementaire La différence entre le montant de PB minimum réglementaire et les produits financiers distribués est dotée en PPE lorsqu'elle est positive (si les montants distribués sont inférieurs au minimum réglementaire) :

$$\mathbf{Dotation\ de\ PPE\ pour\ PB\ min(t)} = \max(0; \text{PB Min réglementaire(t)} - \text{Montants nets distribués(t)}) \quad (26)$$

où Montants nets distribués correspond aux montants distribués et ventilés par model points.

Par suite, cette dotation est ajoutée au montant de PPE de fin d'année :

$$\mathbf{PPE\ clôture(t)} = \text{PPE ouverture(t)} + \text{Dotations PPE(t)} - \text{Reprises PPE(t)} + \text{Dotations PPE pour PB min} \quad (27)$$

Respect du plafonnement de la PPE Une limite de PPE est implémentée afin d'éviter que la PPE n'augmente trop au cours de la projection dans certains scénarios. Cette limite est en pourcentage des PM et est paramétrable en entrée du modèle. Ainsi, lorsque le montant de PPE dépasse cette limite, une reprise est effectuée afin de limiter le montant de PPE à ce niveau. Cette reprise de PPE est versée à l'ensemble des assurés sous forme de PB additionnelle qui vient augmenter le taux servi aux assurés.

Le montant de PPE maximale est déterminé comme un pourcentage, paramétrable, des provisions mathématiques de chaque model point :

$$\mathbf{PPE\ max(t)} = \text{Taux PPE max} \times \text{PM(t)} \quad (28)$$

Une reprise de PPE peut être appliquée en cas de dépassement de la limite. En effet, une fois le montant de PPE maximum récupéré, ce dernier est comparé au montant de PPE après algorithme de reprise et dotation de PPE. Si celui-ci est supérieur au montant maximum, la différence est reprise :

$$\mathbf{Reprise\ pour\ PPE\ max(t)} = \max(0; \text{PPE ouv} - \text{Reprise PPE} + \text{Dotation PPE}) - \text{PPE max}) \quad (29)$$

Cette reprise de PPE engendre le versement d'une participation aux bénéfices supplémentaire pour l'ensemble des assurés duquel est déduit un taux de PB à servir.

Ce taux est ensuite appliqué directement sur chaque model point pour déduire le taux de participation aux bénéfices au-delà de son taux technique.

Dans la section suivante, l'implémentation de la stratégie de PB est détaillée et revue afin de répondre aux limites identifiées dans la stratégie de PB originelle.

5 Changement de l'implémentation dans le modèle ALM

5.1 Stratégie de détermination de la participation aux bénéfices

Après avoir audité le modèle initial ainsi que d'avoir énoncé les limites de la modélisation de la stratégie de PB actuelle, il a été décidé d'implémenter un nouvel algorithme de PB plus sophistiqué et plus conforme à la réalité de la gestion de l'assureur.

Cette implémentation a entraîné plusieurs modifications dans le code, aussi bien au niveau des sous-modèles de passifs, que des sous-modèles servant à organiser les interactions actif-passif (modules de code servant à déterminer le taux à créditer aux provisions mathématiques, stratégie de financement de celui-ci etc.).

Revue de la formule du taux cible

Le taux cible est au coeur de l'algorithme de PB et doit être explicité. Il s'agit du taux qui va être déterminé par l'algorithme et servir d'étalon afin de revaloriser les provisions mathématiques. La détermination du taux cible, afin d'être le plus conforme à la réalité, tient compte de plusieurs éléments :

- Des conditions de marché : niveau des taux dans le scénario économique et niveaux de richesses de l'assureur
- Du taux servi au pas de temps précédent afin de prendre en compte un effet mémoire. Cela représente le fait que l'assuré garde en mémoire le taux qui lui a été servi et s'attend à ce que le prochain ne soit pas trop différent.

Les conditions de marché ne doivent pas être uniquement représentées par un taux extrait du scénario économique (comme c'est le cas dans le modèle initial), mais également du niveau de richesse de l'assureur.

Ainsi, ce niveau de richesse apparaît à deux niveaux :

- PPE : en effet, le niveau de PPE indique à quel point l'assureur peut puiser dans les stocks constitués dans le passé
- PVL sur les actifs R.343-10 (actifs dits pilotables ou non-amortissables) : ce niveau indique à quel point l'assureur peut réaliser des plus-values afin de financer sa politique de taux à servir

Concernant les PVL, seules celles associées aux actifs non-amortissables sont utilisables. En effet, les ventes relatives à ces actifs vont venir alimenter les produits financiers ou la PPE, tandis que les ventes relatives aux actifs R.343-9 ne peuvent qu'alimenter in fine la réserve de capitalisation.

Ainsi, la détermination du taux cible suit trois étapes qui seront décrites par la suite :

- Détermination des différents seuils et paramètres de l'algorithme
- Calcul du taux de marché, en fonction des conditions de marché, du taux servi N-1 et du niveau de richesses latentes (PMVL des actifs R.343-10)
- Déroulé de l'algorithme de détermination du taux cible

Détermination des différents seuils et paramètres de l'algorithme

L'algorithme est composé de plusieurs seuils et paramètres importants à définir qui sont entourés dans la figure ci-dessous.

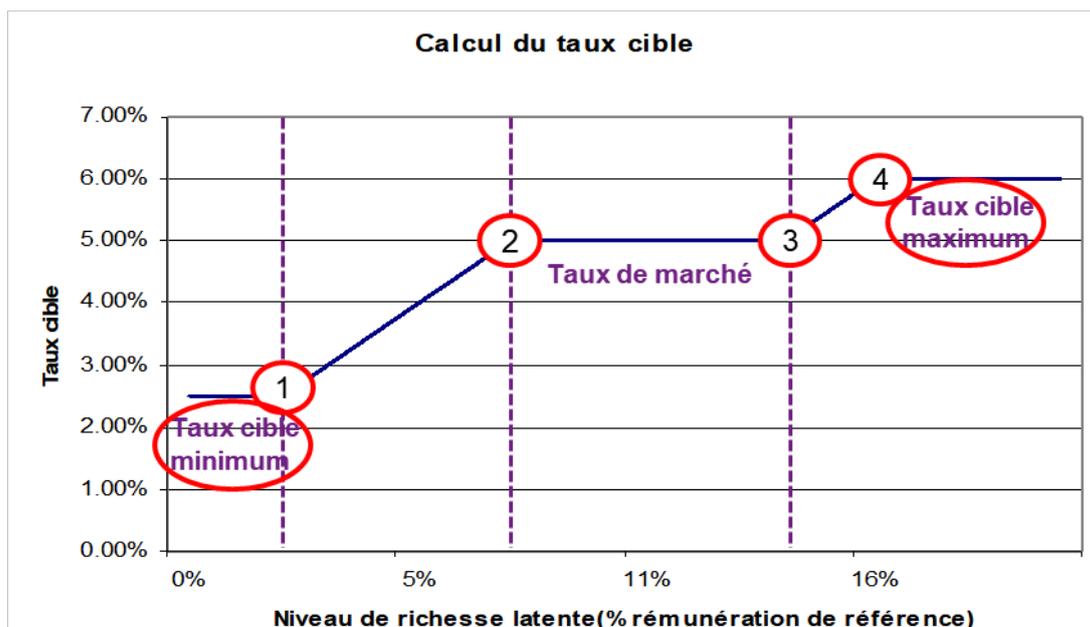


FIGURE 10 – Fonction de taux cible en fonction du niveau de richesse

Comme on peut le voir sur le graphique ci-dessus, il y a deux bornes minimale et maximale à définir (respectivement parties entourées 1 et 4). Ci-dessous le paramètre Fact_PB_min permettant le calcul du taux cible minimum comme suit :

$$\text{Taux_cible_min} = \max(\text{TMG}; \text{Fact_PB_min} \times \min(\text{Taux_pfis_avant_PB}; \text{Taux_cible_base})) \quad (30)$$

Ce facteur correspond à la part des produits financiers (ou du montant cible de base, si celui-ci est inférieur aux produits financiers) à utiliser pour définir le taux cible min. Dans le paramétrage actuel du modèle, ce facteur est défini à 80%.

Le taux cible minimal a pour plancher le TMG.

Le taux cible maximal est défini de la façon suivante :

$$\text{Taux_cible_max} = \text{Fact_PB_max} \times \max(\text{Taux_pfis_avant_PB}; \text{Taux_cible_base}) \quad (31)$$

Ce facteur correspond à la part des produits financiers (ou du montant cible de base, si celui-ci est supérieur aux produits financiers) à utiliser pour définir le taux cible max. Dans le paramétrage actuel, ce facteur est défini à 120%.

Le taux cible max n'a ainsi pas de plafond. C'est-à-dire que, théoriquement, si les produits financiers sont très élevés, le taux cible max peut également être très élevé.

Définissons à présent les niveaux de richesse, niveau de richesse minimum et maximum :

$$\text{Niveau_richesse} = \text{Total_PPE} + \text{Total_PMVL_R.343-10} \quad (32)$$

$$\text{Niveau_richesse_min} = \text{PPE_min} + \text{PMVL_min} \quad (33)$$

où

Le niveau de richesse minimal est ainsi paramétrable par l'utilisateur et proportionnel aux provisions mathématiques.

Le niveau de richesse maximale, quant à lui, est explicité par la formule suivante :

$$\text{Niveau_richesse_max} = \max(\text{Niveau_richesse_min}; \text{Fact_Hausse_PB} \times \text{Taux_cible_base} + \text{Taux_cible_max} - \text{Taux_pfis_avant_PB}) \quad (34)$$

Le Fact_Hausse_PB correspond à la part du taux cible de base à ajouter au surplus entre le taux cible max et le taux de produits financiers. Cette somme définit le niveau de richesse max. A noter que celle-ci a un plancher qui vaut le niveau de richesse minimale. Dans le paramétrage actuel de l'algorithme, le Fact_Hausse_PB est fixé à 190%.

Les budgets de richesses latentes utilisables pour le financement du taux servi sont ensuite calculés en fonction des Fact_Hausse_PB, Fact_Baisse_PB et Seuil_Baisse_PB.

Le seuil à partir duquel le niveau de PB diminue (indiqué par le 2 dans la figure 10 ci-dessus) est défini de la manière suivante :

$$\text{Seuil_Baisse_PB} = \max(\text{Niveau_richesse_min}; \text{Fact_Baisse_PB} \times \text{Taux_cible_base} + \text{Taux_cible_max} - \text{Taux_pfis_avant_PB}) \quad (35)$$

Le paramètre Fact_Baisse_PB correspond à la part du taux cible de base à ajouter au taux requis pour définir le seuil de baisse de la PB. Ce facteur est fixé à 120%.

Quant au seuil à partir duquel le niveau de PB augmente (indiqué par le 3 dans la figure 10 ci-dessus), il est défini de la manière suivante :

$$\text{Seuil_Hausse_PB} = \max(\text{Seuil_Baisse_PB}; \text{Fact_Hausse_PB} \times \text{Taux_cible_base} + \text{Taux_cible_max} - \text{Taux_pfis_avant_PB}) \quad (36)$$

Le facteur Fact_Hausse_PB correspond à la part du taux cible de base à ajouter au taux requis pour définir le seuil de hausse de la PB. Ce facteur est fixé à 190%.

Les grandeurs niveau_richesse_min, niveau_richesse_max, Seuil_Hausse_PB et Seuil_Baisse_PB vont définir différentes conditions et ainsi permettre de moduler le calcul du taux cible en fonction du niveau de richesse.

Calcul du taux de marché

Le taux de PB cible est défini en fonction :

- D'un taux de marché, lui-même défini en fonction des conditions de marché, du taux servi au pas de temps précédent (effet mémoire)
- Du niveau de richesse latente : PMVL des actifs non amortissables et PPE

L'objectif ici est de lisser la distribution de PB d'une année sur l'autre afin d'éviter les sauts tout en tenant compte de l'environnement financier.

$$\text{Taux_marché}(t) = a \times \text{Taux_PB}(t-1) + b \times \text{Taux_économique}(t) \quad (37)$$

où

- Taux_PB(t-1) est le taux net de participation aux bénéfices constaté au pas de temps précédent
- Taux_économique(t) est le taux économique basé sur la moyenne du taux 10 ans (à noter que la maturité du taux peut-être définie différemment).

Quant aux facteurs a et b ils correspondent à des poids à paramétrer (on peut d'ailleurs supposer que b vaut (1 - a)) afin que la somme de b et a vaille 1.

Il convient maintenant de définir le taux cible de base :

$$\text{Taux_cible_base}(t) = \max(\text{Taux_marché}(t); \text{TMG}(t)) \quad (38)$$

En fonction du niveau de richesse latente (PPE et PMVL) du fonds, la modélisation pourra ajuster le taux de marché calculé précédemment pour obtenir le taux de rémunération cible à atteindre (voir ci-dessous la figure 11).

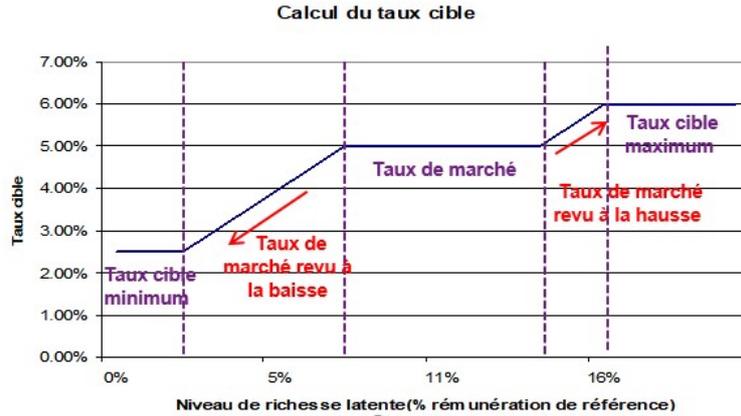


FIGURE 11 – Evolution du taux cible en fonction du niveau de richesse latente

La fonction de détermination du taux cible a un plancher (taux cible minimum), un niveau central (taux de marché) et un plafond mais qui peut être très élevé (taux cible maximum). A ce sujet, elle a la forme d'une fonction classique de rachats conjoncturels (ou dynamiques).

Le taux cible va ainsi être modulé selon la richesse latente définie précédemment, et faire ainsi varier le taux de marché. Cette modélisation a donc le mérite de réagir dynamiquement à la richesse d'un assureur en fonction d'un taux de marché calibré sur des données historiques.

L'algorithme de détermination du taux cible est décrit dans la sous-partie suivante.

Déroulé de l'algorithme de détermination du taux de PB cible

L'algorithme de décision dépend du niveau de richesse utilisable du fonds (dans le cas présent de l'actif général).

Les deux bornes min et max se définissent de la façon suivante :

$$\text{Taux_PB_cible} = \text{Taux_cible_min} \quad (39)$$

lorsque le Niveau_richesse est inférieur ou égal au Niveau_richesse_min.

D'autre part,

$$\text{Taux_PB_cible} = \text{Taux_cible_max} \quad (40)$$

dès lors que le Niveau_richesse est supérieur ou égal au Niveau_richesse_max.

Lorsque le niveau de richesse est très faible (inférieur au niveau de richesse minimal), l'assureur ne peut pas s'appuyer sur ses richesses latentes. Ainsi, l'algorithme définit un taux cible égal au taux cible minimal.

A contrario, lorsque le niveau de richesse est très important (supérieur au niveau de richesse maximal), le taux cible sera égal (et donc capé) au taux cible maximal.

Les deux autres cas qui donnent à sa fonction son allure en fonction croissante par morceaux (en fonction de la richesse) sont les suivantes :

$$\text{Taux_PB_cible} = \text{Taux_cible_min} + (\text{Taux_cible_base} - \text{Taux_cible_min}) \times \text{coeff} \quad (41)$$

si $\text{Niveau_richesse_min} < \text{Niveau_richesse} \leq \text{Seuil_Baisse_PB}$.

Le facteur de pente coeff est défini de la façon suivante :

$$\text{coeff} = \frac{\text{Niveau_richesse} - \text{Niveau_richesse_min}}{\text{Seuil_Baisse_PB} - \text{Niveau_richesse_min}} \quad (42)$$

Lorsque le niveau de richesse est faible mais supérieur au niveau de richesse minimal, l'algorithme va définir un taux cible correspondant au taux cible minimum augmenté d'un montant fonction notamment du surplus de richesse par rapport au niveau de richesse minimal. Ainsi, si la richesse de l'assureur est supérieure au niveau de richesse minimal, le taux cible sera supérieur au taux cible minimal.

$$\text{Taux_PB_cible} = \text{Taux_cible_max} - (\text{Taux_cible_max} - \text{Taux_cible_base}) \times \text{coeff} \quad (43)$$

si $\text{Seuil_Hausse_PB} < \text{Niveau_richesse} \leq \text{Niveau_richesse_max}$.

Le facteur de pente coeff de l'équation ci-dessus est défini de la façon suivante :

$$\text{coeff} = \frac{\text{Niveau_richesse_max} - \text{Niveau_richesse}}{\text{Niveau_richesse_max} - \text{Seuil_Hausse_PB}} \quad (44)$$

Lorsque le niveau de richesse est important (supérieur au seuil d'augmentation de la PB mais inférieur au niveau de richesse maximal), le taux cible est inférieur au taux cible maximal. Le point de départ est le taux cible maximal, diminué d'un montant fonction du delta entre la richesse maximale et le niveau de richesse de l'assureur.

Dernier cas possible :

$$\text{Taux_PB_cible} = \text{Taux_de_marché} \quad (45)$$

si $\text{Seuil_Baisse_PB} < \text{Niveau_richesse} \leq \text{Seuil_Hausse_PB}$.

Le niveau de richesse est ici intermédiaire. Ainsi, le taux cible sera simplement égal au taux de marché, sans être modulé en fonction du niveau de richesse de l'assureur.

5.2 Implémentation d'un vecteur de suivi des dotations/reprises de PPE et rafraîchissement de la PPE

Afin de mieux représenter le pilotage de la PPE par l'assureur, il a été décidé d'implémenter une gestion de la PPE par génération de dotation. Ceci permet en effet de mieux tenir compte du phénomène de reprise obligatoire à 8 ans. En effet, les assureurs doivent servir aux assurés la PB sur 8 ans maximum pour des raisons réglementaires.

Ainsi, afin d'éviter de se retrouver à avoir des grosses reprises à effectuer à la huitième année suivant la dotation, certains assureurs optimisent leur pilotage en :

- Suivant par génération de dotation le montant de PB ayant été doté en PPE
- Effectuer ce qui s'appelle un rafraîchissement de PPE, i.e doter immédiatement la totalité du montant cible en PPE et reprendre ce qui a été doté en année n

Les assureurs/mutualistes qui commercialisent des produits en assurance-vie/capitalisation/retraite voire prévoyance, ont l'obligation si leur contrat le spécifie dans ses conditions générales de souscription, de faire participer les assurés financièrement aux résultats de l'entreprise.

Ainsi, la PPE va être impactée de différentes manières comme évoqué dans la sous-sous-section 4.1 :

- Respect de la condition de PB min
- Respect des conditions générales du contrat
- Respect de la condition de reprise maximale à N+8 ans d'une dotation en PPE effectuée en année N

8 fonctions de PPE ont été implémentées dans le modèle ALM.

Chaque fonction correspond à une année de dotation, afin de pouvoir suivre dans le temps l'évolution de chaque génération de PPE.

Ces 8 fonctions vont ensuite, par un mécanisme de transmission, impacter la fonction de reprise de PPE en année 8 (celle-ci devant être obligatoirement reprise pour des raisons réglementaires).

Ci-dessous, un exemple simplifié de la règle de FIFO¹⁹ :

19. *First In First Out*

Année de dotation	Flux dotés en PPE
N-8	20
N-7	25
N-6	30
N-5	35
N-4	40
N-3	45
N-2	50
N-1	55
N	0

Reprise des montants stockés en PPE en premier lieu

FIGURE 12 – Règles de FIFO

Ainsi, voici l'impact sur un historique de PPE :

Année	Historique de PPE	Dotation Année N	Reprise Année N	Flux de PPE restants	Cumul des reprises Année N
N-8	20	0	20	0	20
N-7	25	0	10	15	30
N-6	30	0	0	30	30
N-5	35	0	0	35	30
N-4	40	0	0	40	30
N-3	45	0	0	45	30
N-2	50	0	0	50	30
N-1	55	0	0	55	30
N	0	0	0	0	30

TABLE 2 – Nouvelle règle de gestion de la PPE

Lors de reprises sur la PPE, on cherche à liquider les PB dotées en premier lieu, afin d'écartier d'importantes reprises liées à la règle des 8 ans.

Afin de mieux comprendre ce mécanisme, prenons un exemple numérique simple illustrant les 3 cas possibles :

- Cas 1 : la dotation en PPE est exactement égale au montant de reprise liée à la règle des 8 ans
- Cas 2 : la dotation en PPE est supérieure à la reprise liée à la règle des 8 ans
- Cas 3 : la dotation en PPE est inférieure à la reprise liée à la règle des 8 ans

Génération	Vecteur de PPE
Année N-8	100
Année N-7	80
Année N-6	70
Année N-5	50
Année N-4	60
Année N-3	40
Année N-2	30
Année N-1	20
Année N	10

TABLE 3 – Illustration de vecteur PPE

Supposons que l'assureur veuille optimiser le roulement de sa PPE. Il a alors la possibilité de rafraîchir le vecteur de PPE en dotant simultanément 100 afin de reconstituer une génération à reprendre dans 8 ans (Année N-8 dans l'exemple ci-dessus) et en reprenant les 100 qui ont été dotés à ce moment et qui doivent de toute façon être repris cette année afin de respecter la condition des 8 ans.

Ainsi, après dotation/reprise, voici le nouveau vecteur de suivi de la PPE :

Génération	Vecteur de PPE
Année N-8	0
Année N-7	80
Année N-6	70
Année N-5	50
Année N-4	60
Année N-3	40
Année N-2	30
Année N-1	20
Année N	110

TABLE 4 – Illustration de vecteur PPE post rafraîchissement

Dans cet exemple, la dotation coïncide parfaitement avec la reprise à 8 ans mais on peut également imaginer une situation telle que la dotation excède la reprise à 8 ans ou alors que la reprise excède la dotation.

Ci-dessous un cas où la dotation (110) est supérieure à la reprise à 8 ans.

Génération	Vecteur de PPE
Année N-8	0
Année N-7	70
Année N-6	70
Année N-5	50
Année N-4	60
Année N-3	40
Année N-2	30
Année N-1	20
Année N	120

TABLE 5 – Illustration de vecteur PPE post rafraîchissement où la dotation est supérieure à la reprise liée à la règle des 8 ans

La dotation valant 110, et la reprise à 8 ans obligatoire étant de 100, l'assureur reprend la totalité de la PPE à libérer, ainsi que 10 de l'année qui suit dans la génération de reprise (faisant passer celle-ci de 80 à 70) et se voit doter l'entièreté des 100 en génération d'année N. En année N, on se retrouve donc avec une valeur de $110 + 10$ qui valent 120.

Ci-dessous un cas où la dotation (90) est inférieure à la reprise liée à la règle des 8 ans.

Génération	Vecteur de PPE
Année N-8	10
Année N-7	80
Année N-6	70
Année N-5	50
Année N-4	60
Année N-3	40
Année N-2	30
Année N-1	20
Année N	100

TABLE 6 – Illustration de vecteur PPE post rafraîchissement où la dotation est inférieure à la reprise liée à la règle des 8 ans

La dotation valant 90 et la reprise obligatoire étant de 100, l'assureur ne reprend que 90. En revanche, il doit bien reprendre également les 10 et les verser obligatoirement aux assurés en participation aux bénéficiaires afin de respecter la règle des 8 ans.

Conclusion Ce mécanisme de gestion de la PPE consiste en un roulement de la PPE permettant de décaler dans le temps la contrainte des 8 ans et d'atténuer les effets des reprises.

Cette méthodologie suppose la dotation chaque année de l'intégralité du montant de PB au-delà du TMG en PPE en année N et la reprise du montant équivalent (en piochant dans le stock de PPE le plus vieux en priorité afin de limiter les reprises à 8 ans).

Nous verrons dans la dernière partie de ce mémoire, relative aux sensibilités réalisées et aux impacts sur les principales métriques de solvabilité et rentabilité, que cette implémentation a des impacts bénéfiques sur le ratio de solvabilité de l'assureur.

Autres modifications

L'implémentation du plafond (*cap*) sur la PPE a été légèrement modifiée afin de tenir compte de la nouvelle implémentation (notamment le roulement de PPE). Il s'agit en effet d'une *management action* assez courante en assurance qui permet d'éviter que la PPE n'augmente trop au cours de la projection.

Voici un aperçu de la nouvelle implémentation.

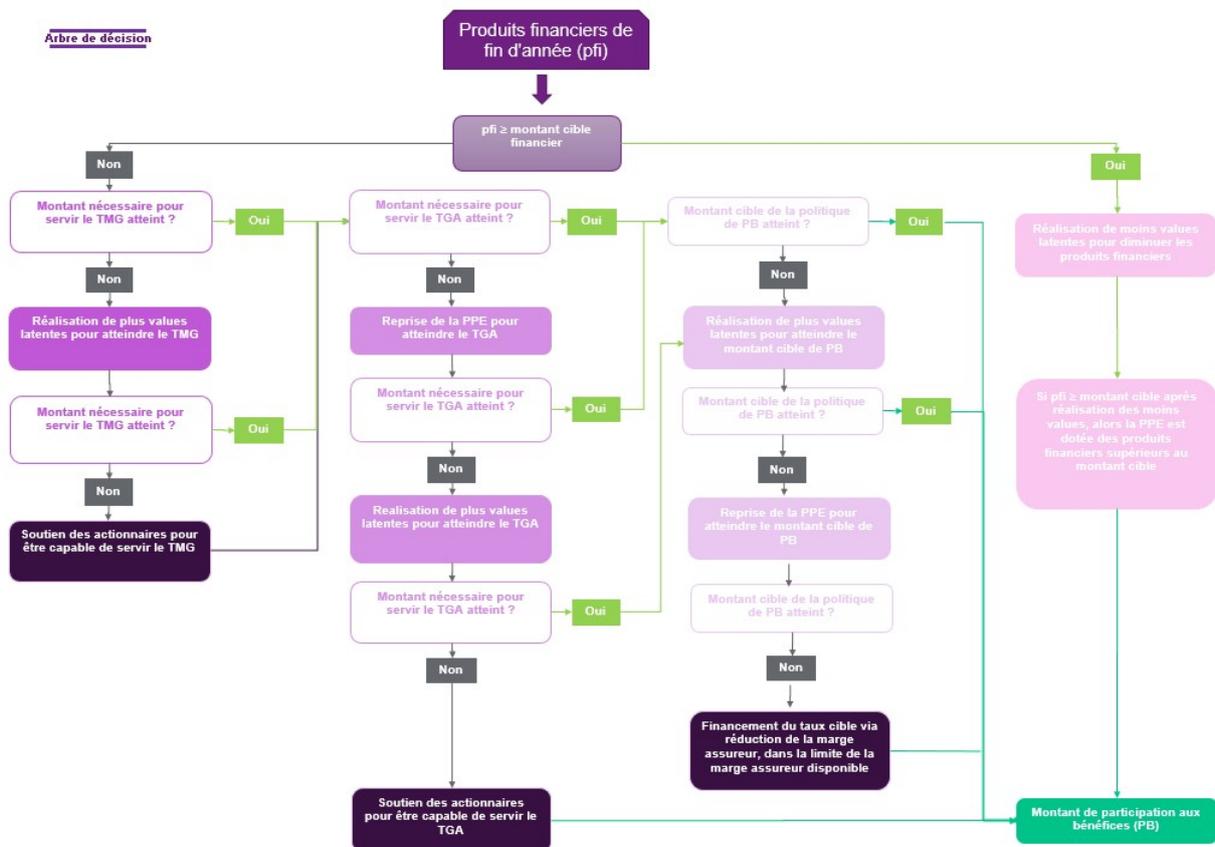


FIGURE 13 – Arbre de décision du nouvel algorithme de PB

Nous verrons en détail dans la partie suivante l'impact de chacune des implémentations sur le BEL, SCR ainsi que le ratio de solvabilité de l'assureur.

Troisième partie

Etude de la nouvelle implémentation

Cette troisième partie a pour objectif de passer en revue les impacts de la nouvelle modélisation de l'algorithme de PB. L'estimation de ces impacts est effectuée à travers un certain nombre de métriques S2 et des provisions clés pour l'établissement du compte de résultat en norme française (IFRS 4). Des sensibilités aux paramètres sont ensuite réalisées afin de calibrer au mieux l'algorithme et les autres composantes du modèle.

Rappelons tout d'abord le contexte de l'étude et le portefeuille.

6 Contexte de l'étude

L'étude menée pour constituer ce mémoire a été réalisée en utilisant des données d'une compagnie d'assurance qui ont dû être transformées afin de les rendre anonymes. La date de valorisation choisie est celle du 31/12/2020 (Q4 2020).

Le portefeuille va être décrit à la fois au passif et à l'actif. Nous décrirons ensuite les modifications réalisées afin de modéliser le nouvel algorithme de PB.

6.1 Actifs

Obligations

Le modèle ALM utilisé pour cette étude ne distingue pas les obligations d'états des obligations d'entreprises. Elles sont ainsi modélisées de la même façon.

Les informations principales concernant les obligations sont données dans le tableau ci-dessous. Afin de donner des statistiques intéressantes, une vision par type d'obligations est affichée.

Il y a 2 types d'obligations au sein du portefeuille :

- Obligations zéro coupon (qui ne versent pas de coupons, voir le coupon nul ci-dessous) et remboursent uniquement le nominal à échéance
- Obligations dites à taux fixe : obligations classiques qui vont verser un montant calculé comme le produit entre le nominal et le taux de coupon

Type d'obligations	Part dans le portefeuille	Duration moyenne	Maturité (nombre d'années)	Nominal moyen	Taux de coupon moyen	VNC moyenne	VM moyenne
Obligations zéro-coupon	59.5%	10.032	9.61	12,523,833	0.00%	6,915,144	12,035,788
Obligations à taux fixe	30.2%	3.945	4.65	3,947,405	1.30%	3,614,911	5,976,734
Obligations à taux variable	6.0%	0.259	0.29	236,055	0.26%	235,646	260,988
Obligations perpétuelles	4.4%	0.354	0.29	151,353	0.17%	149,370	164,145

TABLE 7 – Tableau récapitulatif des actifs composant le portefeuille obligataire

Le portefeuille a une duration de 14,6 ans et une maturité résiduelle de 14,8 ans. Le taux de coupon moyen est de 1,73% tandis que les VNC totales et VM totales sont respectivement de 1,057Mds€ et 1,669Mds€. Le portefeuille obligataire est donc en position de plus-values latentes.

Type d'obligations	Duration moyenne	Maturité moyenne	Nominal moyen	Taux de coupon moyen	VNC totale	VM totale
Portefeuille obligataire	14.6	14.8	16,858,647	1.73%	1,057,058,439	1,669,485,098

TABLE 8 – Résumé obligations en portefeuille

Actifs risqués

En ce qui concerne les actifs risqués (actions, immobilier etc.), un tableau ci-dessous récapitule les informations importantes concernant chaque type d'actifs recensés.

Types d'actifs	Part dans le portefeuille	VNC	VM
ACTION (dont OPCVM)	29.2%	204,868,661	279,216,120
IMMOBILIER (dont OPCI et OPCVM Immobilier)	13.5%	119,331,647	128,619,979
INFRASTRUCTURE	5.5%	50,316,815	52,318,545
OPCVM autres	31.9%	216,414,304	304,671,494
OPCVM Obligataires	18.8%	148,897,225	179,763,027
OPCVM Diversifié	1.1%	17,199,444	10,854,010

TABLE 9 – Tableau récapitulant les actifs risqués par catégorie dans le portefeuille

L'essentiel des investissements du portefeuille est effectué en OPCVM.^{20 21}

Les OPCVM peuvent être de plusieurs types :

- Monétaire
- Actions
- ETF
- Obligataires
- Infrastructure
- Diversifié
- Immobilier

Il existe une autre vue moins granulaire qui permet de scinder le portefeuille en trois types d'actifs risqués :

- Indices pour *index*
- Immobilier pour *property*
- OPCVM

Types d'actifs	Part dans le portefeuille	VNC	VM
index	4.68%	37,207,227	44,687,459
property	13.34%	118,254,374	127,497,420
opcvm	81.98%	601,566,495	783,258,296

TABLE 10 – Tableau récapitulant les actifs risqués en les classant par une autre catégorisation dans le portefeuille

Les OPCVM sont listés dans le fichier de Model Points d'actifs risqués. Ensuite, un fichier de paramétrage appelé "opcvm.tbl" sert à transcrire chacun des OPCVM en une combinaison linéaire de 4 actifs :

- Obligations
- Immobilier
- *Cash*²²
- Actions

La somme de chaque part devant bien évidemment valoir 1. La durée des obligations composant les OPCVM est renseignée, ainsi que les références aux indices immobiliers et actions (*stock returns* ou *infra returns*) permettant in fine de calculer la valeur de marché des OPCVM. A noter que fichier "opcvm.tbl" sert également à donner les informations sur les caractéristiques des OPCVM sur lesquels l'assureur investit durant la projection. Il est supposé ici que les OPCVM achetés contiennent uniquement des actions. La stratégie de réinvestissement sera détaillée dans une partie suivante.

20. Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières

21. Pour des raisons de confidentialité, une granularité plus fine ne pourra être donnée

22. Trésorerie

6.2 Passifs

Les fichiers de model points au passif sont constitués de deux types de produits :

- Rentes individuelles (aussi appelées *Annuités*)
- Epargne individuelle (fonds en € et en UC)

Par ailleurs, il n'y a qu'un seul fonds en € qui est l'actif général de la compagnie. Ainsi, aucun produit n'est cantonné. Ceci veut dire que les actifs sont mutualisés au sein de l'actif général et permettent de financer tous les produits € et de rentes différées (via les produits financiers générés). En ce qui concerne les fonds investis en UC, la performance des actifs en représentation de celles-ci permettent de financer les produits financiers.

Rentes individuelles

Il s'agit de rentes différées. Les primes sont payées par les assurés jusqu'à l'âge de départ à la retraite et immédiatement converties en rentes différées. Quant aux rentes, elles sont payées après l'âge de départ à la retraite. Il n'y a pas d'options de rachats (ni partiels ni totaux) sur ces produits. Les annuités en unités de compte ne sont pas autorisées. Les provisions et les rentes sont projetées dans des sous-modèles par taux garanti. Le fichier d'input comprend différentes poches de réserves et d'annuités par tranches de taux garanti affecté à la poche. Pour un model point, il y aura autant de sous-modèles de réserves et annuités que de poches avec des provisions initiales ou des annuités non nulles.

Les primes régulières ou les primes uniques sont converties en rentes différées dans la poche du taux garanti dans le fichier d'input.

Les primes additionnelles sont accumulées dans la poche dont le taux garanti est égal au taux garanti réglementaire à la date de paiement de la prime défini comme $\min(60\% \cdot TME(t), 3,5\%)$.

Le taux d'actualisation utilisé pour le calcul des facteurs de rentes dépend de la valeur de 'res_type' (méthodologie de provisionnement) définie en input de RiskAgility FM :

- Si res_type est égal à "REG", le taux garanti de la poche est utilisé pour actualiser les cash-flows futurs.
- Si res_type est égal à "BEL", le taux court est utilisé pour actualiser les cash-flows futurs dans toutes les poches.

En phase de restitution, la table utilisée pour provisionner les annuités différées est égale à la valeur du paramètre table_curr dans le fichier de *model point*. La table peut être soit "TPRV93", soit "TG05". Dans la phase de paiement des annuités, le paramètre table_curr détermine également la table utilisée. Si la valeur est égale à "TG05", cette table est utilisée.

Si la valeur du paramètre est égale à "TPRV93", les facteurs de rente sont déduits comme une combinaison des tables "TG05" et "TPRV93" afin d'amortir le changement de table de mortalité réglementaire de "TPRV93" à "TG05" jusqu'en 2021. Le schéma d'amortissement est défini dans la table d'hypothèse "amort" du fichier d'hypothèses de passif. Le schéma par défaut est de 1/15ème par an, mais il peut être ajusté afin de refléter la politique de l'entreprise. Il est à noter que les tables de mortalité d'expérience sont utilisées pour calculer la probabilité de survie réelle dans le modèle. Les tables de mortalité d'expérience peuvent être différentes des tables de mortalité de provisionnement.

TMG	Provisions mathématiques
0.00%	87,550,323
0.10%	319,439,719
1.25%	69,795,281
1.50%	143,384,304
2.00%	476,114,457
2.50%	81,086,086
3.50%	445,180,048
4.50%	336,848,635

TABLE 11 – Provisions mathématiques des rentes différées par tranches de TMG

La majorité (plus de 68% du portefeuille au total) des réserves mathématiques sont associés à des TMG supérieurs à 2%.

Ci-dessous, les montants d'annuités versés sont affichés par tranches de TMG :

TMG	Montant d'annuités
0.00%	2,681,780
0.10%	10,166,477
1.25%	2,912,450
1.50%	6,457,774
2.00%	25,938,660
2.50%	5,409,962
3.50%	35,160,363
4.50%	30,470,016

TABLE 12 – Annuités des rentes différées par tranche de TMG

80% des montants d'annuités concernent des polices qui ont des TMG supérieurs à 2%. Voyons à présent la constitution du portefeuille d'épargne individuelle.

Epargne individuelle

Le portefeuille d'épargne individuelle est composé de contrats €, UC et multisupports (mixte €, UC). Il n'y a pas de TMG élevés (les contrats en € sont à TMG nuls). Il y a 3 fonds en UC :

- UC1 : il s'agit d'un fonds exclusivement investi en obligations
- UC2 : il s'agit d'un fonds exclusivement investi en actions
- UC3 : il s'agit d'un fonds exclusivement investi en immobilier

Un model point multisupport est par conséquent une combinaison linéaire entre un fonds en € et des actions, obligations et actifs immobiliers.

Fonds en € (TMG nul)	UC1 (obligations)	UC2 (actions)	UC3 (immobilier)
89,567,519	447,286	1,079,141	167,220

TABLE 13 – Montants de PM par type de produits d'épargne

Voici qui conclut la partie sur les model points. Il s'agit de voir maintenant les hypothèses utilisées relatives aux frais de gestion, d'arbitrage, aux commissions, aux coûts, rachats etc.

6.3 Fichiers d'hypothèses

Hypothèses techniques (frais prélevés, rachats, arbitrages)

Les frais dans le modèle sont de quatre types.

- Frais de gestion : ils correspondent aux frais prélevés par l'assureur sur la provision mathématique
- Frais sur versements : ils correspondent aux frais prélevés par l'assureur à chaque versement effectué par l'assuré
- Frais sur arbitrages : ce sont les frais prélevés par l'assureur à chaque arbitrage réalisés par l'assuré
- Frais sur rachats (aussi appelés pénalités de rachats) : ils représentent les frais prélevés par l'assureur en cas du rachat partiel ou total de sa police par l'assuré

Les hypothèses de frais de gestion sont de 0.9% sur les produits de rentes différées et de 0.5% sur les produits d'épargne individuelle.

Les arbitrages sont supposés nuls (ainsi que les frais sur arbitrages), tandis que l'étude s'effectue dans un référentiel Solvabilité 2, par conséquent il n'y a pas de versements libres (la frontière des contrats S2 est utilisée dans le cadre du calcul des BEL, SCR etc.).

D'autre part, les rachats partiels sont supposés nuls. Par conséquent, seuls des rachats totaux sont considérés (ils sont supposés fixes dans le temps).

Hypothèses de coûts, commissions

Les coûts supportés par l'assureur dans le modèle ALM sont de deux types :

- Coûts fixes : ce sont des montants proportionnels au nombre de polices
- Coûts variables : ce sont des montants proportionnels respectivement aux réserves, primes et autres assiettes (notamment les décès, les sorties etc.)

Initialement, le fichier d'hypothèses concernant les coûts est paramétré tel que seuls les coûts variables sur les réserves sont modélisés. Les coûts variables valent 0.3%. Quant aux taux de commissions, ils sont supposés nuls.

Niveaux de réserves initiales

Le niveau de réserves initiales revêt une grande importance car il permet de savoir si la compagnie dispose de coussins suffisants afin de pouvoir absorber des chocs sur son bilan.

Les hypothèses les plus importantes concernant cette étude sont récapitulées dans le tableau suivant :

Réserves	Montants
Fonds propres	92,667,644
PPE	40,018,257
Réserve de capitalisation	13,617,486

TABLE 14 – Réserves initiales en inputs

Maintenant que les principales hypothèses servant au passif ont été énumérées, il convient de décrire les hypothèses structurantes au niveau de l'actif et des interactions entre l'actif et le passif.

L'une des plus importantes concerne la stratégie de l'assureur pour investir les flux de trésorerie sur les actifs (stratégie de réinvestissement).

Stratégie de réinvestissement

La stratégie de réinvestissement la plus complexe et qui permet de matcher les flux de passif aux flux d'actifs est incontestablement celle relative aux obligations. Comme précisé plus haut, le modèle ALM ne distingue pas les obligations d'entreprises et d'états.

La stratégie de réinvestissement définie dans le modèle ALM pour les titres obligataires est la suivante :

Type d'obligations	Maturité cible (années)	Notation cible	Fréquence des coupons
Obligations taux fixe	10	AAA	1
Obligations taux variable	10	AAA	1
Obligations indexées à l'inflation	10	AAA	1

TABLE 15 – Stratégie de réinvestissement pour les obligations

Ceci signifie qu'à chaque fois que le modèle aura à réinvestir de la trésorerie dans de nouvelles obligations, il créera (quelque soit le type d'obligations à racheter), une obligation ayant les caractéristiques suivantes :

- Une maturité de 10 ans
- Une notation AAA (qui représente la meilleure notation, ce qui signifie qu'elle possède le plus petit risque de défaut, mais qu'en contrepartie elle bénéficie aussi d'un spread plus faible)
- Un coupon par année (obligation à fréquence annuelle de détachement de coupons) qui est indexé sur le taux à 10 ans des scénarios économiques

La stratégie de réinvestissement est conduite au regard de la stratégie de réallocation qui impose d'acheter ou de vendre une partie du portefeuille afin de respecter les contraintes du management (en termes d'allocations d'actifs à détenir par exemple).

La stratégie de réallocation utilisée pour l'actif général est donnée ci-dessous :

Actifs	Proportion cible
Actions	1.93%
Immobilier	0.82%
Obligations à taux variable	0.00%
Obligations à taux fixe	63.83%
Obligations indexées à l'inflation	0.00%
OPCVM	30.42%

TABLE 16 – Stratégie de réallocation pour l'Actif Général

La stratégie de réallocation du modèle ALM comprend une cible, un minimum et un maximum de détention (en % de chaque actif). C'est ce qui s'appelle un corridor ou *leeways* en anglais.

Cet intervalle permet de s'assurer que si une classe d'actifs (en valeur de marché) est contenue entre le minimum et le maximum, l'algorithme n'entraînera pas d'achats ou de ventes (notamment d'obligations). Lorsqu'une obligation est vendue, il y a un impact direct sur la réserve de capitalisation et des coûts de transaction.

- si l'obligation vendue est en situation de moins-value latente, la réserve de capitalisation est reprise à hauteur de cette moins-value
- si l'obligation vendue est en situation de plus-value latente, la réserve de capitalisation est dotée à hauteur de cette plus-value

L'implémentation d'un corridor permet donc plus de flexibilité. Une étude de sensibilité et notamment d'une convergence progressive vers une allocation cible au terme d'un horizon de temps sera menée dans la dernière partie du mémoire.

La méthode de réallocation utilisée à chaque pas de temps est celle basée sur le *cash*. C'est-à-dire que les flux de trésorerie sont utilisés pour réallouer sur les différentes classes d'actifs.

A présent, un rappel concernant les métriques utilisées dans l'étude.

7 Métriques de rentabilité analysées et grandeurs comptables clés

Les métriques de rentabilités qui sont analysées dans la suite sont rappelées ci-dessous :

- **BEL** (*Best Estimate Liabilities*) et **SCR** (*Solvency Capital Requirement*) : Voir sous-section 2.1.
- **BEG** (*Best Estimate Guaranteed*) : Il s'agit d'un calcul de BEL sans prise en compte de la participation aux bénéfices. Ainsi, les provisions mathématiques ne sont revalorisées qu'au taux garanti.
- **FDB** (*Future Discretionary Benefits*) : Les FDB pour *Future Discretionary Benefits* ou prestations futures discrétionnaires, sont évaluées de la manière suivante :

$$FDB = BEL - BEG \quad (46)$$

- **Produits financiers** : Intérêts générés par les différents investissements et placements et qui correspondent, selon la nature de l'actif :
 - pour les actifs de type R.343-9 : aux coupons et amortissements
 - pour les actifs de type R.343-10 : aux dividendes, plus-values, ou loyers (pour l'immobilier)
- **Résultat financier** : Différence entre les produits financiers et les charges.
- **Provision pour Participation aux Excédents (PPE)**²³ : Selon l'article A-132-7 [9] "le montant des participations aux bénéfices peut être affecté directement aux provisions mathématiques ou porté, partiellement ou totalement, à la provision pour participation aux excédents mentionnée à l'article R. 331-3. Les sommes portées à cette dernière provision sont affectées à la provision mathématique ou versées aux souscripteurs au cours des huit exercices suivant celui au titre duquel elles ont été portées à la provision pour participation aux excédents".
- **VIF** (*Value In Force*) : La VIF est la moyenne des profits futurs actualisés obtenus par le stock de contrats inclus dans le portefeuille à une certaine date d'arrêté comptable. Il s'agit le plus souvent d'une valorisation stochastique sur plusieurs milliers de scénarios aléatoires risque-neutre (afin de valoriser le bilan de façon *market consistent*). Cette valorisation inclut donc la valeur des options et des garanties attachée aux polices d'assurance.
- **Plus ou Moins-Value Latente (PMVL)** : Pour un actif, il s'agit de l'écart entre la valeur de marché et sa valeur d'achat (valeur nette comptable). Cet écart, pour les actifs du type R.343-9, va venir impacter la réserve de capitalisation en cas de réalisation. S'il y a réalisation de plus-values, celles-ci vont venir augmenter la réserve de capitalisation par un mécanisme de dotation. Tandis que s'il y a réalisation de moins-values, la réserve de capitalisation sera reprise.

Dans la prochaine sous-section, une analyse du bilan avant implémentation de la nouvelle modélisation de la stratégie de PB est réalisée, afin de mettre en évidence les niveaux des principaux indicateurs Solvabilité 2 et les risques auxquels l'assureur vie étudié est le plus exposé.

23. *Profit-Sharing* en anglais

8 Analyse du BEL stochastique ainsi que du SCR du modèle initial

Il convient désormais d'analyser les effets de la modélisation sur les métriques de solvabilité propres à S2, afin de voir les impacts sur le bilan d'un assureur. A noter que les chiffres fournis dans les tableaux suivants sont indiqués en millions d'€.

Tout d'abord, un panorama global de la situation bilancielle avec le modèle initial :

Global (avec l'algorithme de PB originel)		
BEL	BEG	FDB
2,066.3	1,944.9	121.4

TABLE 17 – BEL, BEG et FDB avec le modèle initial

Pour rappel, les FDB pour *Future Discretionary Benefits* ou prestations discrétionnaires futures, sont évaluées de la manière suivante (voir 47) :

$$FDB = BEL - BEG \quad (47)$$

Le BEG correspond à un calcul de BEL en scénario déterministe et en passif seul, i.e. qu'il n'y a pas de prise en compte des interactions actif-passif qui proviennent de la valorisation stochastique sur plusieurs milliers de scénarios telles que :

- la revalorisation notamment des PMs via la participation aux bénéfices
- la prise en compte des rachats dynamiques
- les arbitrages

A contrario, le calcul du BEL inclut tous les effets stochastiques et les interactions actif-passif. On comprend donc que le calcul des FDB permet d'estimer la capacité de l'assureur à accorder des bénéfices futurs aux assurés. Ainsi, ce montant est un coussin permettant d'absorber les chocs au passif ou à l'actif (notamment les chocs entrants dans le calcul du SCR).

	BEL	BEG	FDB
Retraite	1,973.3	1,852.0	121.4
Euros	97.7	91.6	6.2
UC	2	2	0

TABLE 18 – Bilan détaillé par ligne de business des BEL et BEG

Le segment le plus important du portefeuille est constitué de retraite individuelle (il s'agit également de la composante la plus importante en FDB, environ 121 millions d'€ soit environ 6.6% du BEL).

Il n'y a pas de FDB pour le segment en UC du portefeuille, car il n'y a pas d'arbitrages entre € et UC ni de PB.

Ci-dessous la vue complète des BEL et BEG pour chacun des chocs SCR du portefeuille.

	Global				
	FDB	Ecart en %	MV	MV Ecart / BC	Ecart en %
Base Case	121.4		2,534.3		
Baisse des actions (global)	114.2	-5.98%	2,373.5	160.7	-6.34%
Baisse des actions (autres)	121.1	-0.30%	2,519.0	15.3	-0.60%
Baisse des actions (infrastructure)	121.3	-0.12%	2,531.9	2.4	-0.09%
Taux à la baisse	119.5	-1.58%	2,563.1	-28.8	1.14%
Taux à la hausse	91.8	-24.37%	2,344.0	190.3	-7.51%
Immobilier à la baisse	121.1	-0.28%	2,504.2	30.1	-1.19%
Devises à la baisse	120.5	-0.78%	2,503.2	31.1	-1.23%
Spread	120.5	-0.81%	2,450.8	83.5	-3.29%
Concentration	121.4	0.00%	2,534.3	0.0	0.00%
Mortalité	113.5	-6.52%	2,534.3	0.0	0.00%
Longévité	124.6	2.62%	2,534.3	0.0	0.00%
Rachats à la hausse	158.6	30.63%	2,534.3	0.0	0.00%
Rachats à la baisse	90.1	-25.80%	2,534.3	0.0	0.00%
Rachats massifs	55.7	-54.15%	2,534.3	0.0	0.00%
Coûts	128.8	6.07%	2,534.3	0.0	0.00%

TABLE 19 – FDB et MV par choc pour tout le portefeuille

Plusieurs observations doivent être apportées à la lecture de ce tableau :

- La MV diminue (ou augmente, par exemple dans le cas du SCR de taux à la baisse, car la MV des obligations augmente lorsque les taux diminuent) uniquement pour les chocs SCR à l'actif. En effet, pour les chocs de souscription, seuls les paramètres relatifs au passif sont choqués (c'est notamment le cas des hypothèses de rachats qui sont choquées proportionnellement, ou bien du q_x de mortalité qui est augmenté proportionnellement etc.)
- Le BEG augmente plus que le BEL à la suite d'un choc de longévité.
- Les chocs de mortalité, rachats massifs et taux à la hausse font baisser les BEL par rapport au scénario central

Il convient d'analyser plus en détails les passifs qui génèrent ces effets afin de pouvoir les expliquer.

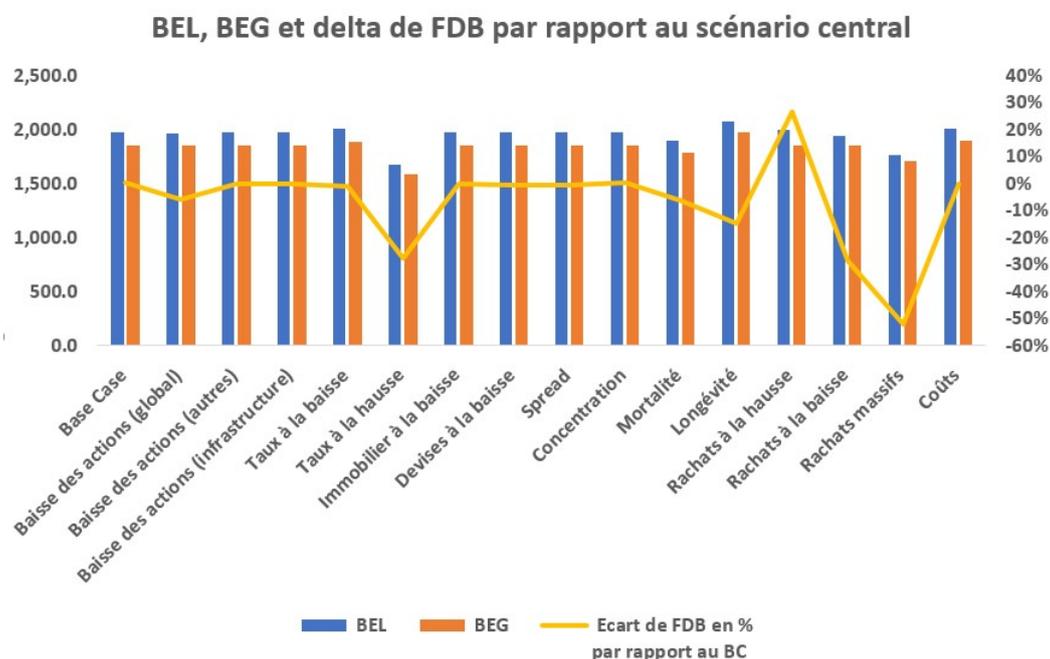


FIGURE 14 – BEL, BEG et écart de FDB en millions d'€ par rapport au central par choc pour le portefeuille de retraite

Le BEG du choc longévité augmente de 116 millions d'€ car les paiements d'annuités ont une plus grande valeur qu'en scénario central. En effet, le choc de longévité consistant en une baisse relative de 20% du q_x de mortalité, les montants de rentes calculés sont plus élevés, augmentant mécaniquement le calcul du Best Estimate.

D'autre part le BEL longévité augmente plus. En effet, l'augmentation par rapport au BEL central est de 128 millions d'€ (12 millions de plus par rapport à l'augmentation du BEG). Les deux effets peuvent être expliqués :

- D'une part, l'augmentation par rapport au scénario central s'explique par la diminution du q_x de 20% dans le cadre de ce choc
- D'autre part, la plus forte augmentation par rapport au BEG s'explique quant à elle par un effet "revalorisation" plus important que l'effet "déflateur". En effet, quand bien même les TMG sont déjà élevés (voir la figure 11)), la revalorisation des annuités a un effet additionnel de par la nature très volatile des scénarios économiques, et de l'asymétrie assureur/assuré. En effet, le modèle va capter la volatilité des scénarios économiques dans la PPE qui va au moins être dotée à hauteur de la contrainte de PB min et permettra de servir la PB aux assurés dans des scénarios économiques défavorables pour l'assureur ; tandis que dans les scénarios économiques favorables, l'assureur va être amené à servir de la PB et se rémunérer sur les produits financiers et prélever sa marge.

	Epargne Euros & UC		
	BEL	BEG	FDB
Base Case	99.1	93.2	6.0
Baisse des actions (global)	99.1	93.2	5.9
Baisse des actions (autres)	98.3	92.4	5.9
Baisse des actions (infrastructure)	99.1	93.2	6.0
Taux à la baisse	99.5	93.9	5.6
Taux à la hausse	91.7	83.4	8.3
Immobilier à la baisse	99.1	93.2	5.9
Devises à la baisse	99.1	93.2	5.9
Spread	99.1	93.2	5.9
Concentration	99.1	93.2	6.0
Mortalité	98.9	93.4	5.5
Longévité	99.1	93.2	6.0
Rachats à la hausse	98.4	94.0	4.4
Rachats à la baisse	99.3	91.6	7.7
Rachats massifs	94.5	92.2	2.3
Coûts	100.0	94.6	5.4

TABLE 20 – BEL et BEG par choc pour le portefeuille d'épargne

Le tableau ci-dessous décrit les BEL et BEG pour chacun des chocs utiles au calcul du SCR. Le BEG est assez stable pour chacun des chocs, sauf pour les chocs de taux à la hausse, de rachats à la baisse et massifs où il diminue respectivement de 10, 2 et 1 millions par rapport au scénario central (ainsi que pour les coûts où il augmente de 1 million d'€).

Ces effets s'expliquent essentiellement :

- Pour le choc de taux à la hausse, d'un effet déflateur fort qui n'est pas compensé par l'effet revalorisation qui n'a pas forcément lieu dans ce modèle original, car comme il a pu être vu, l'algorithme de PB ne permet que rarement de servir de la PB aux assurés.
- Pour le choc de rachats à la baisse, du fait que les contrats rachètent moins. Les prestations actualisées diminuent de plus de 2 millions d'€ (passage de 87.9 millions à 85.6 millions), car les prestations liées aux rachats diminuant, il y a une augmentation des PM qui sont revalorisées à un taux nul (pour les contrats d'épargne, le TMG est à 0%). Ainsi, l'assureur peut prélever ses frais de gestion (0.9%) sur une plus grosse réserve que si les contrats rachetaient plus.
- En ce qui concerne le choc de rachats massifs, la diminution du BEG de 1 million d'€ provient de la baisse de la PM en année 0 qui entraîne une diminution de l'assiette globale sur laquelle se calculent les prestations (à noter que les TMG étant nuls sur l'€, les provisions ne font que diminuer).
- Pour le choc de coût, le BEG augmente d'1 million d'€ car les coûts augmentent de 10%, toute chose étant égales par ailleurs.

Voici la vue des SCR bruts et nets désormais. Les SCR les plus importants et qui expliquent le SCR global sont les SCR baisse des actions (global), le SCR spread et le SCR longévité (ils sont surlignés en rouge) :

	SCR net	SCR brut	NAV (avec BEL)	NAV (avec BEG)
Base Case	0.0	0.0	936.0	1,178.8
Baisse des actions (global)	307.0	321.5	629.0	857.3
Baisse des actions (autres)	28.3	29.0	907.7	1,149.8
Baisse des actions (infrastructure)	4.5	4.8	931.5	1,174.1
Taux à la baisse	10.2	14.0	925.8	1,164.8
Taux à la hausse	0.0	0.0	1,167.5	1,351.1
Immobilier à la baisse	59.4	60.1	876.5	1,118.7
Devises à la baisse	60.3	62.2	875.7	1,116.6
Spread	165.0	167.0	770.9	1,011.8
Concentration	0.0	0.0	936.0	1,178.8
Mortalité	0.0	0.0	1,095.3	1,322.4
Longévité	196.8	231.7	739.2	947.1
Rachats à la hausse	59.2	2.0	876.7	1,176.9
Rachats à la baisse	0.0	0.0	1,005.3	1,185.5
Rachats massifs	0.0	0.0	1,364.6	1,479.4
Coûts	75.0	77.0	861.0	1,101.8

TABLE 21 – SCR nets et bruts au global du portefeuille

Les SCR bruts et nets se calculent de la façon suivante, avant agrégation des différents blocs (souscription, marché voir figure 3) :

$$\text{SCR brut}_{\text{choc}_i} = (\text{VM}_{\text{BC}} - \text{BEG}_{\text{BC}}) - (\text{VM}_{\text{choc}_i} - \text{BEG}_{\text{choc}_i}) \quad (48)$$

$$\text{SCR net}_{\text{choc}_i} = (\text{VM}_{\text{BC}} - \text{BEL}_{\text{BC}}) - (\text{VM}_{\text{choc}_i} - \text{BEL}_{\text{choc}_i}) \quad (49)$$

Les SCR nets choc de taux à la hausse, concentration, mortalité, rachats à la baisse et massifs sont nuls.

Pour le choc à la hausse des taux, cela semble logique car le portefeuille possède des TMG assez élevés (plus de 80% du portefeuille de rentes est à TMG supérieur à 2%).

En ce qui concerne les chocs de mortalité et rachats massifs, l'explication est identique car, compte tenu des TMG élevés sur le portefeuille de rentes, tout choc entraînant une diminution des prestations futures à verser entraîne un gain pour l'assureur. Le portefeuille est sensible à une hausse des rachats sur le portefeuille de retraite. Un choc à la hausse des taux de rachats entraîne en effet une hausse des prestations liées aux rachats et une augmentation du BEL (partie relative à la VAN des prestations).

Pour plus d'information, une vue détaillée des SCRs de souscription, marché, opérationnel avant agrégation, puis après agrégation, les ajustements apportés aux SCR pour inclure le portefeuille de prévoyance et les SCR intermédiaires permettant d'obtenir les différentes briques sont donnés en annexe (voir partie V).

SCR Vie	
SCRlife	100.6
Diversification	24.0
Si risk componenti	124.6
nSCRlife	84.4
Diversification	22.8
Si risk componenti	107.1

TABLE 22 – SCR nets de souscription après agrégation

Le SCR Souscription est essentiellement porté par les SCR de coûts et de longévité (voir partie V) en raison de la part importante du portefeuille de retraite.

SCR marché	
SCRmkt	279.6
Diversification	46.6
Si risk componenti	326.3
nSCRmkt	269.0
Diversification	44.7
Si risk componenti	313.6

TABLE 23 – SCR nets et bruts de marché après agrégation

Le SCR net de marché est plus de 3 fois supérieur au SCR de souscription. L'exposition en actions et en obligations corporate en est la raison principale (voir les annexes en partie partie V).

Ratio de solvabilité	
SCR S2	230.4
FP S2	332.0
Ratio S2	144%

TABLE 24 – Ratio de solvabilité initial

Le ratio de solvabilité initial vaut 144%. La plus grande partie du SCR est portée par le SCR marché et plus particulièrement par le SCR actions (de par l'exposition importante totale aux actions), puis par le SCR longévité (de par la taille du portefeuille de retraite).

Conclusion Le modèle initial permet d'obtenir un ratio de solvabilité de 144%. Le risque de souscription le plus prégnant pour le portefeuille est le risque de longévité. Ceci s'explique essentiellement par la proportion importante de rentes.

A l'actif, le SCR marché est essentiellement porté par le risque de baisse des actions. Celui-ci s'explique également par la proportion importante d'actions dans le portefeuille. L'algorithme de PB originel ne permet pas de bénéficier d'un niveau d'absorption conséquent.

9 Impact de l'implémentation de l'algorithme de PB

Dans cette section, une comparaison des résultats obtenus entre l'ancien modèle et le nouveau modèle incorporant le dernier algorithme de PB est effectuée afin d'exhiber les principales différences sur le bilan d'un assureur.

Deux types de résultats seront affichés :

- Graphiques : il s'agira de tracés en scénario économique central (déterministe) permettant de mettre en évidence les différences sur un horizon de temps de 50 années. Il sera question principalement de valeurs extraites d'un compte de résultat ayant servi à analyser les sorties de modèle
- Tableaux : il s'agira de résultats sur des métriques S2 de type BEL, SCR, Valeurs Actuelles Nettes (VAN).

Le paramétrage utilisé pour le nouvel algorithme de PB est le suivant :

Paramètre	Valeur
weight_market_rate	0.2
weight_lst_crd_rate	0.8
pct_min_ppe	0.015
pct_min_pvl	0.015
ph_decr_begin_w	1.2
ph_decr_max_w	0.8
ph_incr_begin_w	1.9
ph_incr_max_w	1.2
hist_crd_rate	0.022
ppe_limit	0.5
urgl_limit	0.5

TABLE 25 – Paramétrage utilisé pour les comparaisons avec l'ancien algorithme de PB

Apportons quelques remarques sur les choix qui ont mené à ce paramétrage.

Cela signifie que la pondération du taux de marché est de 20% et celle du dernier taux servi est de 80% dans le calcul du taux de marché. Ces pondérations ont été calibrées à l'aide d'un historique de taux servis aux assurés sur une dizaine d'années afin de se rapprocher au mieux de la réalité.

Les paramètres de forme de la fonction ont également été calibrés afin de tenir compte de la richesse initiale disponible.

9.1 Impact de l'algorithme de PB sur les montants crédités

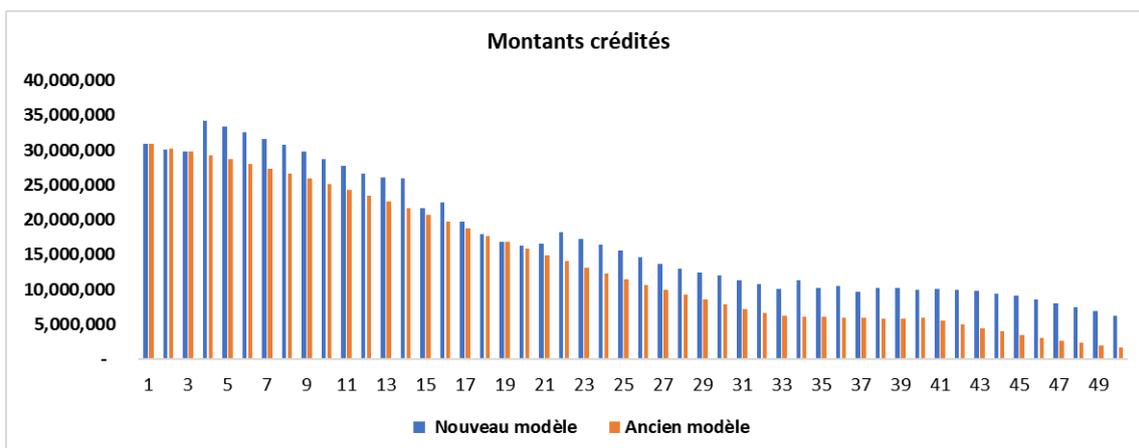


FIGURE 15 – Montants crédités avant et après modélisation du nouvel algorithme de PB

Les montants crédités sont plus élevés dans le cadre du nouvel algorithme de PB. En effet, dans l'ancien modèle, la modélisation combinée au paramétrage induit des taux crédités très

proches des TMG, toute chose étant égale par ailleurs (voir la figure 16 ci-dessous). Tandis que dans le cadre du nouvel algorithme, la modélisation fait que plus la richesse latente est importante, plus le taux cible est important (la pondération à 80% du taux crédité N-1 dans le calcul de celui-ci y participant de surcroît).

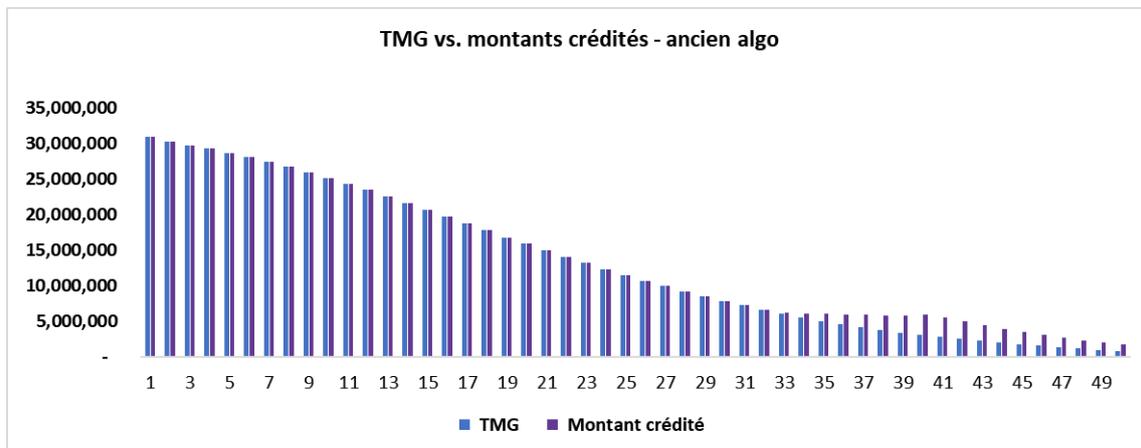


FIGURE 16 – Montants crédités par rapport aux montants garantis dans l’ancien algorithme de PB

La situation est différente avec le nouvel algorithme de participation aux bénéfices. En effet, comme représenté ci-dessous (figure 17), les montants crédités sont bien supérieurs aux TMG, permettant ainsi de mieux refléter la réalité.

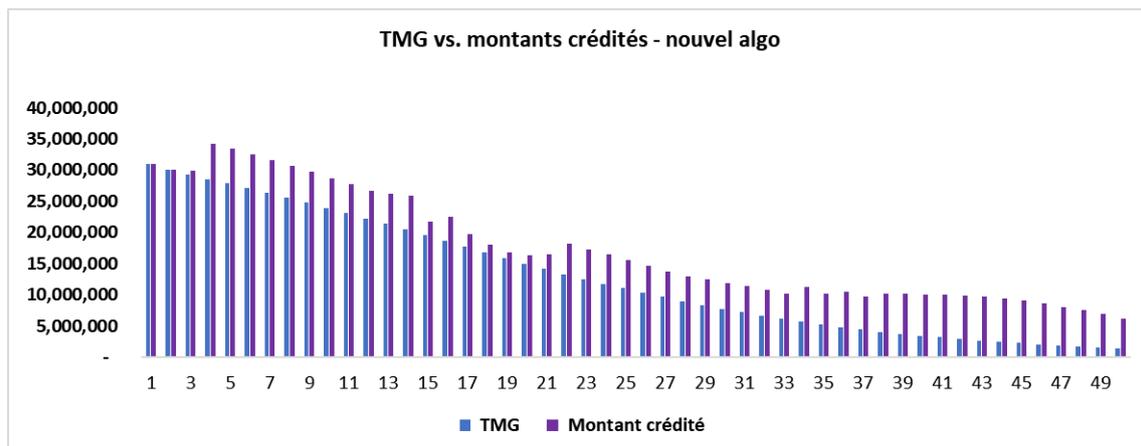


FIGURE 17 – Montants crédités par rapport aux montants garantis dans le nouvel algorithme de PB

Ceci s’explique essentiellement par le fait que la richesse disponible est plus importante désormais avec le nouvel algorithme de PB pour financer la politique de taux crédité. En effet, le niveau de richesse est fonction de la richesse latente et du niveau de PPE, ce qui va entraîner une meilleure revalorisation des provisions mathématiques.

$$\text{Niveau_richesse} = \text{urgl_limit} \times \text{PMVL} + \text{ppe_limit} \times \text{ppe_total} \quad (50)$$

Dans la configuration actuelle, `urgl_limit` et `ppe_limit` valant chacun 50%, on module le niveau de richesse de sorte à ce qu’on consomme moitié moins de PMVL et de PPE. Auparavant dans l’ancien algorithme, compte tenu du fait que l’on servait la plupart du temps les TMG sans aller chercher plus de richesse disponible, les PMVL ainsi que la PPE avaient tendance à augmenter fortement au cours de la projection, sans pour autant être redistribuées aux assurés.

9.2 Impact de l'algorithme de PB sur la gestion de la PPE

La nouvelle modélisation de la PPE, que ce soit via la détermination d'un taux servi plus dynamique, ou bien par le rafraîchissement effectué et la reprise liée à la règle des 8 ans optimisée, fait que la PPE est beaucoup plus stable dans le temps. En effet, l'assureur va systématiquement doter l'entièreté du montant à servir en PPE et reprendre la PPE à libérer à cause de la règle des 8 ans, ce qui va avoir tendance à lisser la PPE et limiter son augmentation dans le temps.

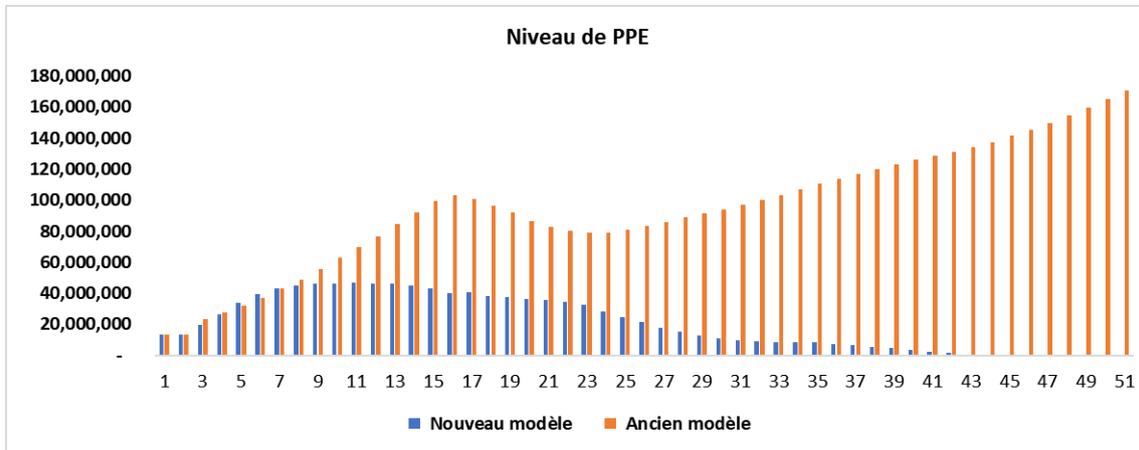


FIGURE 18 – Niveau de PPE avant et après implémentation du nouvel algorithme de PB et du rafraîchissement

Il serait assez improbable qu'un assureur laisse la PPE augmenter de manière aussi importante dans le temps. Ainsi, il semble que la nouvelle gestion de la PPE ait beaucoup plus de sens.

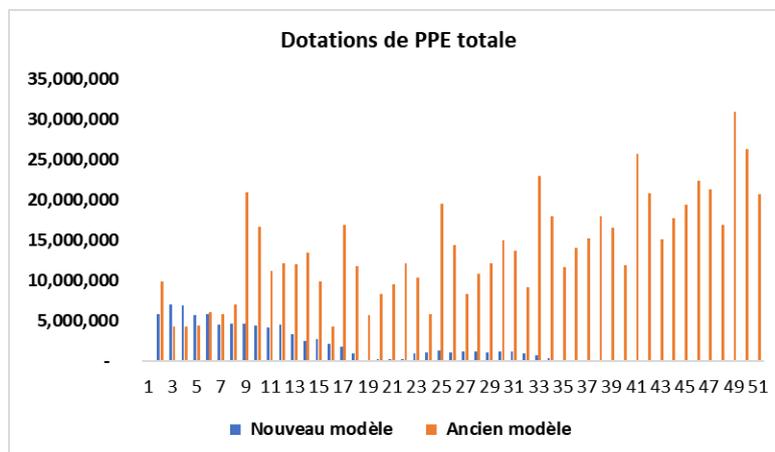


FIGURE 19 – Dotations de la PPE avant et après implémentation du nouvel algorithme de PB et du rafraîchissement

Les dotations en PPE augmentent fortement avec l'ancien modèle, ce qui est une conséquence de la politique de taux servi. En effet, il ne faut pas oublier que la PPE augmente aussi bien pour des raisons réglementaires que pour des raisons commerciales (cf. 4.1).

Dans ce cas précis, afin de respecter la contrainte de participation minimale aux bénéficiaires, le modèle va doter l'écart entre la contrainte réglementaire et le montant de PB distribué (qui dans ce cas est très souvent proche de 0, de par le fait que l'algorithme initial sert un taux servi (incluant TMG) proche du TMG).

Ceci est corroboré par le graphique suivant :

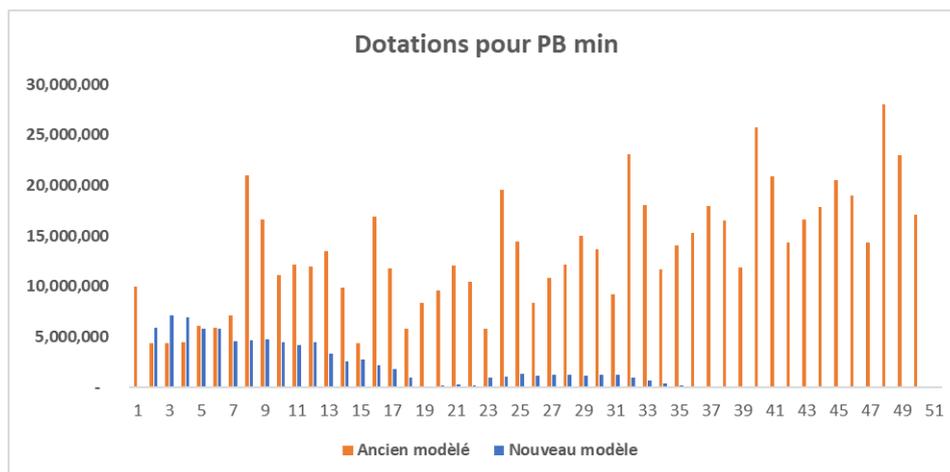


FIGURE 20 – Dotations de la PPE pour satisfaire la contrainte de PB min avant et après implémentation du nouvel algorithme de PB et du rafraîchissement

Il convient désormais d’analyser l’impact de la nouvelle modélisation sur la gestion des PMVL.

9.3 Impact de l’algorithme de PB sur la gestion des PMVL

Les PVL sont désormais plus mobilisées afin de financer la politique de distribution de la PB qu’auparavant où elles servaient uniquement à financer plus ou moins les montants garantis.

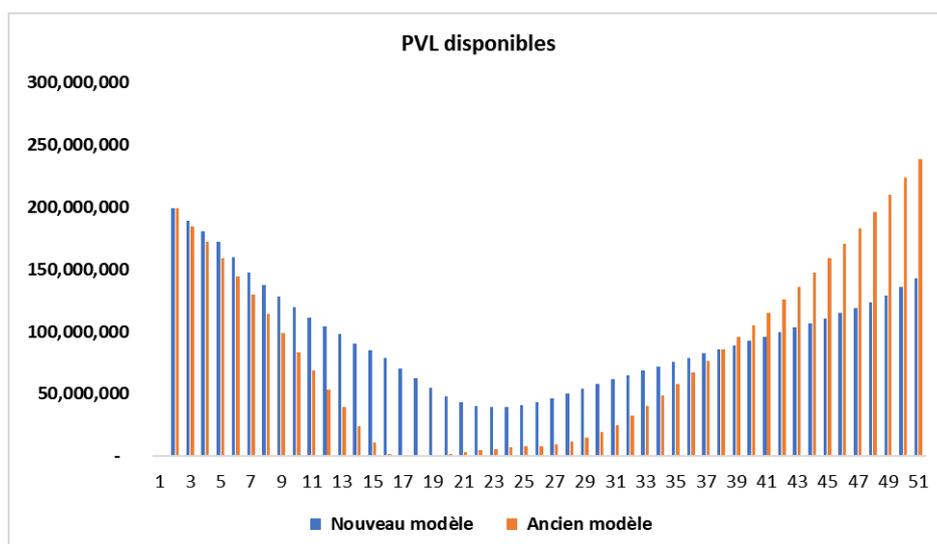


FIGURE 21 – PVL disponibles

Compte tenu du fait que le modèle utilise désormais plus souvent la PPE qu’auparavant, sur le long terme (c’est visible après 40 années de projection), les PVL disponibles augmentent moins dans le nouveau modèle que dans l’ancien. Ceci s’explique également par le fait que les PVL ont besoin d’être moins consommées dans le cas de l’ancien modèle à partir de la 35 ème année comme le montre le graphique ci-dessous.

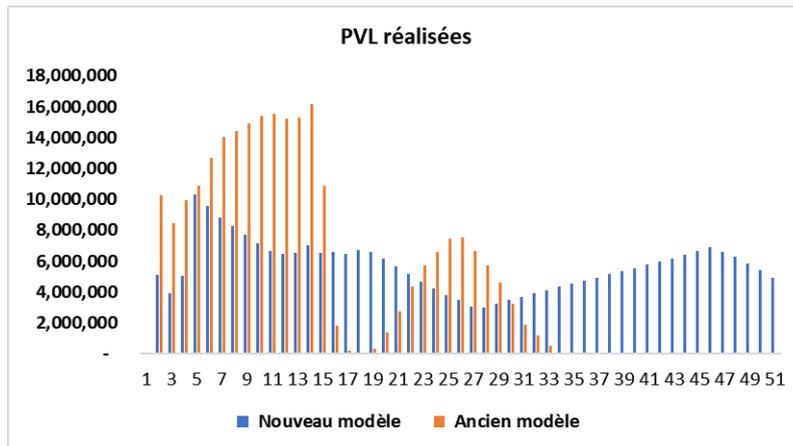


FIGURE 22 – PVL à réaliser

Avec l'ancienne modélisation, les PVL n'ont plus besoin d'être réalisées au bout de 35 ans de projection car le portefeuille étant en run-off, et s'écoulant de manière naturelle via les sorties en rentes, maturités, rachats et mortalités, il reste peu de TMG à financer.

Ci-dessous l'évolution des PM comparées entre les deux modèles permet de visualiser cet effet d'écoulement des PM.

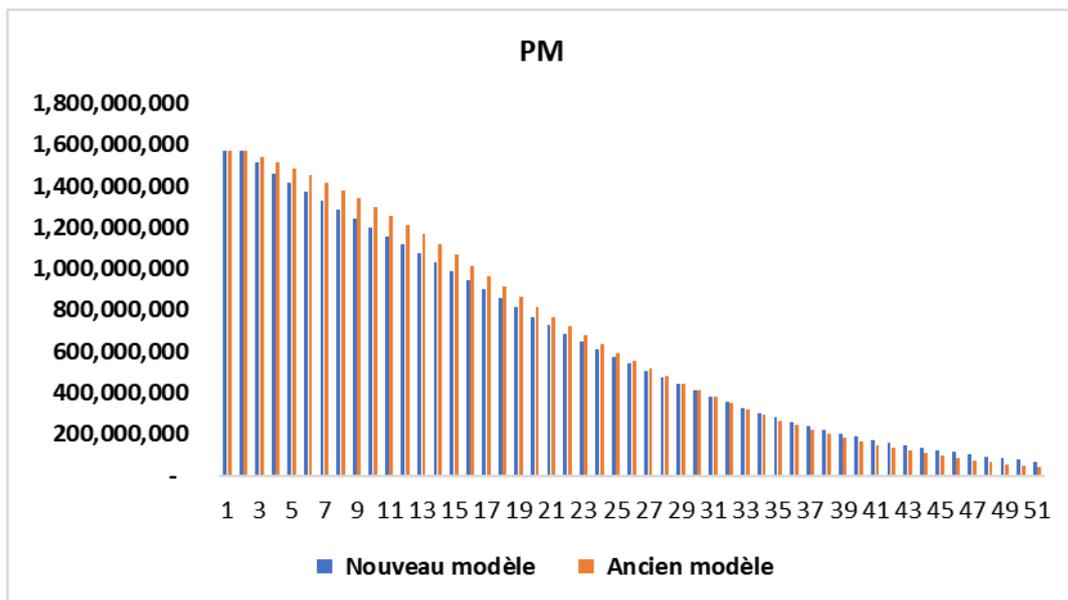


FIGURE 23 – Evolution des PM

Les PM sont supérieures dans l'ancien modèle par rapport au nouveau modèle durant les 30 premières années de projection, ce qui paraît contrintuitif de prime abord.

Regardons l'effet du nouvel algorithme sur la retraite :

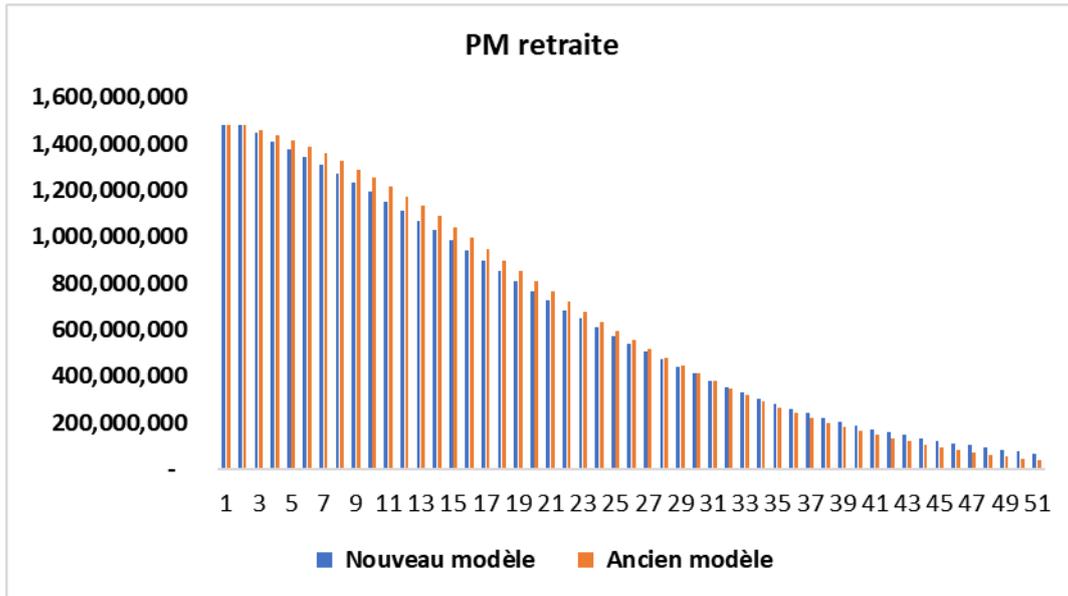


FIGURE 24 – Evolution des PM du portefeuille de retraite

Les PM retraite de l'ancien algorithme sont supérieures à celles du nouvel algorithme jusqu'à 30 années de projection environ, puis elles sont inférieures.

Ci-dessous, l'écoulement des PM du portefeuille d'épargne qui est bien plus marqué :

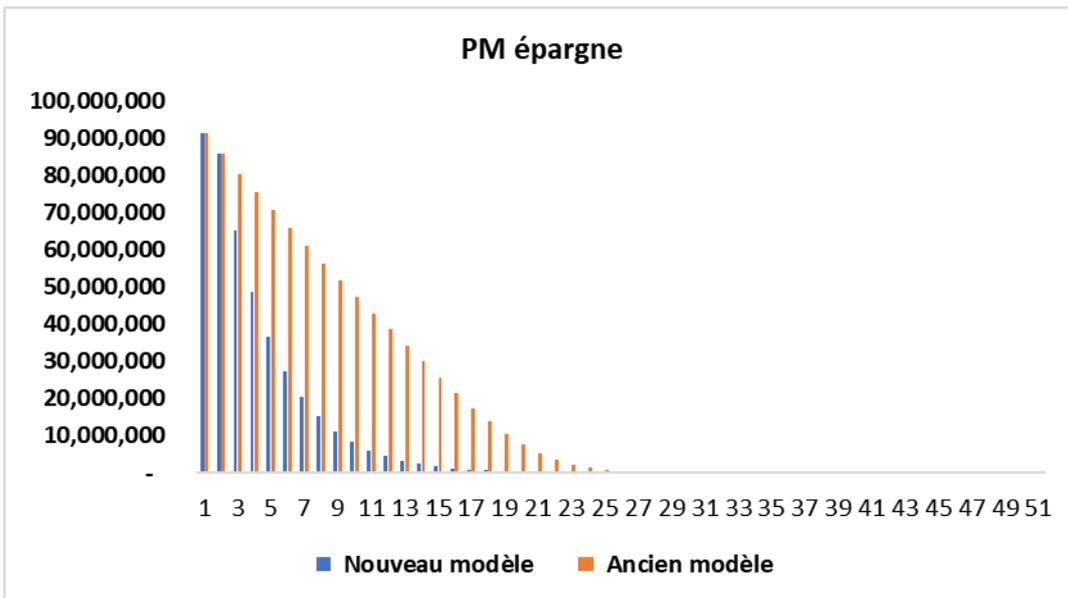


FIGURE 25 – Evolution des PM du portefeuille d'épargne

Il semblerait que la raison de cette plus forte décreue soit les prestations (voir à ce sujet l'équation 8). Ceci peut s'expliquer essentiellement par le taux crédité qui est plus élevé dans le cadre du nouvel algorithme de PB, comme il a pu être vu dans la figure 15.

Ainsi, le fait que les prestations soient plus revalorisées qu'auparavant induit un effet de sortie plus important que ce soit par les rachats ou les décès.

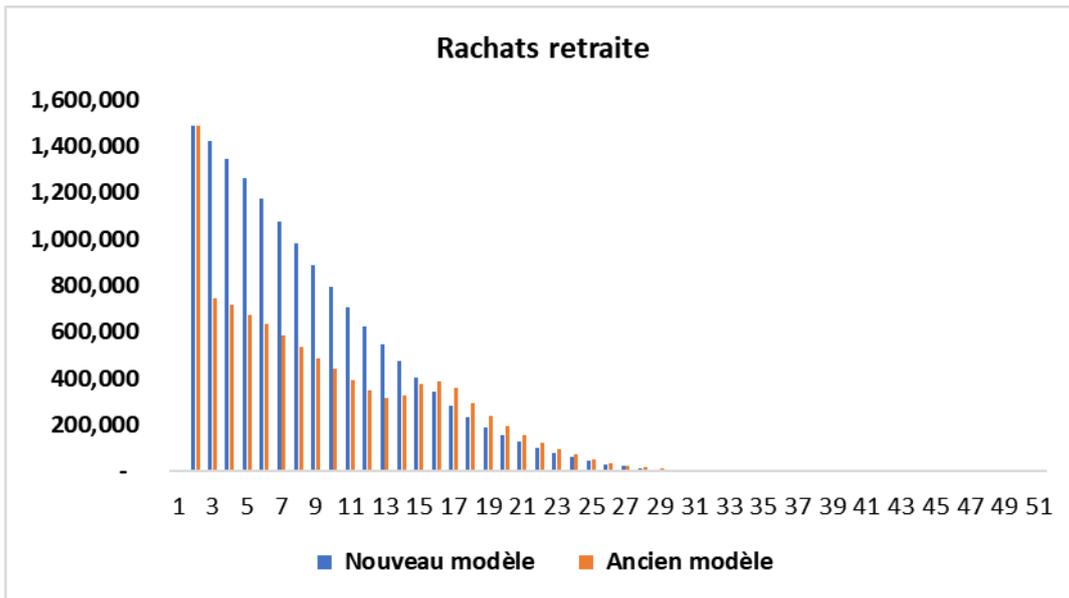


FIGURE 26 – Evolution des rachats du portefeuille de retraite

Il est clair que les rachats sont nettement plus élevés avec le nouvel algorithme, comme il est possible de le voir sur la figure 26 ci-dessus.

Il en est de même pour les rachats sur le segment épargne, voir la figure ci-dessous.

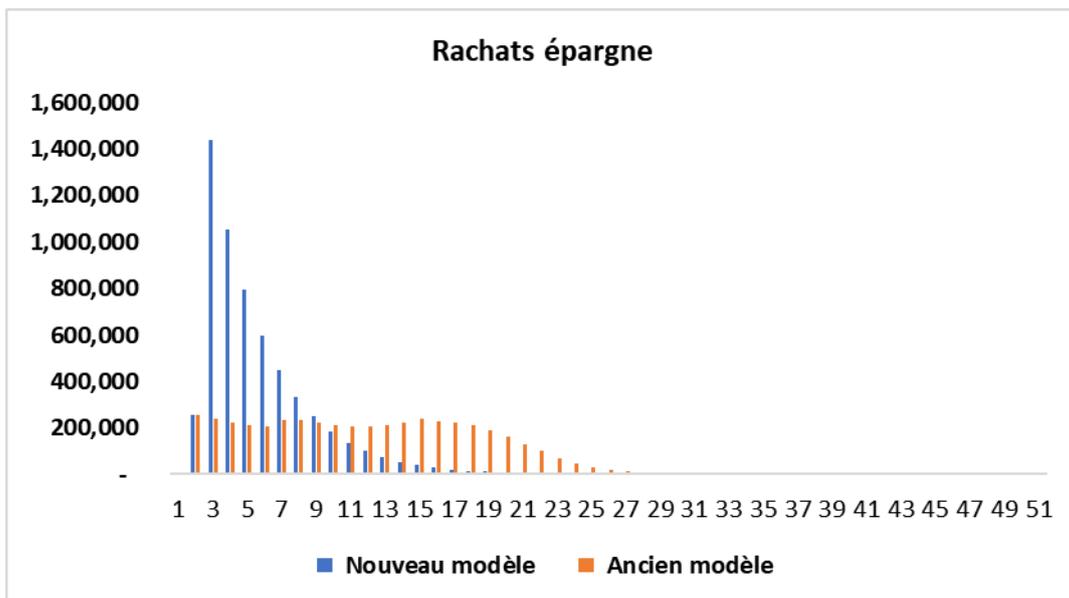


FIGURE 27 – Evolution des rachats du portefeuille d'épargne

Il est possible également d'afficher les BEL avant et après implémentation du nouvel algorithme de PB. Comme on peut s'en douter, le nouvel algorithme augmente le BEL car via la nouvelle implémentation, l'algorithme a tendance à revaloriser plus les prestations ce qui entraîne un effet revalorisation supérieur à l'effet déflateur [4].

Cela a notamment un avantage qui est que ce BEL peut plus facilement absorber les chocs à l'actif ou au passif, ce qui peut potentiellement réduire le SCR.

Afin d'analyser la sensibilité du nouvel algorithme de PB, il convient d'analyser les résultats du modèle dans des scénarios économiques dits "adverses". Ainsi, la prochaine partie s'attache à estimer les impacts du nouvel algorithme sur le compte de résultat.

9.4 Impact de scénarios adverses sur le compte de résultat de l'assureur

Deux scénarios, un dit "favorable" et l'autre dit "défavorable", ont été extraits parmi les 1000 scénarios économiques afin de valider la nouvelle modélisation et également d'exhiber les comportements de l'algorithme dans des scénarios extrêmes. Ces deux scénarios ont été choisis selon un critère de PVFP :

- Le scénario "favorable" a été choisi car il permettait d'obtenir une PVFP positive
- Le scénario "défavorable" a été choisi car il donnait une PVFP négative

Impact d'un scénario économique favorable sur l'algorithme de PB

Dans cette sous-partie, l'objectif est de comparer notre situation centrale (voir à ce sujet la section 9) à une situation économique favorable, afin de valider cette nouvelle modélisation.

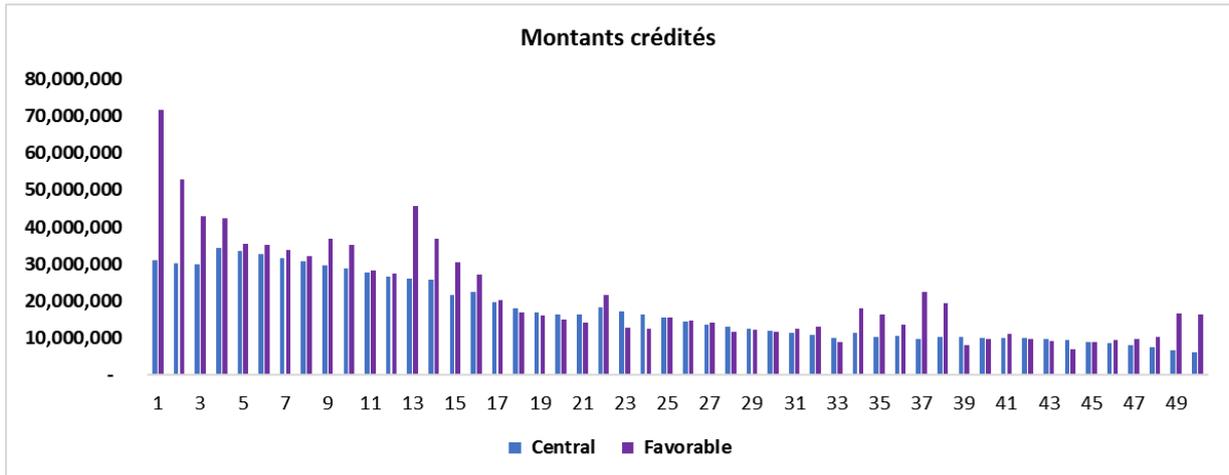


FIGURE 28 – Montants crédités scénario central vs. scénario favorable

Les montants crédités sont plus élevés dans un scénario favorable qu'en scénario central, car la richesse est plus importante dans le scénario favorable et va plus fortement être mobilisable. Ceci implique une PM plus importante qu'en scénario central (voir la figure 29 ci-dessous), car la PM va être alimentée par les montants crédités.

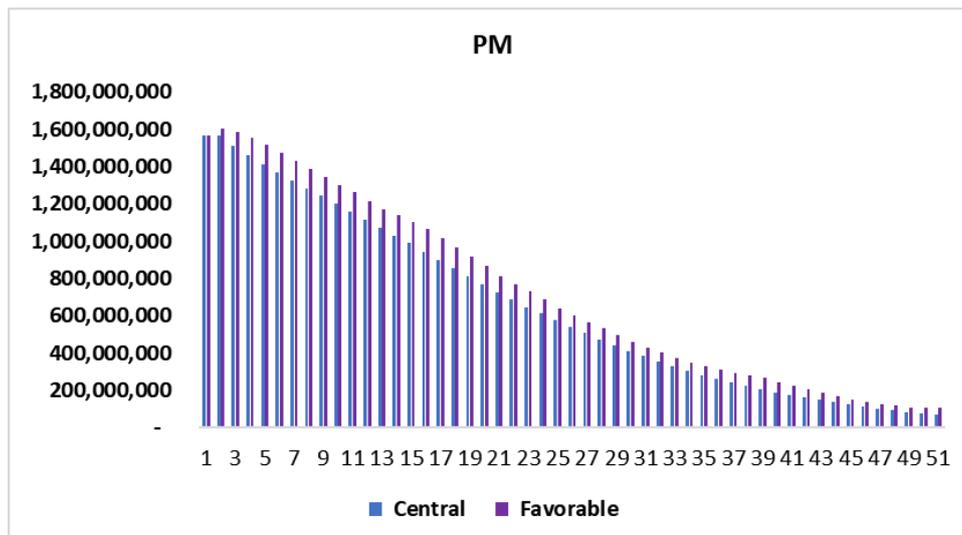


FIGURE 29 – PM en scénario central vs. scénario favorable

Voyons pourquoi les montants crédités sont plus élevés en scénario favorable qu'en scénario central. Tout d'abord, il convient de regarder l'évolution des produits financiers dans chacun des scénarios :

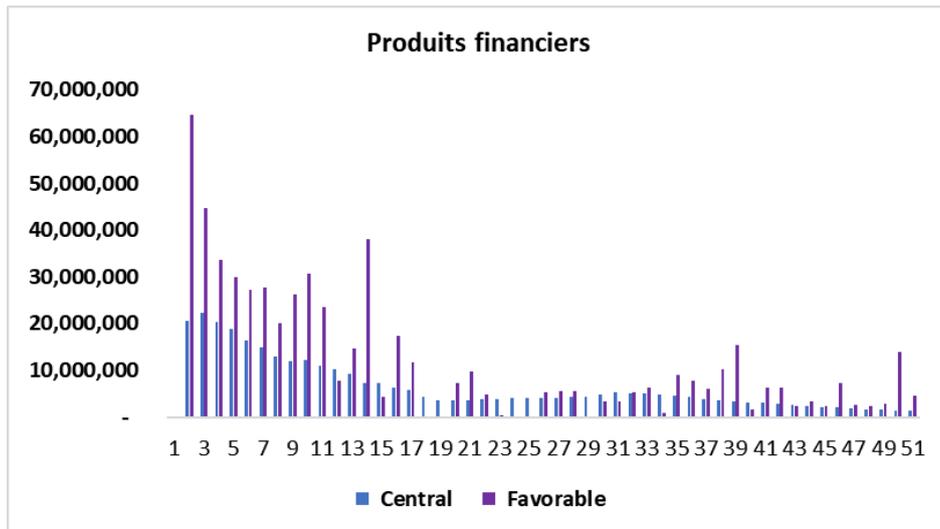


FIGURE 30 – Produits financiers en scénario central vs. scénario favorable

Ceci s'explique essentiellement par le fait que dans le scénario favorable, les rendements des actifs sont meilleurs qu'en scénario central, générant ainsi de meilleurs produits financiers. En effet, les rendements des actions, immeubles et OPCVM sont issus des scénarios économiques, ainsi que les coupons des nouvelles obligations.

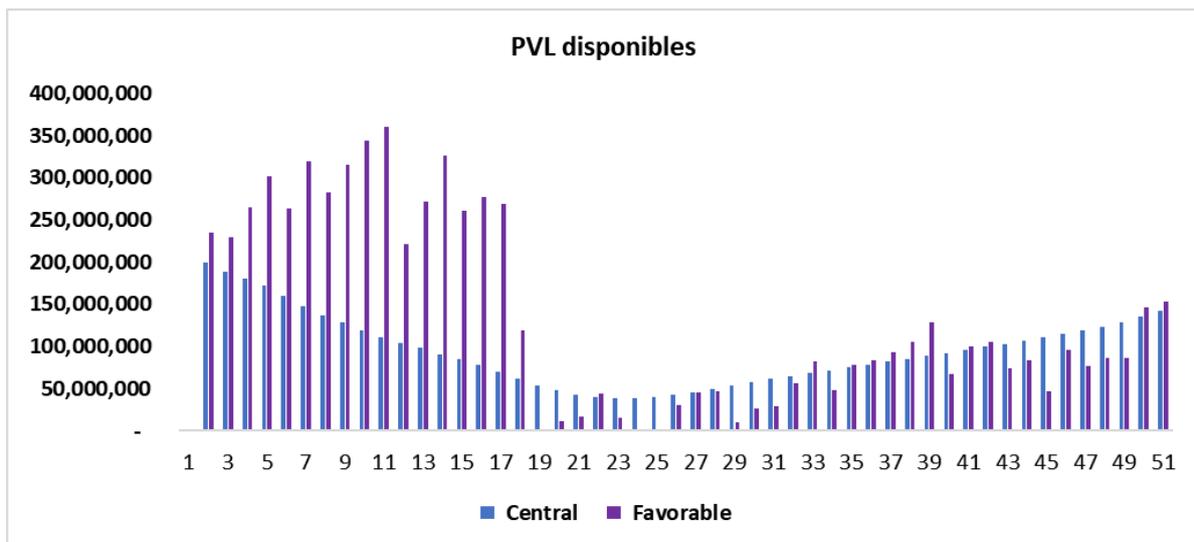


FIGURE 31 – PVL disponibles en scénario central vs. scénario favorable

Ainsi, dans un scénario favorable, la nouvelle modélisation permet de bénéficier de meilleures plus-values disponibles pour financer la politique de participation aux bénéfices car les rendements financiers sont meilleurs. Pour rappel, seules les PVL des actifs R.343-10 sont mobilisables, à savoir les actions, immobilier, OPCVM hormis les obligations (les plus-values latentes de ces dernières ayant vocation à alimenter la Réserve de Capitalisation, une fois réalisées).

Voici une vue des produits financiers relatifs aux actifs R.343-10 :

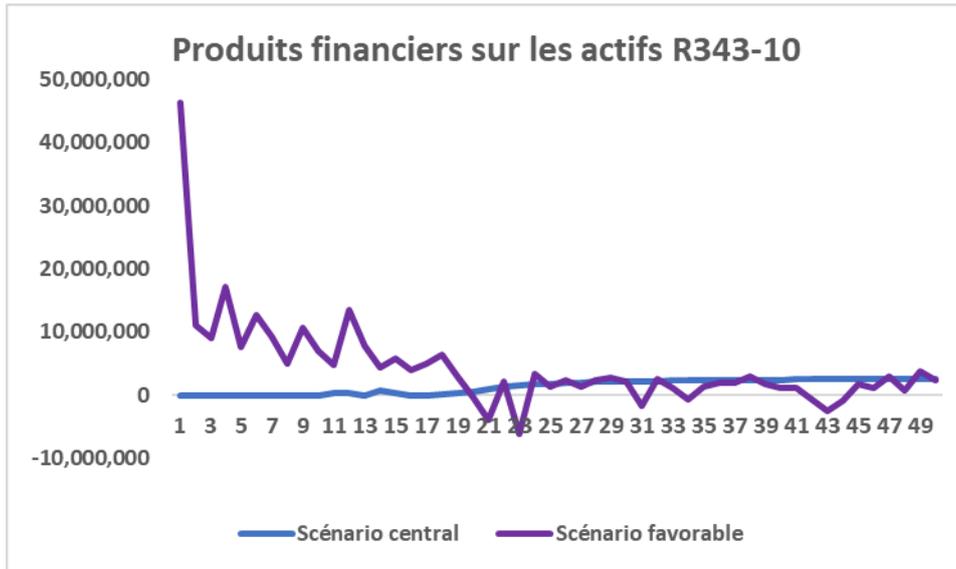


FIGURE 32 – Produits financiers sur les actifs risqués en scénario central vs. favorable

Il est assez clair que les produits financiers sont meilleurs dans le scénario favorable par rapport au scénario central, ceci en raison de meilleures performances financières.

D'autre part, les dotations pour PPE totale augmentent plus en scénario central qu'en scénario favorable, comme il peut être vu dans le graphique suivant :

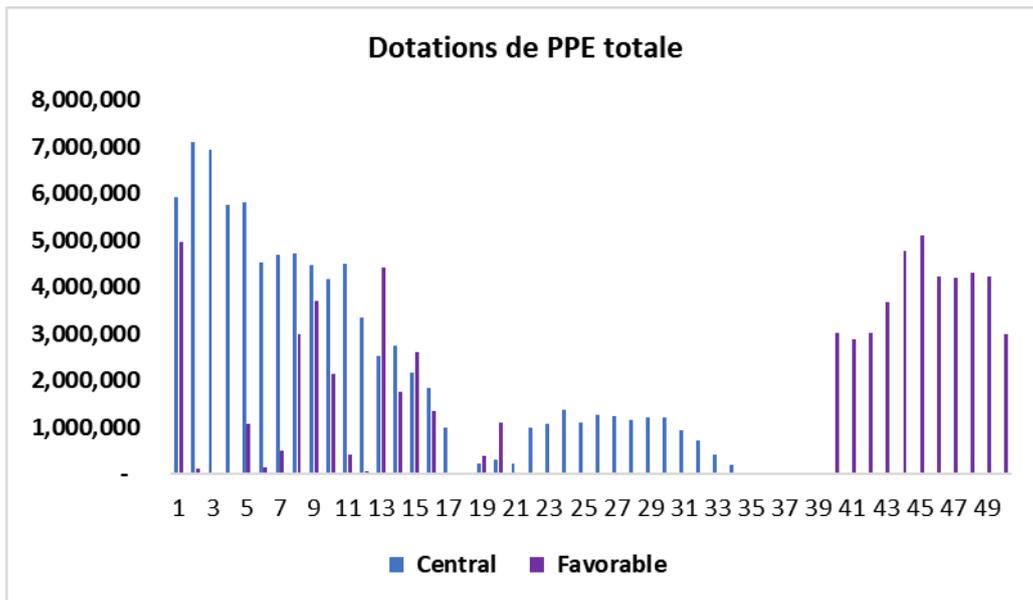


FIGURE 33 – Dotations à la PPE en scénario central vs. favorable

Cette dotation de PPE a lieu plus fréquemment en scénario central qu'en scénario favorable, car le nouvel algorithme sert plus de PB lorsque la situation économique est plus favorable (en fonction du niveau de richesse comme vu précédemment). Dans le scénario central, l'algorithme va avoir moins tendance à servir de la PB, compte tenu des niveaux de rendements financiers ne permettant pas de mobiliser de la richesse pilotable $PVL_{R.343-10}$.

Ainsi, le modèle va avoir moins tendance à satisfaire la contrainte de PB minimale, ce qui va engendrer plus de dotations pour respecter cette contrainte réglementaire (voir l'équation 26).

Il est possible de le voir graphiquement ci-dessous :

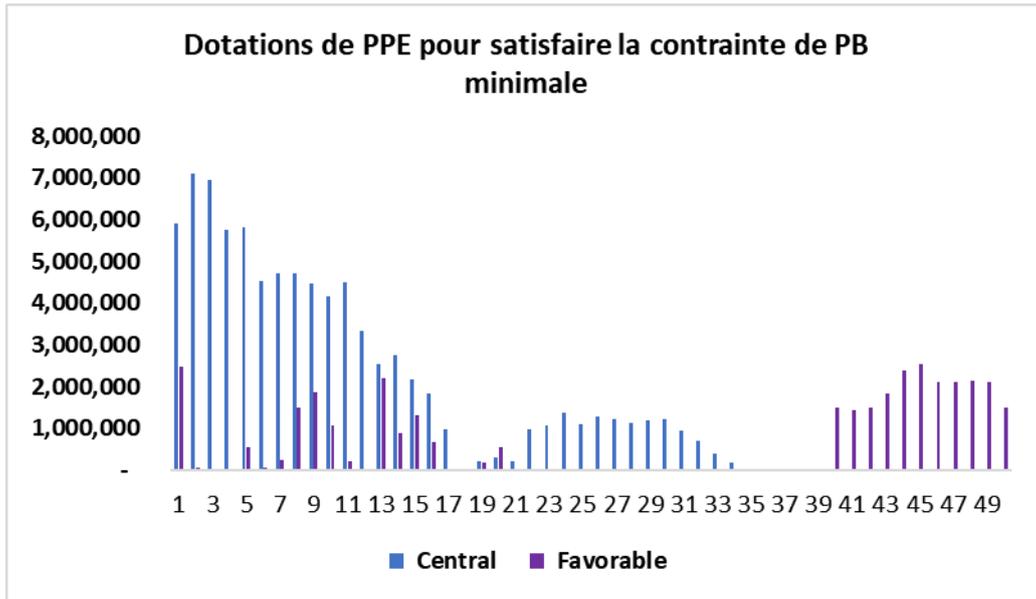


FIGURE 34 – Dotations à la PPE pour satisfaire la contrainte de PB minimale réglementaire en scénario central vs. favorable

Dans le scénario favorable, en fin de projection, il y a plusieurs années durant lesquelles des montants sont dotés à la PPE afin de respecter la condition de PB minimale réglementaire.

Ceci est la résultante du fait que les montants crédités aux PM sont inférieurs à la contrainte de PB minimale réglementaire, pour les deux raisons suivantes :

- les produits financiers baissent puis augmentent ainsi que les PMVR
- le montant cible déterminé par l'algorithme de PB diminue.

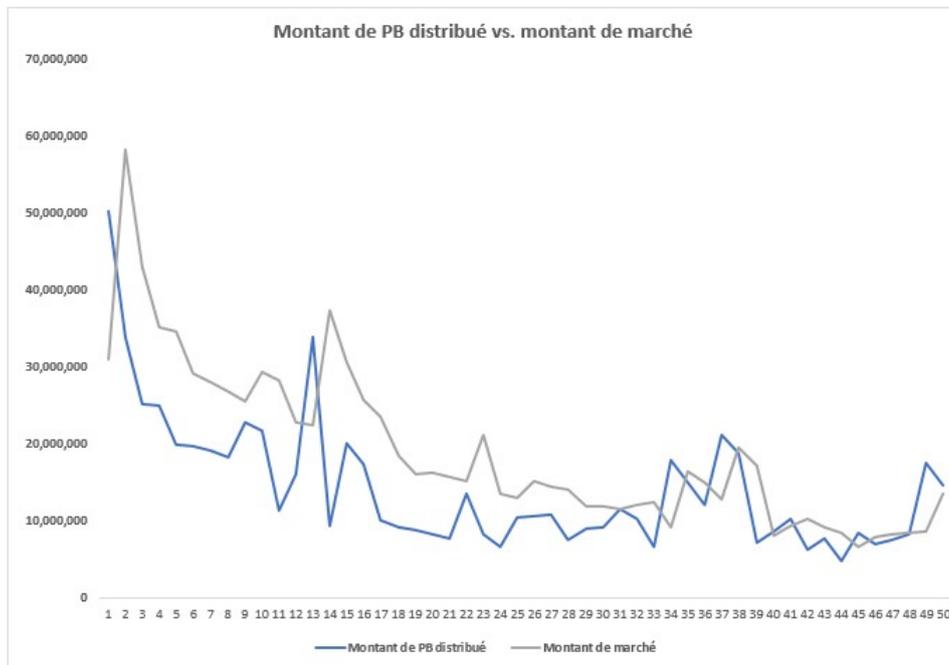


FIGURE 35 – Evolution des montants de PB par rapport au montant de marché

En particulier, il est possible de constater que le taux de marché (et également le montant correspondant, appelé ici "montant de marché") qui est utilisé dans la définition du taux cible diminue autour des années de projections 38 et 39. Ceci est engendré par l'accélération de la diminution des provisions

mathématiques (qui servent d'assiette au calcul du montant). Les deux courbes sont bien entendues fortement corrélées (64.5%) car le montant de PB distribué est dépendant du taux de marché dans le cadre du nouvel algorithme mis en place.

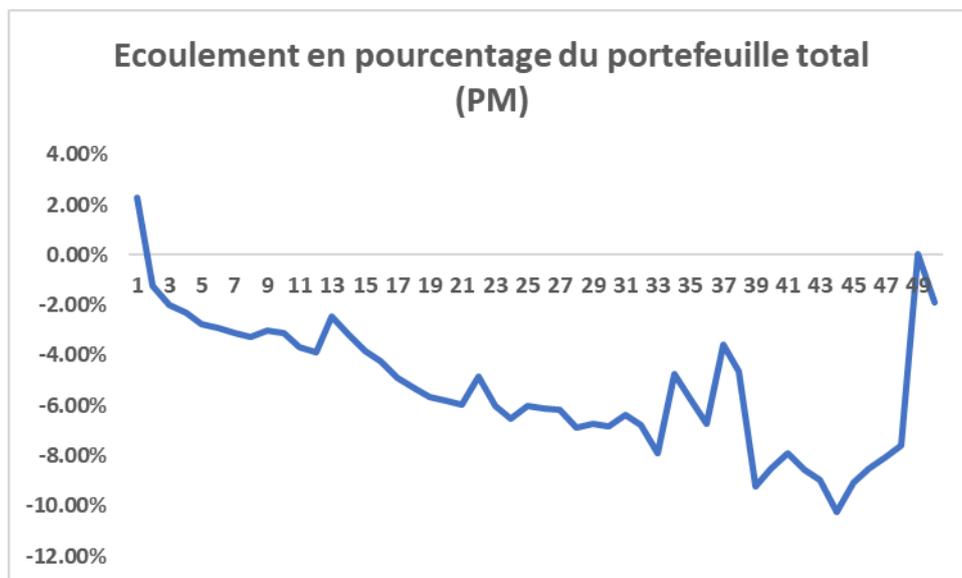


FIGURE 36 – Ecoulement des PM en scénario favorable

Il s'agit donc d'un effet d'assiette.

Conclusion Le nouvel algorithme de PB a une sensibilité importante aux scénarios économiques favorables, puisque dans ces scénarios où les produits financiers et les plus-values disponibles sont abondants, les provisions mathématiques sont plus souvent créditées de taux qui incluent cette richesse mobilisable.

Analysons dès à présent le scénario dit "défavorable" en le comparant à notre scénario central.

Impact d'un scénario économique défavorable sur l'algorithme

Dans ce scénario économique, le BEL augmente de 38.7% par rapport au BEL central.

Ceci s'explique par le fait que les montants crédités sont nettement supérieurs en début de projection en scénario défavorable, ce qui leur accorde naturellement plus de poids dans l'actualisation des flux futurs de prestations (lors du calcul du BEL) (voir l'effet actualisation).

Néanmoins, l'aspect naturel des courbes de taux (taux faibles sur les premières maturités à court terme et plus élevés sur les maturités longues) n'est pas forcément retrouvé dans le scénario défavorable.

A noter qu'il faut raisonner à l'inverse pour les déflateurs car ils sont une fonction décroissante des taux issus des scénarios économiques, voir ci-dessous l'équation :

$$Df_i(t) = \frac{1}{(1 + x(t))^i} \quad (51)$$

avec $x(t)$ le taux correspondant à la maturité i au pas de temps t .

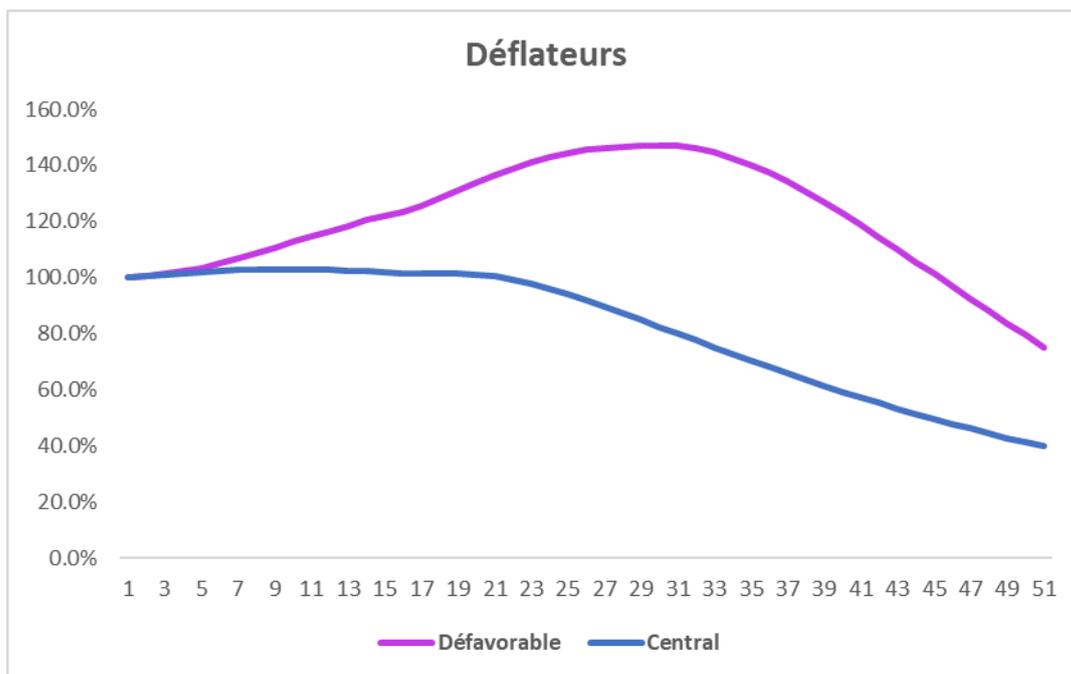


TABLE 26 – Déflateurs utilisés dans le scénario défavorable et dans le scénario central

	2021	2022	2023
Scénario défavorable	37,895,982	52,839,600	47,876,502
Scénario central	30,900,996	30,085,416	29,824,489
Ecart	6,994,986	22,754,184	18,052,012

TABLE 27 – Ecart de montants crédités les 3 premières années de projection entre le scénario central et défavorable

Le profil particulier des taux servant au calcul du déflateur en scénario économique défavorable accorde beaucoup d'importance à partir de l'année 16 (voir le graphique ci-dessous où les montants crédités sont élevés).

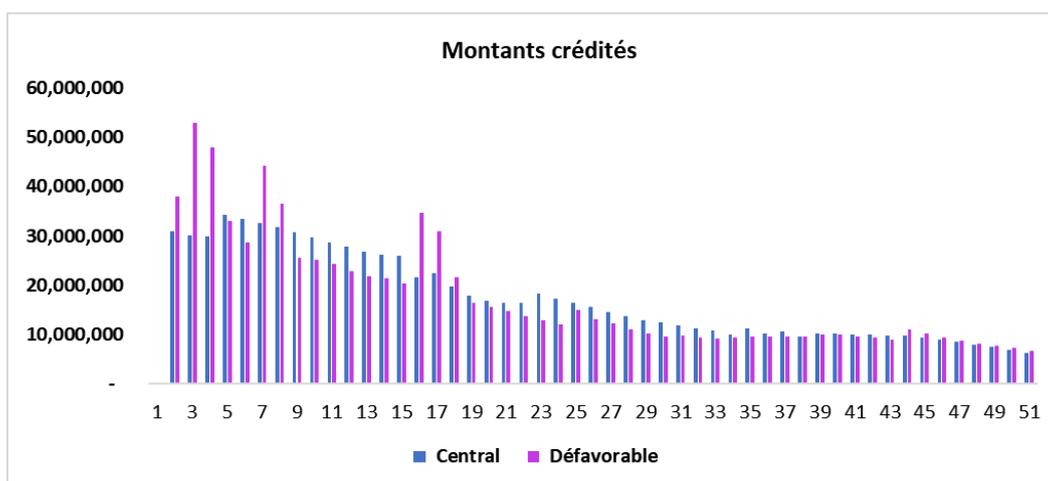


FIGURE 37 – Montants crédités en scénario défavorable par rapport au scénario central

Cet effet d'actualisation permet ainsi de largement dépasser les montants crédités en scénario central (comme indiqué dans le graphique ci-dessous). Il permet ainsi d'expliquer l'écart de BEL aussi important

entre ce scénario et le scénario central.

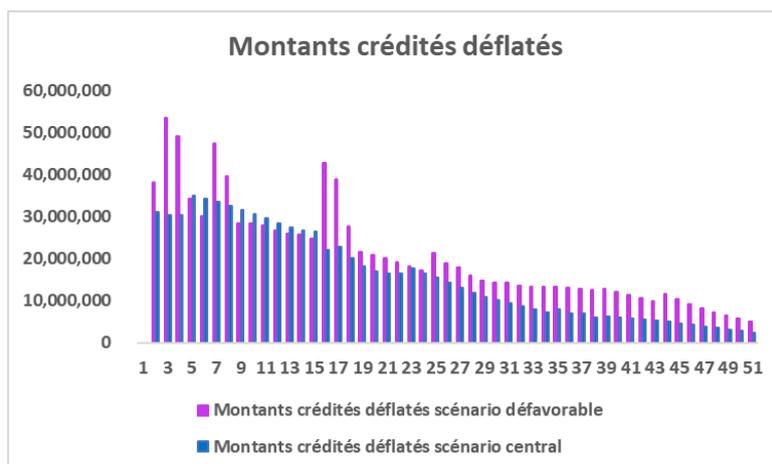


FIGURE 38 – Montants crédités déflatés en scénario défavorable par rapport au scénario central

L'augmentation des montants crédités se matérialise par des PM qui sont plus revalorisées dans ce scénario et par conséquent sont supérieures à celles du scénario central comme il est possible de le voir ci-dessous sur la figure 39.

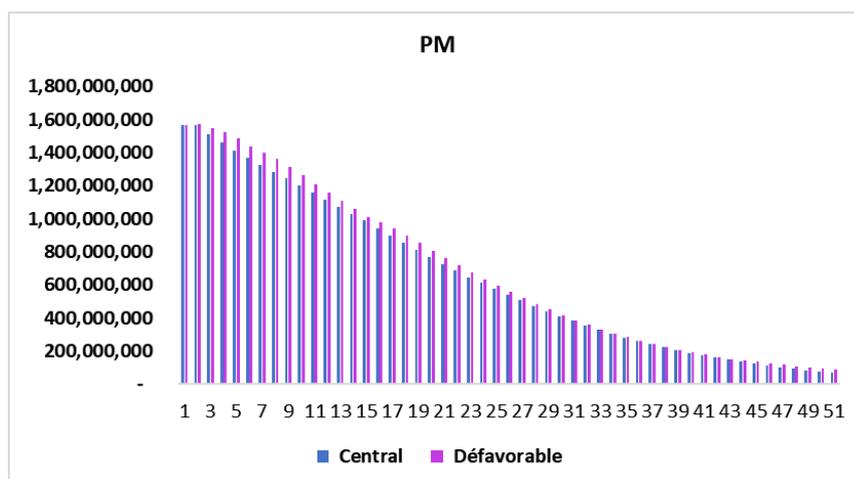


FIGURE 39 – Provisions mathématiques en scénario central vs. scénario défavorable

Voyons désormais comment évoluent les produits financiers dans ce scénario économique :

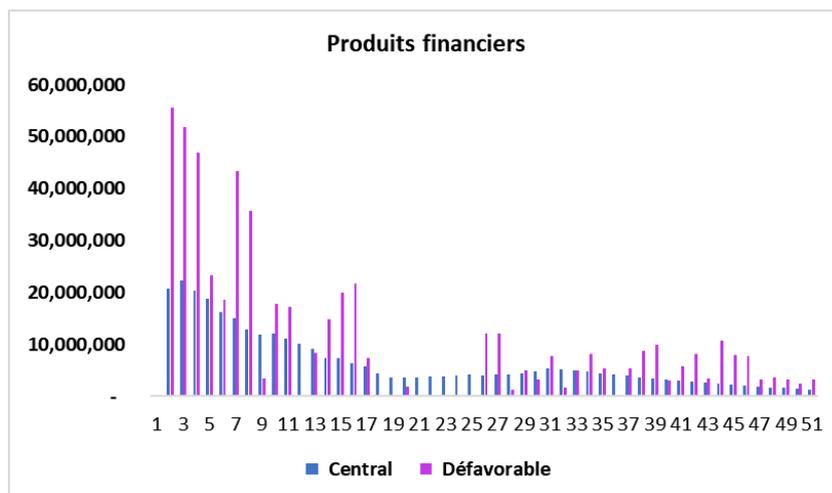


FIGURE 40 – Produits financiers en scénario central vs. scénario défavorable

Les produits financiers sont plus souvent élevés que dans un scénario central au cours des premières années de projection. Ensuite, ils deviennent presque nuls entre les années 18 et 26. En effet, les produits financiers sont ainsi bien plus volatils (en particulier ceux liés aux actions).

Cet effet se matérialise également sur les PVL disponibles qui sont largement supérieures dans ce scénario économique que dans le scénario central.

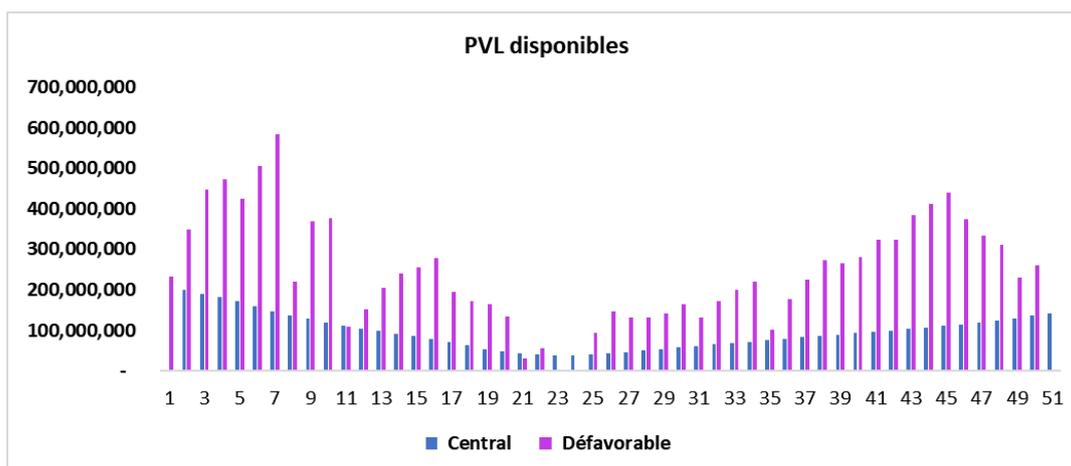


FIGURE 41 – PVL disponibles en scénario central vs. scénario défavorable

La volatilité de ce scénario induit également une fréquence plus élevée de MVL disponibles.

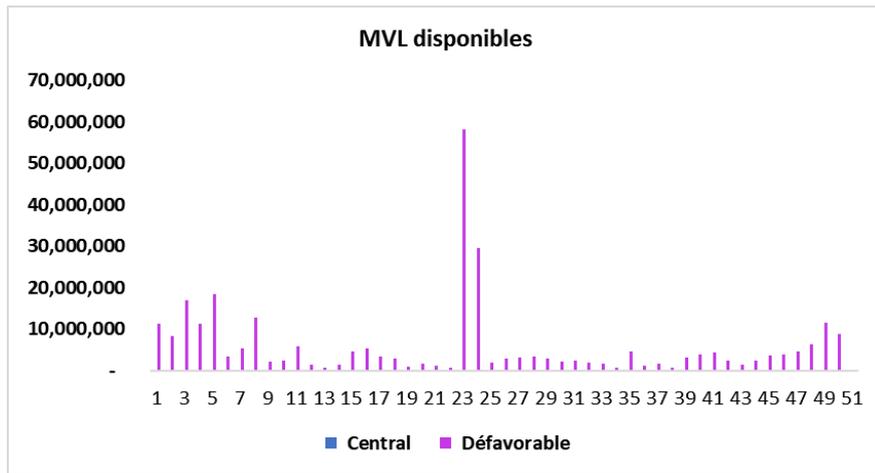


FIGURE 42 – MVL disponibles en scénario central vs. scénario défavorable

Dans ces scénarios extrêmes, l’algorithme de PB va savoir capter ces effets de volatilité afin d’augmenter les niveaux de richesses, richesses minimales et maximales et ainsi permettre de dégager de meilleurs taux cibles.

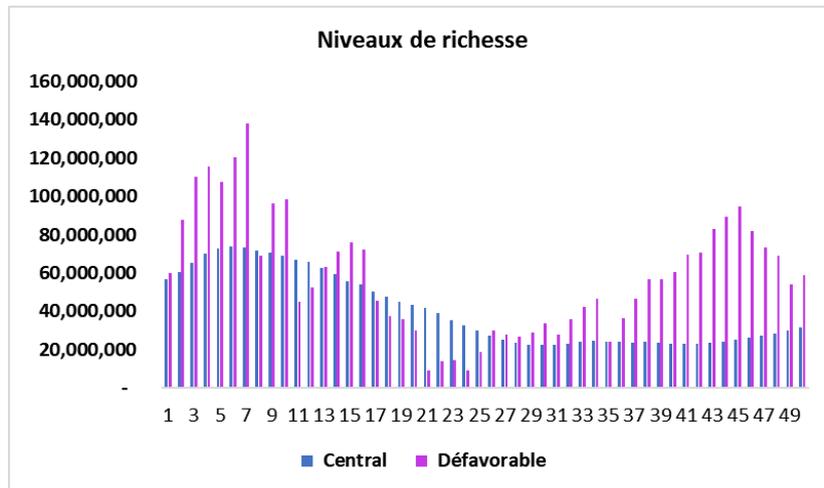


FIGURE 43 – Niveaux de richesse en scénario central vs. scénario défavorable

Le niveau de richesse est meilleur en scénario défavorable par rapport au scénario central bien que les niveaux de PPE soient moindres.

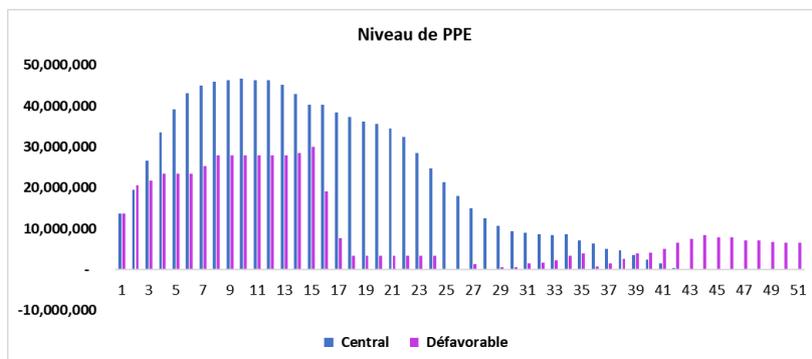


FIGURE 44 – PPE en scénario central vs. scénario défavorable

Ceci est essentiellement dû à ce qu’en scénario central, le modèle a plus souvent besoin de doter la

PPE afin de respecter la contrainte de PB minimale.

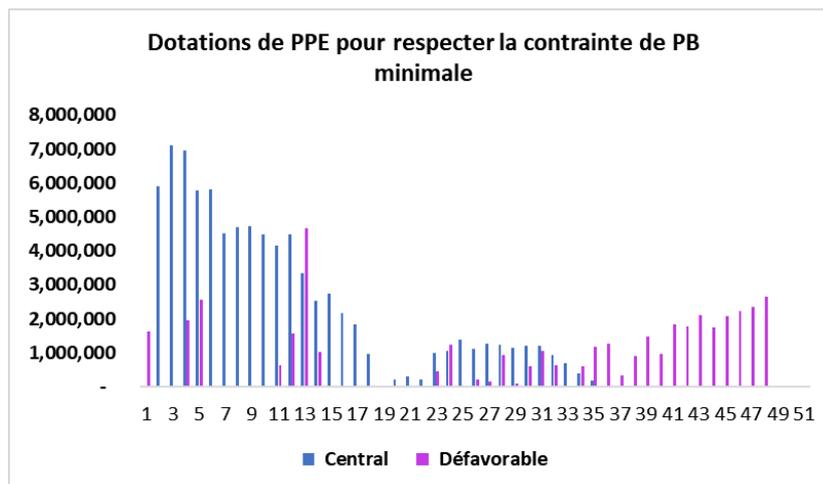


FIGURE 45 – PPE en scénario central vs. scénario défavorable

Ainsi, les montants cibles sont bien meilleurs dans le cas du scénario défavorable que dans le scénario central (comme il est possible de le voir dans la figure 46 ci-dessous).

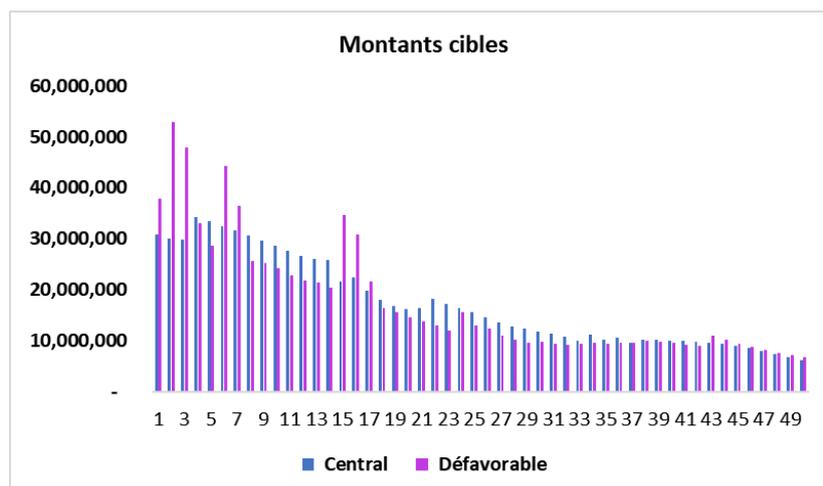


FIGURE 46 – Montants cibles en scénario central vs. scénario défavorable

Conclusion L'augmentation du BEL en scénario défavorable résulte de la nouvelle modélisation de l'algorithme de PB. Le BEL est supérieur dans le cas du scénario défavorable en raison de deux effets :

- un effet lié au déflateur qui a un profil atypique dans ce scénario économique
- ainsi que les montants de revalorisation qui sont plus généreux

Dans ce genre de scénarios économiques générés par l'outil GSE, la volatilité stochastique profite aux assurés car cela permet d'avoir une PB plus importante.

9.5 Comparaison des deux algorithmes de PB dans les deux scénarios adverses

L'objectif de cette partie est d'analyser le comportement de chacun des deux algorithmes de PB les deux scénarios économiques précédemment analysés.

Comparaison des deux algorithmes de PB sur le scénario économique favorable

Il convient dans un premier temps de constater le niveau des montants servis et garantis dans le nouvel algorithme de PB.

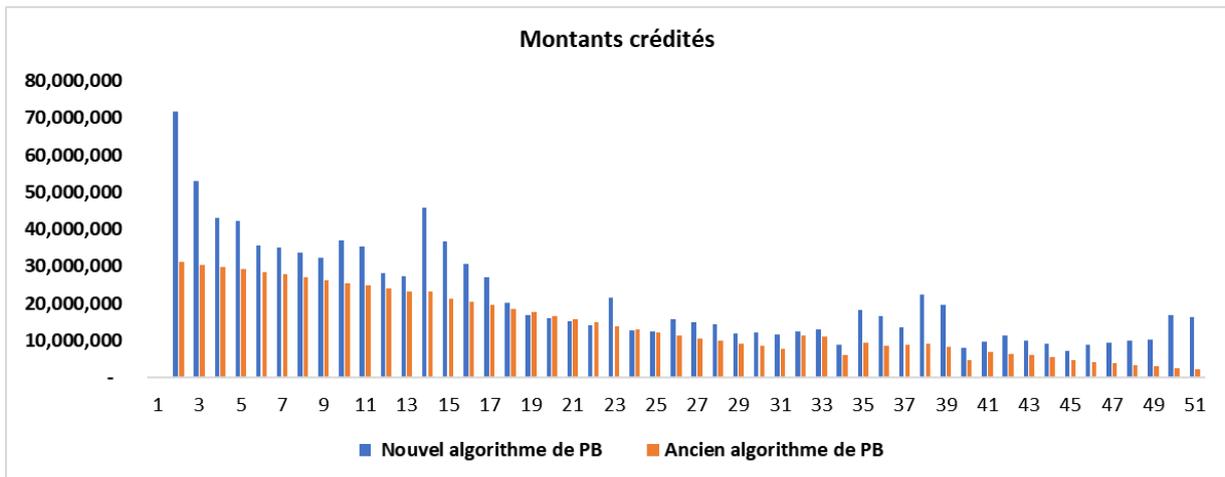


FIGURE 47 – Comparaison entre les montants crédités dans l’ancien algorithme de PB par rapport au nouvel algorithme de PB dans un scénario économique défavorable

Comme attendu, les montants crédités sont meilleurs dans le cas du nouvel algorithme dans ce scénario économique favorable. Ceci a un impact direct sur les provisions mathématiques du portefeuille qui sont meilleures qu’auparavant.

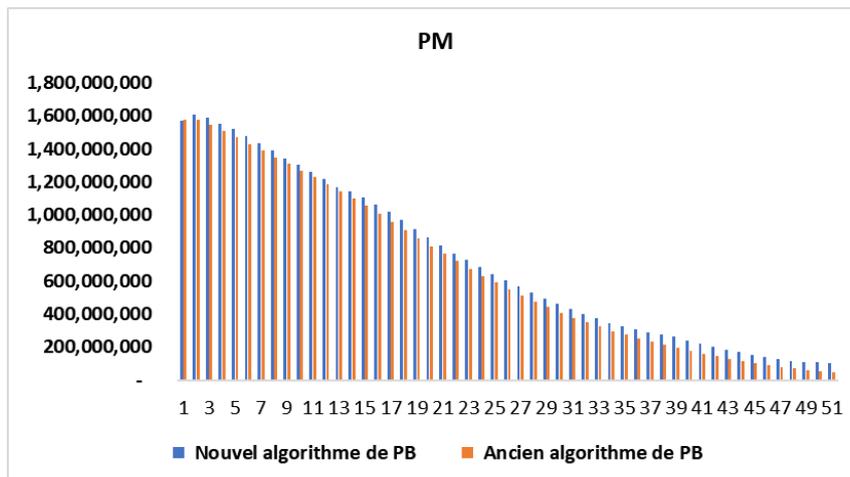


FIGURE 48 – Comparaison des provisions mathématiques avec le nouvel algorithme de PB par rapport à l’ancien en scénario favorable

Voyons ce qui explique ces meilleurs niveaux de taux crédités. Comme il a été décrit dans l’équation 37, lorsque le niveau de richesse est meilleur, l’assureur peut servir aux assurés un meilleur taux.

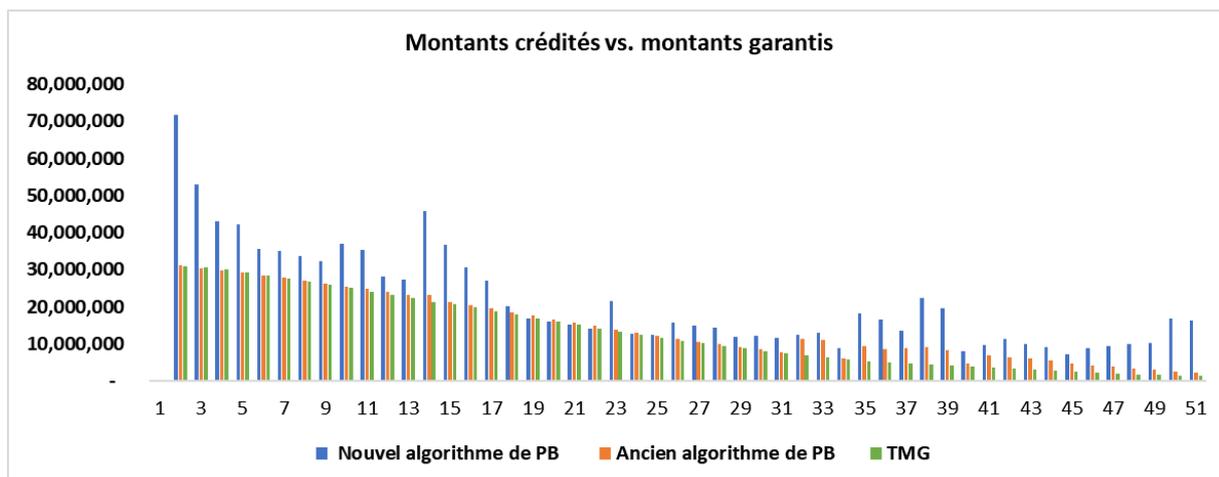


FIGURE 49 – Comparaison des montants crédités et des montants garantis avec le nouvel algorithme de PB par rapport à l’ancien en scénario favorable

L’ancien algorithme de PB ne permet que rarement de servir de la PB (au-delà du TMG) comme il est possible de le voir dans la figure ci-dessus (sauf en fin de projection, horizon à partir duquel la plupart des contrats sont arrivés à maturité). Le nouvel algorithme de PB bénéficie de la richesse latente plus élevée afin de servir des montants supérieurs.

La dotation pour respecter la règle de PB min intervient très souvent, comme il est possible de le voir ci-dessous.

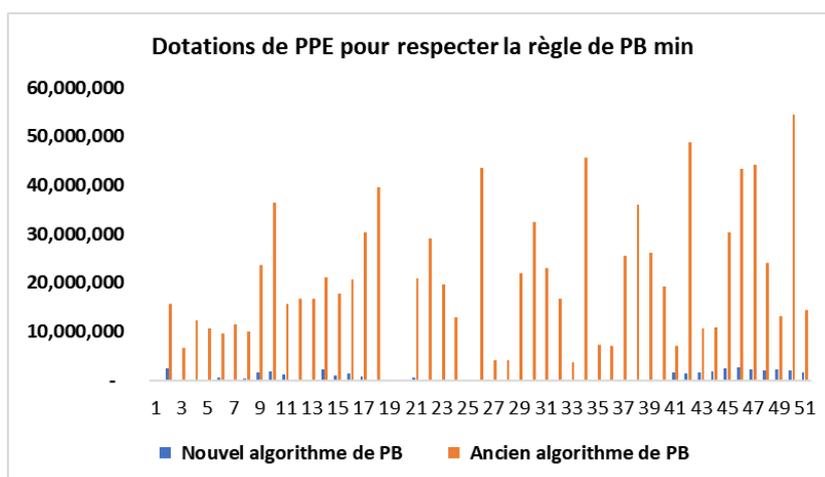


FIGURE 50 – Comparaison de l’évolution de la dotation de PPE afin de respecter la règle de PB minimale entre le nouvel algorithme de PB par rapport à l’ancien en scénario favorable

D’autre part, la PPE augmente fortement dans le cadre de l’ancien modèle car, le modèle ne servant presque jamais de PB, la règle de PB min n’est que rarement satisfaite.

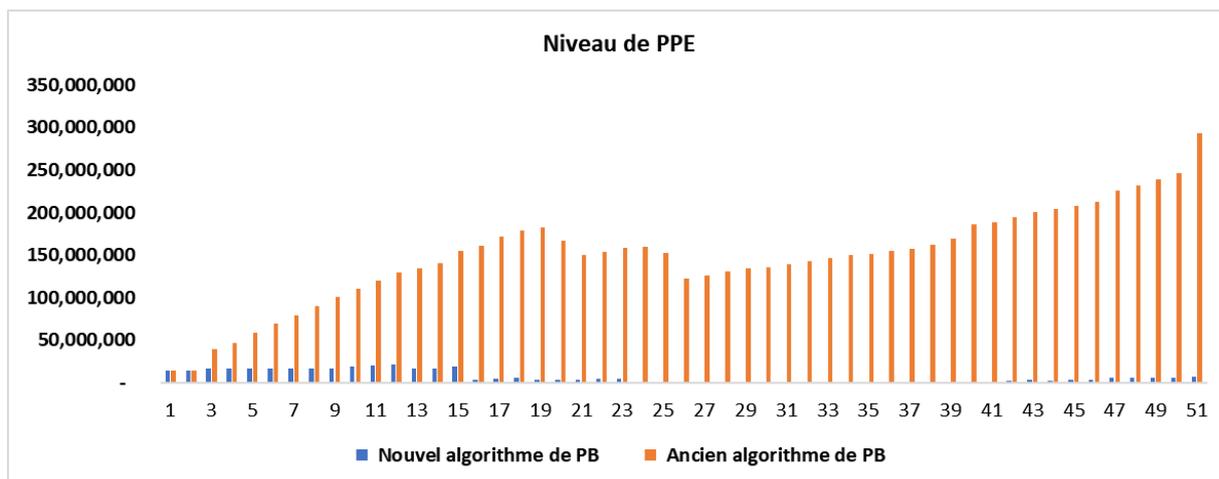


FIGURE 51 – Comparaison de l'évolution de la PPE entre le nouvel algorithme de PB par rapport à l'ancien en scénario favorable

La PPE augmente beaucoup moins et est beaucoup plus lissée et stable dans le temps de par l'implémentation du roulement de PPE. En effet, cette implémentation garantit que la PPE reste stable dans le temps grâce à un mécanisme de dotation/reprise optimisé comme indiqué dans la partie relative à la gestion de la PPE.

Il en est de même sur les reprises de PPE, qui sont très rares dans le cas du nouvel algorithme de PB.

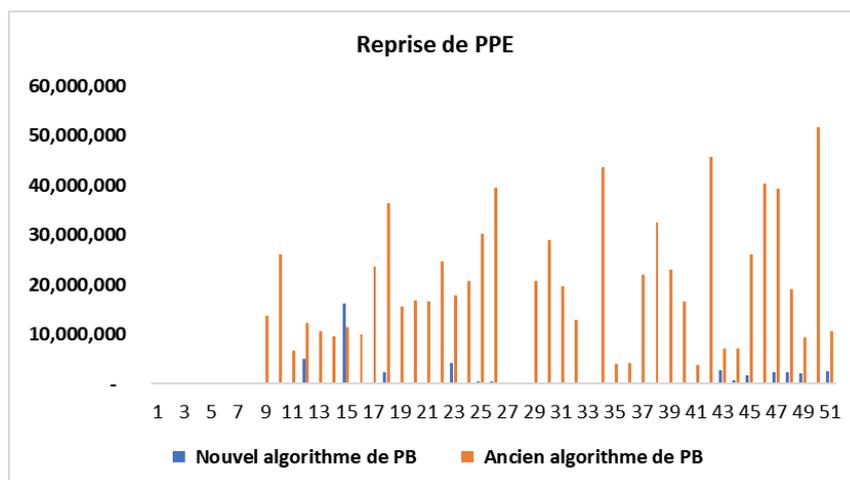


FIGURE 52 – Comparaison de la reprise de PPE entre le nouvel algorithme de PB par rapport à l'ancien en scénario favorable

Comme il a pu être vu dans la figure 11, la richesse disponible en portefeuille de l'assureur permet de moduler le montant à servir et représente plus fidèlement la gestion d'un assureur vie.

Conclusion Il a pu être vu dans cette partie que la modélisation actuarielle du nouvel algorithme de PB permet aux assurés de profiter d'un meilleur taux servi lorsque les conditions de marché sont favorables à l'assuré (comme cela peut être le cas dans ce scénario économique favorable).

En outre, l'ancien algorithme de PB ne permet pas de bénéficier des conditions de marchés avantageuses et ne suffit qu'à servir les montants garantis.

Comparaison des deux algorithmes de PB sur le scénario économique défavorable

L'objectif de cette sous-partie est d'analyser le comportement du nouveau modèle dans une situation économique défavorable et le comparer à celui de l'ancien modèle (incluant l'algorithme de PB originel).

Il convient dans un premier temps d'analyser les niveaux de montants servis et garantis dans les deux modèles.

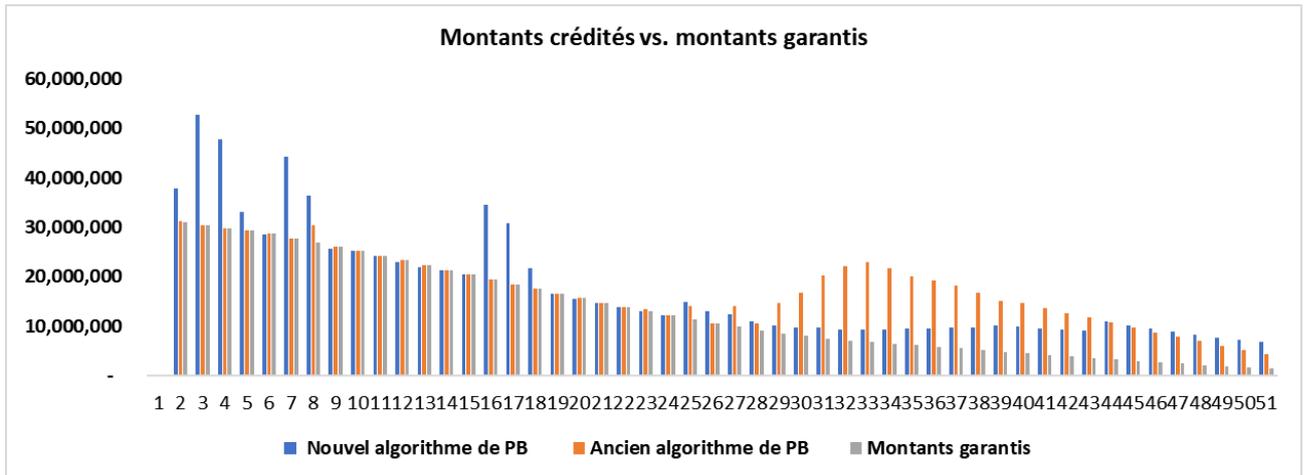


FIGURE 53 – Comparaison des montants crédités et garantis entre les deux algorithmes de PB dans un scénario économique défavorable

Le nouvel algorithme permet très souvent (sauf à partir de la 30^{ème} année de projection pendant une dizaine d'année) de servir des taux meilleurs que dans le cadre de l'ancien algorithme. Il permet en effet de modéliser le taux à servir en fonction de la richesse disponible (PPE + PMVL mobilisables).

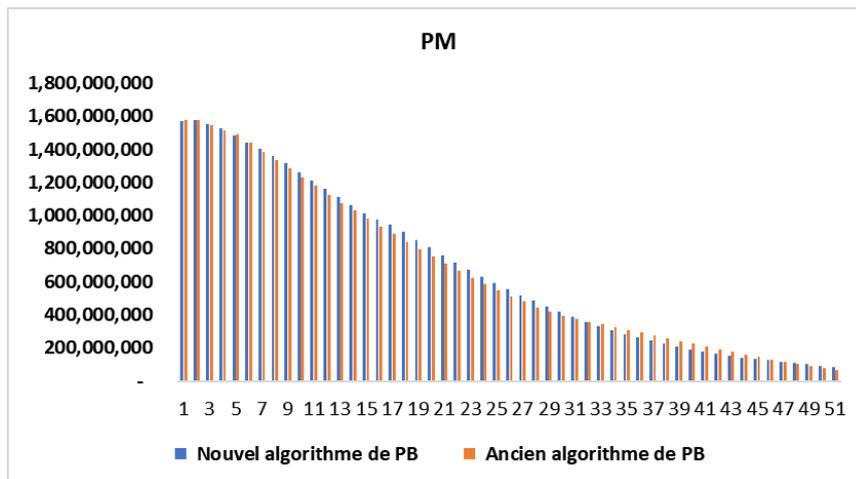


FIGURE 54 – Comparaison des provisions mathématiques entre les deux algorithmes de PB dans un scénario économique défavorable

Ainsi, comme il peut être vu, la plupart du temps, les montants crédités sont supérieurs dans le cas du nouvel algorithme, ce qui fait que les PM sont supérieures pour le nouvel algorithme, sauf pendant une dizaine d'année à partir de la 30^{ème} année.

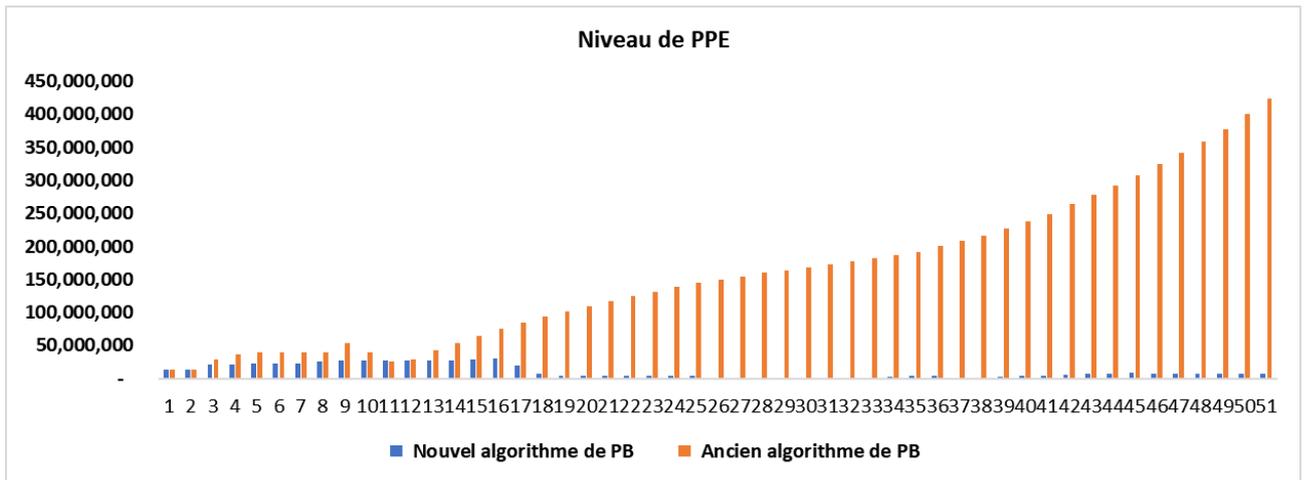


FIGURE 55 – Comparaison du niveau de PPE entre les deux algorithmes de PB dans un scénario économique défavorable

Le niveau de PPE est stable dans le cas du nouvel algorithme de PPE grâce au mécanisme de dotation/reprise de PPE qui est basée sur une méthode de roulement qui lisse la reprise et le pilotage de cette réserve stratégique. Dans le cas de l'ancien algorithme, le niveau de PPE explose et atteint des sommets.

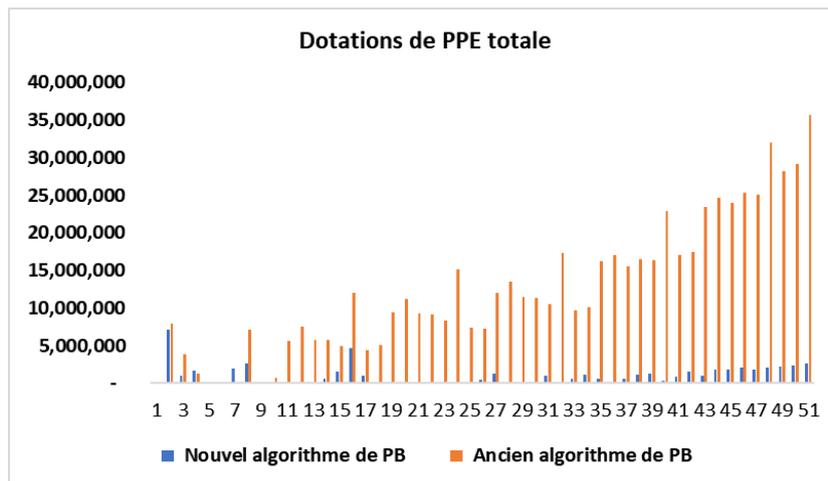


FIGURE 56 – Comparaison des dotations de PPE entre les deux algorithmes de PB dans un scénario économique défavorable

Les dotations de PPE sont ainsi très élevées et largement supérieures aux reprises de PPE avec l'ancien algorithme.

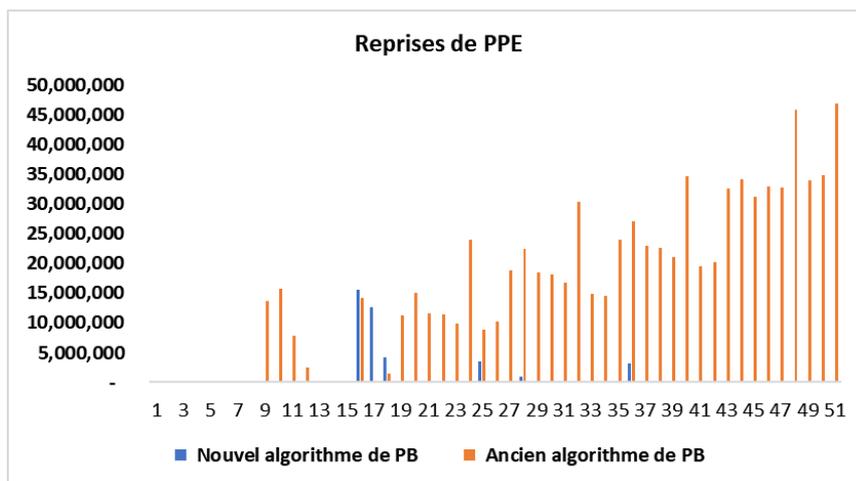


FIGURE 57 – Reprise de PPE

Les dotations de PPE élevées dans le cas de l’ancien algorithme s’expliquent par les besoins de dotations afin de respecter la contrainte minimale de PB comme il est possible de le voir ci-dessous.

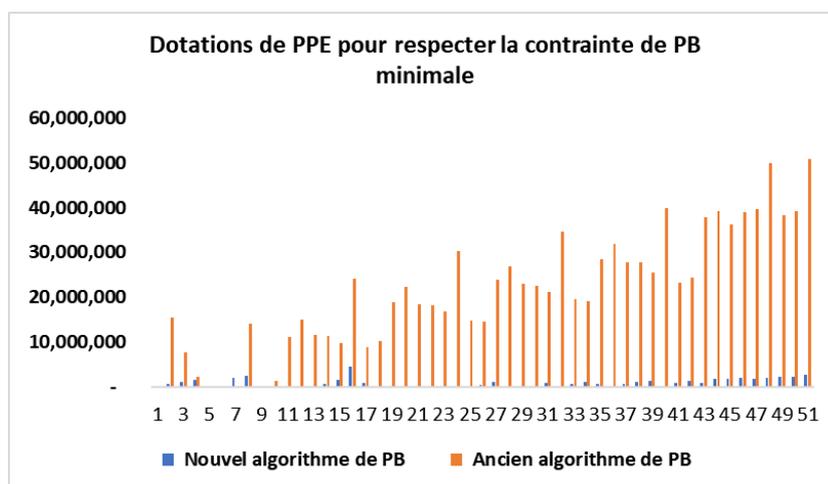


FIGURE 58 – Dotations de PP afin de respecter la contrainte minimale réglementaire

Le niveau de PPE augmente tellement que l’ancien algorithme doit puiser dedans afin de l’épurer et surtout de respecter la règle du plafonnement de la PPE (à 4% des PM).

Enfin, les PVL disponibles sont plus souvent importantes et permettent de financer la politique de distribution de PB dans le cas du nouvel algorithme.

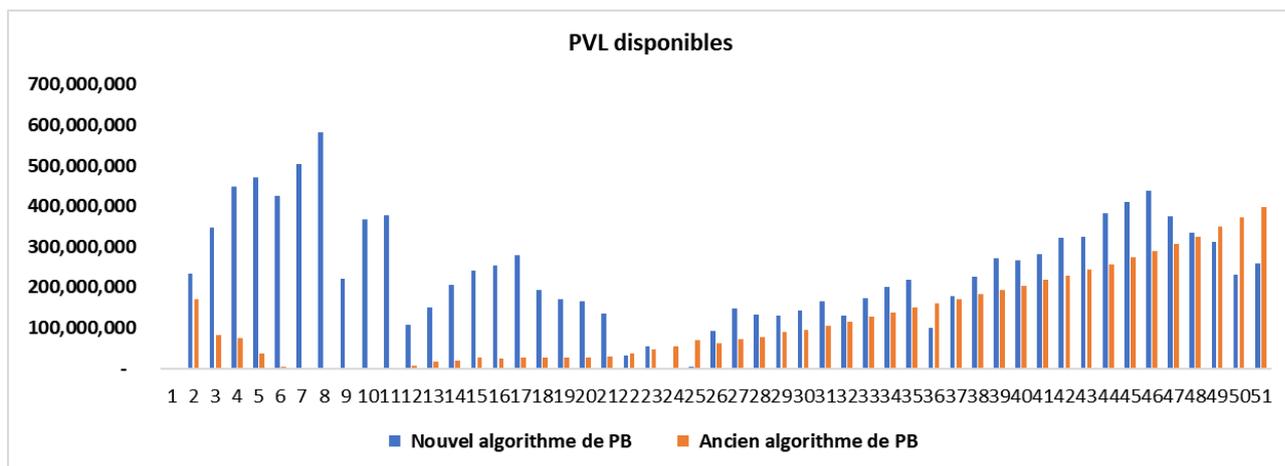


FIGURE 59 – Comparaison des PVL disponibles entre l’ancien algorithme et le nouvel algorithme de PB dans un scénario économique défavorable

De surcroît, la nouvelle politique de distribution de PB permet la réalisation plus fréquente de PVL afin de financer les montants servis.

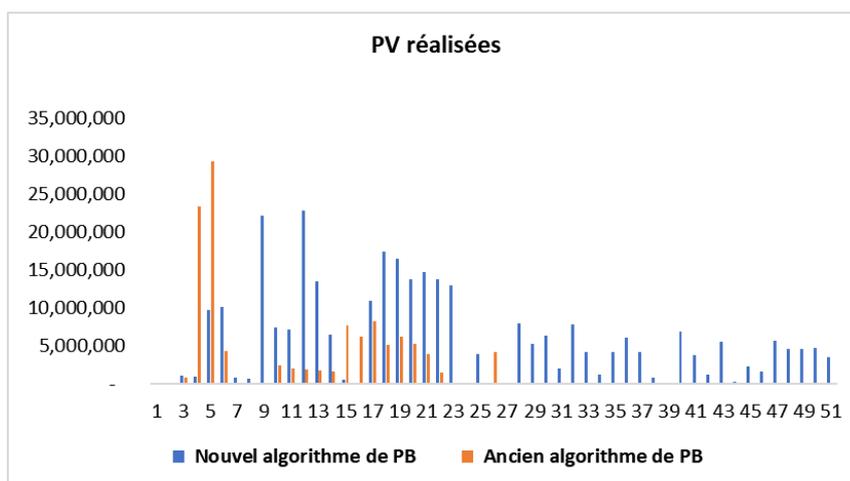


FIGURE 60 – Comparaison des plus-values réalisées entre l’ancien algorithme et le nouvel algorithme de PB dans un scénario économique défavorable

Notamment, il est possible de remarquer que la réalisation de plus-values en fin de projection permet de servir des montants aux assurés supérieurs à ceux de l’ancien algorithme.

Conclusion Dans un scénario économique défavorable, le nouvel algorithme de PB permet tout de même de moduler la distribution de PB en fonction de la richesse disponible de l’assureur pour servir un taux de PB aux assurés. Ainsi, les stocks de PVL disponibles sont plus souvent utilisés, tandis que l’évolution de la PPE est stabilisée grâce à la modélisation du roulement de PPE.

La réalisation de PVL est favorisée afin de pouvoir distribuer un montant toujours supérieur au montant garanti, y compris dans ce scénario défavorable. L’ancien algorithme de PB ne bénéficiant ni de lissage de la PPE par roulement, ou bien d’une dynamique permettant de profiter des années fastes, empêche la bonne distribution de PB, qui n’a lieu que lorsque la PPE doit être reprise afin de respecter le plafonnement de celle-ci (en proportion des PM).

Il convient désormais de voir les effets stochastiques de l’implémentation du nouvel algorithme de PB sur le bilan de l’assureur.

9.6 Impacts du nouvel algorithme de PB sur les BEL et SCR stochastiques

Ci-dessous l'impact sur le BEL stochastique en scénario central, et pour rappel ci-après les chiffres avec l'algorithme de PB originel.

Global (avec nouvel algorithme de PB)		
BEL	BEG	FDB
2,291.2	1,944.9	346.3

TABLE 28 – BEL stochastique après implémentation du nouvel algorithme de PB

Global (avec l'algorithme de PB originel)		
BEL	BEG	FDB
2,066.3	1,944.9	121.4

TABLE 29 – BEL stochastique avant implémentation du nouvel algorithme de PB

Analyse du BEL Base Case Le BEL Base Case a notoirement augmenté (augmentation d'environ 11%), de par le fait que le nouvel algorithme de PB sert plus de participation aux bénéficiaires par rapport à l'algorithme originel. En effet, en analysant davantage les impacts, il apparaît que ce sont les sinistres et en particulier les paiements de rentes qui augmentent le plus à la suite de la mise en place du nouvel algorithme de PB. Le BEG ne change pas car la modélisation incluant le nouvel algorithme de PB n'affecte que la PB et la modélisation ALM associée. Pour rappel, dans un scénario "BEG", la PB est désactivée.

Analyse des BEL et SCR stochastiques Il est possible d'avoir une vue plus granulaire du BEL par ligne de business, afin de voir les principaux déterminants de l'augmentation.

Ci-dessous, sans surprise l'impact principal vient de la retraite :

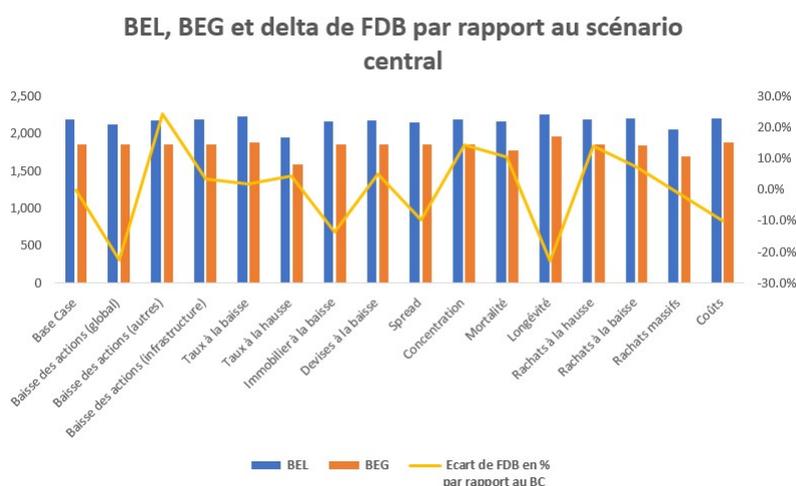


FIGURE 61 – BEL sto, BEG et FDB en millions d'€ pour chacun des chocs SCR pour le portefeuille de retraite

La FDB a nettement augmenté par rapport à l'ancien algorithme de PB, ce qui s'explique par l'augmentation du BEL dans la quasi majorité des chocs.

Ci-dessous, une comparaison entre les BEL avant et après nouvel algorithme de PB :

Choc appliqué	Retraite			
	BEL après algo PB	BEL avant algo PB	Delta (en M€)	Delta (en %)
Base Case	2,195	1,967	228	11.6%
Baisse des actions (global)	2,119	1,960	158	8.1%
Baisse des actions (autres)	2,184	1,967	217	11.0%
Baisse des actions (infrastructure)	2,195	1,967	228	11.6%
Taux à la baisse	2,237	2,001	236	11.8%
Taux à la hausse	1,951	1,669	282	16.9%
Immobilier à la baisse	2,168	1,967	201	10.2%
Devises à la baisse	2,184	1,967	217	11.1%
Spread	2,152	1,967	185	9.4%
Concentration	2,195	1,967	228	11.6%
Mortalité	2,160	1,888	271	14.4%
Longévité	2,261	2,066	195	9.5%
Rachats à la hausse	2,187	1,998	189	9.4%
Rachats à la baisse	2,209	1,933	276	14.3%
Rachats massifs	2,056	1,758	299	17.0%
Coûts	2,208	2,004	203	10.1%

TABLE 30 – BEL sto retraite avant vs. après algo de PB pour chacun des chocs SCR

L'augmentation la plus importante du BEL a lieu pour les chocs de taux à la hausse, ainsi qu'en cas de rachats massifs ou à la baisse. L'augmentation la moins importante a lieu pour les chocs baisse des actions, hausse des rachats et longévité.

Analyse du BEL choc taux à la hausse Dans un scénario de hausse de taux, les rendements des actifs augmentent, les déflateurs diminuent ce qui entraîne une diminution des valeurs actualisées (notamment les prestations actualisées). Le BEL diminuant plus que la MV, il n'y a pas de changement par rapport à l'ancienne modélisation et le SCR net est nul.

Analyse de l'augmentation du BEL rachats massifs Le choc de rachats massifs induit une hausse absolue de 40% des rachats en année 1.

La formule du calcul du Best Estimate est la suivante :

$$BEL = VAN_{\text{Prestations}} + VAN_{\text{commissions}} + VAN_{\text{coûts}} - VAN_{\text{primes}} \quad (52)$$

La VAN des coûts se décompose ainsi :

$$VAN_{\text{coûts}} = VAN_{\text{coûts variables}} + VAN_{\text{coûts variables}} \quad (53)$$

avec

$$VAN_{\text{coûts variables}} = VAN(\text{Primes} \times \text{coûts d'acquisition}) + VAN(\text{Reserves} \times \text{coûts de gestion}) \quad (54)$$

et

$$VAN_{\text{coûts fixes}} = VAN(\text{Nombre de contrats} \times \text{coûts fixes par police}) + VAN(\text{Nombre de sinistres} \times \text{coût d'un sinistre}) \quad (55)$$

Ci-dessous la décomposition du BEL en ses 3 composantes :

- BEL prestations
- BEL primes
- BEL commissions et coûts (il a été décidé de regrouper les deux composantes en une seule dans le modèle)

	BE prestations	BE primes	BE commissions et coûts
Modèle original	1,735,724,689	- 41,713,584	62,045,985
Nouveau modèle	2,026,186,411	- 41,713,584	71,968,703

TABLE 31 – Décomposition du BEL (chiffres en €) en Choc rachats massifs sur le portefeuille Retraite avant et après modélisation de l'algorithme de PB

Le BEL prestations augmente de près de 17% par l'effet revalorisation plus important dans le cadre de la nouvelle implémentation. Le BEL primes reste le même entre les deux modèles car il est déterministe (il n'y a pas d'aléa autour du versement des primes régulières, qui rentrent bien la frontière des contrats S2). Enfin, le BEL commissions et coûts augmente mécaniquement par un effet d'assiette (augmentation des PM sous-jacentes qui sont plus revalorisées dans le cadre de la nouvelle modélisation).

Analyse du BEL baisse des actions Une chute des actions a un effet sur le bilan via la diminution de la valeur de marché des actions, qui diminue automatiquement les PVL sur les actions.

	MV actions
Base Case	955,443,175
Choc actions	794,693,798

TABLE 32 – Baisse de la valeur de marché (chiffres en €) suite au choc actions

Ce mécanisme de baisse des PVL sur les actions a une incidence directe sur la PB, car les PVL des actions sont directement mobilisables pour alimenter les produits financiers qui vont ensuite être à (au moins) 85% distribués aux assurés. Cette distribution se voit dans les BEL prestations qui vont augmenter, ou alors être impactées en cas de choc.

	BE prestations	BE primes	BE commissions et coûts
Modèle originel	1,891,466,998	- 41,713,584	110,489,029
Nouveau modèle	2,047,921,810	- 41,713,584	112,460,666

TABLE 33 – Décomposition du BEL (chiffres en €) en Choc actions sur le produit Retraite avant et après modélisation de l'algorithme de PB

	BE prestations	BE primes	BE commissions et coûts
Base Case	2,121,140,249	- 41,713,584	115,994,194
Choc actions	2,047,921,810	- 41,713,584	112,460,666

TABLE 34 – Décomposition du BEL (chiffres en €) sur le produit Retraite avant et après choc actions

L'impact d'un choc sur les actions fait diminuer le BEL via la PB, ainsi que les PM, assiette étant utilisée par le calcul des BEL commissions et coûts (car les PM sont moins revalorisées).

Les conclusions sont différentes sur le BEL Epargne.

Choc appliqué	Euros & UC		
	BEL après algo de PB	BEL avant algo de PB	Delta
Base Case	96	99	-3
Baisse des actions (global)	95	99	-4
Baisse des actions (autres)	95	98	-4
Baisse des actions (infrastructure)	96	99	-3
Taux à la baisse	96	99	-3
Taux à la hausse	93	92	1
Immobilier à la baisse	95	99	-4
Devises à la baisse	96	99	-3
Spread	95	99	-4
Concentration	96	99	-3
Mortalité	96	99	-3
Longévité	96	99	-3
Rachats à la hausse	95	98	-3
Rachats à la baisse	99	99	-1
Rachats massifs	96	94	2
Coûts	96	100	-3

TABLE 35 – Comparaison des BEL Epargne avant et après implémentation de l'algorithme de PB pour chacun des chocs SCR

Le BEL baisse pour les chocs actions global, autres et infrastructure. La moindre baisse du BEL suite au choc de taux à la hausse (par rapport à l'ancien modèle) s'explique essentiellement par le fait que le nouvel algorithme de PB est basé sur un taux de marché qui évolue selon les conditions économiques et la richesse de l'assureur. Quand le niveau de richesse de l'assureur augmente, cela entraîne mécaniquement la hausse des taux à servir, comme on peut le voir sur la figure 11 (et permet de compenser la hausse des rachats dynamiques). Le BEL en cas de rachats massifs reste stable car le BEL central étant plus élevé initialement, le fait qu'il y ait des rachats massifs en début de projection va avoir un impact sur les premières années de projection. Mais au cours de la projection, la participation aux bénéfices va combler ce manque à gagner et l'effet va être contenu en partie (mécanisme d'absorption des chocs à l'actif par le passif). Enfin, le choc de rachats à la baisse fait augmenter le BEL épargne. En effet, avec le nouvel algorithme de PB, les assurés captent mieux les effets d'asymétrie assuré/assureur :

- Auparavant, il n'y avait quasiment pas de PB distribuée (mis à part la condition de PB min)
- Avec le nouveau modèle, en cas de scénarios extrêmes (favorables ou défavorables), le taux de marché ainsi que les niveaux de richesse permettent de capter cette volatilité et de mieux revaloriser les contrats (c'est ce qui pourra être vu dans la sous-section 9.4).

Ainsi, en cas de diminution des rachats, les assurés ont de meilleurs niveaux de prestations qu'auparavant.

Impact sur le SCR Le nouvel algorithme de PB induit une hausse du ratio de solvabilité car les SCR diminuent fortement grâce à la forte capacité d'absorption.

SCR Souscription	
SCRlife	100.6
Diversification	24.0
Si risk componenti	124.6
nSCRlife	43.9
Diversification	13.3
Si risk componenti	57.1

FIGURE 62 – SCR de souscription avec le nouvel algorithme de PB

Le SCR net de souscription diminue fortement sous l'effet de la forte baisse du SCR de longévité (due à la forte hausse du BEL choqué par la longévité) ainsi que de celle du SCR rachats (le portefeuille étant sensible aux rachats à la baisse désormais).

SCR de marché	
SCRmkt	279.6
Diversification	46.6
Si risk componenti	326.3
nSCRmkt	133.4
Diversification	25.6
Si risk componenti	159.0

FIGURE 63 – SCR de marché avec le nouvel algorithme de PB

Le SCR net de marché diminue fortement sous l'effet de la forte baisse du SCR actions (due à la forte absorption par la PB des chocs à l'actif) ainsi que de celle du SCR immobilier qui a complètement disparu (il s'agit également d'un effet d'absorption des chocs par la PB via la richesse pilotable).

Ratio de solvabilité (avec ancien algorithme de PB)	
SCR	230.4
FP S2	332.0
Ratio S2	144%

Ratio de solvabilité (avec nouvel algorithme de PB)	
SCR	131.9
FP S2	203.5
Ratio S2	154%

FIGURE 64 – Ratio de solvabilité avec l’ancien et le nouvel algorithme de PB

Finalement, le SCR total baisse fortement (de près de 100 millions d’€), de même pour les fonds propres calculés sous S2 (de près de 130 millions d’€ à cause de la forte augmentation du BEL Base Case).

Néanmoins, le ratio de solvabilité augmente tout de même de 10 points.

Conclusion Le BEL après implémentation du nouvel algorithme de PB augmente de près de 11%, essentiellement en raison de la hausse des prestations actualisées, notamment pour la partie relative aux rentes (qui composent la plus grosse part du portefeuille), des annuités qui sont revalorisées à des TMG relativement élevés, mais qui bénéficient aussi de la PB dans des scénarios économiques très favorables (ainsi que de la règle de reprise des 8 ans). Le BEL € + UC n’est pas très impacté par la modélisation et reste assez stable (diminution de 1 million sur une assiette de 100 millions d’€, soit une diminution de 1%). Ceci s’explique par deux éléments :

- Le portefeuille de passif en € est très faible
- Ce portefeuille a un TMG nul

Ainsi, le modèle devant servir des TMG élevés (plus des 2/3 du portefeuille de rentes sont à TMG supérieur à 2%) pour le portefeuille de rentes qui compose 96% du total des PM, la part de PB est concentrée sur ce segment.

D’autre part, le ratio de solvabilité gagne 10 points grâce à la forte hausse du BEL, car la participation aux bénéfices permet d’absorber les chocs résultant de l’actif (notamment sur les actions et l’immobilier, car dans les scénarios où les PMVL diminuent, une partie du choc est répercuté sur les assurés via la PB). La nouvelle implémentation permet donc à l’assureur vie étudié de gagner en solvabilité.

Quatrième partie

Conclusion et Ouverture

La nouvelle implémentation de l'algorithme de participation aux bénéfices dans le modèle ALM accorde à l'assureur une meilleure estimation de la charge de la PB ainsi qu'un meilleur pilotage de son actif pour atteindre les cibles de taux qu'il se fixe. Il s'agit d'un besoin aussi bien réglementaire (dans le cadre de Solvabilité 2) que prudentiel, car les autorités de contrôle poussent les assureurs à revoir leurs modélisations de la stratégie de PB afin qu'elles soient plus le plus en adéquation avec les pratiques de gestion appliquées dans la réalité.

L'algorithme de PB mis en place a été calibré à l'aide de données historiques d'un organisme d'assurance vie qui ont été modifiées afin de garantir son anonymat.

L'implémentation de l'algorithme de PB a été réalisée dans un modèle ALM existant qui contenait une ancienne modélisation de la stratégie de PB, et a conduit à estimer plusieurs impacts sur des métriques de risque et de rentabilité dans un référentiel Solvabilité 2. Le BEL base case augmente en raison d'une meilleure revalorisation future des provisions mathématiques, ce qui augmente également la FDB. Ainsi, les taux crédités aux assurés sont en moyenne plus élevés du fait que le nouveau taux à servir permet de mieux tenir compte de la richesse de l'assureur vie. La volatilité stochastique est effectivement plus avantageuse pour les assurés car celle-ci leur permet de leur offrir une meilleure PB.

En effet, l'asymétrie existante entre l'assureur et les assurés permet à ces derniers d'être avantagés dans les scénarios économiques favorables (les rendements des actifs étant meilleurs) tandis que l'assureur subit seul les effets liés aux scénarios défavorables : en particulier, l'assureur doit toujours pouvoir à minima financer les TMG contractuels et satisfaire les autres garanties réglementaires comme la règle de PB minimale). L'assureur vie étudié dans ce mémoire se doit d'immobiliser moins de capital réglementaire car la nouvelle stratégie de participation aux bénéfices lui permet de bénéficier d'une meilleure capacité d'absorption des chocs par les provisions, et a ainsi un impact positif sur le BEL et fait diminuer le SCR. En effet, la FDB naissante permet d'absorber plus les chocs et au final de réduire le SCR global. Cependant, le BEL base case augmentant, la VIF base case diminue et ainsi l'effet sur le ratio de solvabilité est certes positif mais moins bénéfique que prévu.

Ce modèle incorporant le nouvel algorithme de PB donne à l'assureur la possibilité de mettre en place un meilleur suivi des risques auxquels il est exposé et une couverture plus effective de ces derniers.

En effet, le fait que la nouvelle stratégie de participation aux bénéfices fasse intervenir le niveau de richesse de l'assureur vie, que ce soit par le niveau de PPE ou des PMVL pilotables, lui permet de représenter plus finement sa gestion réelle actif-passif. Il est ainsi plus à même de définir une stratégie d'investissement en adéquation avec la nature de son portefeuille.

Les sensibilités effectuées sur des scénarios économiques favorables, défavorables ainsi que sur l'allocation d'actifs stratégiques (pour cette dernière, voir la partie V) permettent à la fois d'estimer le comportement de l'algorithme dans des cas particuliers et de valider son fonctionnement.

Cet algorithme a en effet pour objectif principal de refléter les règles de gestion réelles d'un assureur, en tenant compte des conditions de marché différentes selon les scénarios économiques. Cet aspect est représenté par le niveau de richesse qui est dynamique, ainsi que le taux de marché. Ce dernier cherche à étalonner l'algorithme en simulant le comportement d'un pool d'assureurs compétiteurs. L'objectif de servir le meilleur taux à l'assuré vise également à satisfaire au mieux les engagements envers les assurés, afin de subir le moins de rachats possibles et de pouvoir allonger la durée du passif (et sécuriser plus longtemps le prélèvement de frais de gestion).

Il est à noter que de nombreux paramètres sont à calibrer en entrée de l'algorithme, et une calibration satisfaisante pour l'assureur a été trouvée à partir d'un historique basé sur des données fournies par celui-ci. Ce travail peut être fastidieux et afin d'assurer une consistance, il convient d'avoir un historique de données profondes de taux servi, taux de marché etc. Une limite également de cet exercice de calibration est le temps important à consacrer afin de pouvoir correctement évaluer et interpréter les impacts de l'algorithme sur le bilan et le compte de résultat (notamment l'analyse scénario par scénario et la compréhension des effets stochastiques).

L'étude ayant servi à constituer ce mémoire a été menée uniquement en univers Risque Neutre dans le cadre de Solvabilité 2. Elle a néanmoins servi à faire des travaux sur l'ORSA en se plaçant dans un univers Monde Réel (*Real World*), et ainsi permettre de projeter une vue d'anticipation avec le Business Plan de l'assureur.

Il pourrait être intéressant de poursuivre les travaux de cette étude en intégrant le comportement des autres assureurs dans l'algorithme de PB, afin de prendre en compte les PPE et richesses pilotables des assureurs concurrents.

Une autre amélioration possible pouvant enrichir cette étude serait d'effectuer une étude ALM en univers Monde Réel et stochastique à l'aide de la nouvelle modélisation de la stratégie de PB, et ainsi déterminer l'allocation stratégique cible, pour enfin analyser l'impact de cette nouvelle allocation sur les métriques Solvabilité 2.

Bibliographie

- [1] <https://acpr.banque-france.fr/europe-et-international/assurances/reglementation-europeenne/solvabilite-ii>. Piliers Solvabilité 2.
- [2] Badis ZEGHMAR. modélisation de la politique de distribution des produits financiers dans le cadre d'une gestion d'une compagnie d'assurance vie, 2012.
- [3] Béatrice BOUTTIER. optimisation sous contraintes du taux de participation aux bénéfices à horizon défini, 2017.
- [4] Estelle GERONDEAU. ratio de couverture solvabilité 2 d'un contrat d'épargne en euros, quels leviers de pilotage pour l'assureur ?, 2015.
- [5] <https://acpr.banque-france.fr/europe-et-international/assurances/reglementation-europeenne/solvabilite-ii/gouvernance-dans-solvabilite-ii>. Gouvernance Solvabilité 2.
- [6] https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/legiarti000030576289/. Actifs R_343_9.
- [7] https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/legitext000006073984/legiscta000031738019/. Actifs A_132_11.
- [8] https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/legiarti000006798728/. Actifs L_331_3.
- [9] <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/legiscta000006173824/1993-07-01>. Code des Assurances.
- [10] http://www.actuaries.org/cttees_insacc/documents/hyderabad1_item6k3.pdf. Site Actuaries.org.
- [11] https://www.institutdesactuaire.com/global/gene/link.php?news_link=2017131023_cea1-2017-09-15-a-vie-du-contrat-transmis-christophe-izart.pdf&pg=1. Le fonctionnement du contrat d'assurance.

Liste des tableaux

1	Bilan comptable représenté dans le modèle	18
2	Nouvelle règle de gestion de la PPE	36
3	Illustration de vecteur PPE	36
4	Illustration de vecteur PPE post rafraîchissement	37
5	Illustration de vecteur PPE post rafraîchissement où la dotation est supérieure à la reprise liée à la règle des 8 ans	37
6	Illustration de vecteur PPE post rafraîchissement où la dotation est inférieure à la reprise liée à la règle des 8 ans	37
7	Tableau récapitulatif des actifs composant le portefeuille obligataire	40
8	Résumé obligations en portefeuille	40
9	Tableau récapitulant les actifs risqués par catégorie dans le portefeuille	41
10	Tableau récapitulant les actifs risqués en les classant par une autre catégorisation dans le portefeuille	41
11	Provisions mathématiques des rentes différées par tranches de TMG	42
12	Annuités des rentes différées par tranche de TMG	43
13	Montants de PM par type de produits d'épargne	43
14	Réserves initiales en inputs	44
15	Stratégie de réinvestissement pour les obligations	44
16	Stratégie de réallocation pour l'Actif Général	45
17	BEL, BEG et FDB avec le modèle initial	47
18	Bilan détaillé par ligne de business des BEL et BEG	47
19	FDB et MV par choc pour tout le portefeuille	48
20	BEL et BEG par choc pour le portefeuille d'épargne	49
21	SCR nets et bruts au global du portefeuille	50
22	SCR nets de souscription après agrégation	50
23	SCR nets et bruts de marché après agrégation	51
24	Ratio de solvabilité initial	51
25	Paramétrage utilisé pour les comparaisons avec l'ancien algorithme de PB	52
26	Déflateurs utilisés dans le scénario défavorable et dans le scénario central	64
27	Ecart de montants crédités les 3 premières années de projection entre le scénario central et défavorable	64
28	BEL stochastique après implémentation du nouvel algorithme de PB	76
29	BEL stochastique avant implémentation du nouvel algorithme de PB	76
30	BEL sto retraite avant vs. après algo de PB pour chacun des chocs SCR	77
31	Décomposition du BEL (chiffres en €) en Choc rachats massifs sur le portefeuille Retraite avant et après modélisation de l'algorithme de PB	77
32	Baisse de la valeur de marché (chiffres en €) suite au choc actions	78
33	Décomposition du BEL (chiffres en €) en Choc actions sur le produit Retraite avant et après modélisation de l'algorithme de PB	78
34	Décomposition du BEL (chiffres en €) sur le produit Retraite avant et après choc actions	78
35	Comparaison des BEL Epargne avant et après implémentation de l'algorithme de PB pour chacun des chocs SCR	78
36	Nouvelle table ayant dû être créée, représentant l'initialisation du vecteur de PPE	91
37	SCR nets de souscription avant agrégation	91
38	SCR nets et bruts de base après agrégation	92
39	SCR opérationnel	92

40	SCR nets et bruts de marché avant agrégation	92
41	SCR nets et bruts de base avant agrégation	92
42	Décomposition du BEL retraite en cas de choc de coûts	97

Table des figures

1	Représentation des 3 piliers de Solvabilité II	11
2	Bilan comptable (S1) et économique (S2) simplifié d'un assureur	12
3	Approche modulaire de la formule du SCR	13
4	Rôles des fonctions clés	14
5	Organigramme de modélisation et de projection du bilan et compte de résultat	17
6	Ventes se produisant pour financer les engagements de l'assureur envers les assurés	22
7	Dotation en cash en cas de cash flow positif	22
8	Etapas de ventes liées au désinvestissement	23
9	Représentation schématique de l'algorithme de PB originel	26
10	Fonction de taux cible en fonction du niveau de richesse	32
11	Evolution du taux cible en fonction du niveau de richesse latente	34
12	Règles de FIFO	36
13	Arbre de décision du nouvel algorithme de PB	38
14	BEL, BEG et écart de FDB en millions d'€ par rapport au central par choc pour le portefeuille de retraite	48
15	Montants crédités avant et après modélisation du nouvel algorithme de PB	52
16	Montants crédités par rapport aux montants garantis dans l'ancien algorithme de PB	53
17	Montants crédités par rapport aux montants garantis dans le nouvel algorithme de PB	53
18	Niveau de PPE avant et après implémentation du nouvel algorithme de PB et du rafraîchissement	54
19	Dotations de la PPE avant et après implémentation du nouvel algorithme de PB et du rafraîchissement	54
20	Dotations de la PPE pour satisfaire la contrainte de PB min avant et après implémentation du nouvel algorithme de PB et du rafraîchissement	55
21	PVL disponibles	55
22	PVL à réaliser	56
23	Evolution des PM	56
24	Evolution des PM du portefeuille de retraite	57
25	Evolution des PM du portefeuille d'épargne	57
26	Evolution des rachats du portefeuille de retraite	58
27	Evolution des rachats du portefeuille d'épargne	58
28	Montants crédités scénario central vs. scénario favorable	59
29	PM en scénario central vs. scénario favorable	59
30	Produits financiers en scénario central vs. scénario favorable	60
31	PVL disponibles en scénario central vs. scénario favorable	60
32	Produits financiers sur les actifs risqués en scénario central vs. favorable	61
33	Dotations à la PPE en scénario central vs. favorable	61
34	Dotations à la PPE pour satisfaire la contrainte de PB minimale réglementaire en scénario central vs. favorable	62
35	Evolution des montants de PB par rapport au montant de marché	62
36	Ecoulement des PM en scénario favorable	63
37	Montants crédités en scénario défavorable par rapport au scénario central	64
38	Montants crédités déflatés en scénario défavorable par rapport au scénario central	65
39	Provisions mathématiques en scénario central vs. scénario défavorable	65
40	Produits financiers en scénario central vs. scénario défavorable	66
41	PVL disponibles en scénario central vs. scénario défavorable	66

42	MVL disponibles en scénario central vs. scénario défavorable	67
43	Niveaux de richesse en scénario central vs. scénario défavorable	67
44	PPE en scénario central vs. scénario défavorable	67
45	PPE en scénario central vs. scénario défavorable	68
46	Montants cibles en scénario central vs. scénario défavorable	68
47	Comparaison entre les montants crédités dans l'ancien algorithme de PB par rapport au nouvel algorithme de PB dans un scénario économique défavorable	69
48	Comparaison des provisions mathématiques avec le nouvel algorithme de PB par rapport à l'ancien en scénario favorable	69
49	Comparaison des montants crédités et des montants garantis avec le nouvel algorithme de PB par rapport à l'ancien en scénario favorable	70
50	Comparaison de l'évolution de la dotation de PPE afin de respecter la règle de PB minimale entre le nouvel algorithme de PB par rapport à l'ancien en scénario favorable	70
51	Comparaison de l'évolution de la PPE entre le nouvel algorithme de PB par rapport à l'ancien en scénario favorable	71
52	Comparaison de la reprise de PPE entre le nouvel algorithme de PB par rapport à l'ancien en scénario favorable	71
53	Comparaison des montants crédités et garantis entre les deux algorithmes de PB dans un scénario économique défavorable	72
54	Comparaison des provisions mathématiques entre les deux algorithmes de PB dans un scénario économique défavorable	72
55	Comparaison du niveau de PPE entre les deux algorithmes de PB dans un scénario écono- mique défavorable	73
56	Comparaison des dotations de PPE entre les deux algorithmes de PB dans un scénario économique défavorable	73
57	Reprise de PPE	74
58	Dotations de PP afin de respecter la contrainte minimale réglementaire	74
59	Comparaison des PVL disponibles entre l'ancien algorithme et le nouvel algorithme de PB dans un scénario économique défavorable	75
60	Comparaison des plus-values réalisées entre l'ancien algorithme et le nouvel algorithme de PB dans un scénario économique défavorable	75
61	BEL sto, BEG et FDB en millions d'€ pour chacun des chocs SCR pour le portefeuille de retraite	76
62	SCR de souscription avec le nouvel algorithme de PB	79
63	SCR de marché avec le nouvel algorithme de PB	79
64	Ratio de solvabilité avec l'ancien et le nouvel algorithme de PB	80
65	Corrections apportées au fichier asset_classes_1.tbl	91
66	Allocation courante initiale	93
67	Allocation stratégique cible originelle	93
68	Convergence vers une allocation stratégique cible à un horizon de 7 ans	93
69	Décomposition des BEL retraite avec l'ancienne et la nouvelle allocation et horizon de convergence	94
70	Décomposition des BEL épargne avec l'ancienne et la nouvelle allocation et horizon de convergence	94
71	Impacts sur les BEL choqués d'un changement d'allocation	95
72	Impacts sur les BEL retraite en cas de rachats massifs	95
73	Comparaison des valeurs terminales entre la nouvelle et l'ancienne allocation	96
74	BEL retraite comparé aux BEG avec la nouvelle allocation lissée	96
75	SCRs bruts et nets avec l'ancienne allocation d'actifs stratégique	97
76	SCRs bruts et nets avec la nouvelle allocation d'actifs stratégique	97

Cinquième partie

Annexes

10 Modifications des inputs pour tenir compte de la nouvelle implémentation

Le nouvel algorithme de PB fait appel à de nouvelles variables et à de nouveaux paramètres. Ceux-ci ont été ajoutés aux tables existantes **fund.tbl**, **asset_classes.tbl** et ont été définis dans la nouvelle table **PPE_histo.tbl**.

Ci-dessous figurent les paramètres rajoutés dans la table **fund.tbl** :

- **weight_market_rate** : pondération accordée au taux économique. Correspond au paramètre **b** de l'algorithme défini dans l'équation 37.
- **weight_last_cred_rate** : pondération accordée au taux servi N-1. Correspond au paramètre **a** de l'algorithme défini dans l'équation 37.
- **pct_min_ppe** : pourcentage appliqué au montant de la PM, qui permet de définir le niveau de PPE minimal à prendre en compte pour le calcul du niveau de richesse minimal. Le niveau de richesse minimal du fonds est égal à la somme du niveau de PPE minimal et du niveau de PMVL minimal.
- **pct_min_pvl** : pourcentage appliqué au montant de la PM, qui permet de définir le niveau de PMVL minimal à prendre en compte pour le calcul du niveau de richesse minimal. Le niveau de richesse minimal du fonds est égal à la somme du niveau de PPE minimal et du niveau de PMVL minimal.
- **ph_decr_begin_w** : facteur de diminution de la PB. Il est appliqué au taux cible de base, et permet notamment d'augmenter le seuil de diminution de la PB.
- **ph_decr_max_w** : facteur de PB minimal. Ce facteur est utilisé dans le calcul du taux cible minimum, et permet - si besoin - de définir un taux cible minimum supérieur au TMG.
- **ph_incr_begin_w** : facteur d'augmentation de la PB. Il est appliqué au taux cible de base, et permet notamment d'augmenter le seuil d'augmentation de la PB.
- **ph_incr_max_w** : facteur de PB maximal. Ce facteur est utilisé dans le calcul du taux cible maximum, et permet - si besoin - d'augmenter le taux cible maximum.
- **hist_crd_rate** : taux servi historique, utilisé pour l'initialisation de la valeur des taux servis N-1.
- **ppe_limit** : pourcentage appliqué au montant de PPE, qui permet de définir à la fois le niveau de PPE limite à prendre en compte pour le calcul du niveau de richesse, mais également le niveau maximal de PPE utilisable pour financer le taux cible.
- **urgl_limit** : pourcentage appliqué au montant de PMVL, qui permet de définir le niveau de PMVL limite à prendre en compte pour le calcul du niveau de richesse. Le niveau de richesse du fonds est égal à la somme du niveau de PPE limite et du niveau de PMVL limite.

Décrivons maintenant les corrections passées dans la table `asset_classes_1.tbl`

ID	asset_class	asset_type	cred_text	underlying	bv_method	Years_to_Maturity_Min	Years_to_Maturity_Max	buy_profile	inv_exp	buyback_order	emergency_buffer_ppn	sort_method_use
1	STOCK	index	*	*	*	*	*	1	0	1	0.06	pro_rata
2	ESTATE	property	*	*	*	*	*	2	0	1	0.06	max_gain_ppn
3	FI	fixed	*	*	*	*	*	3	0	0	0	max_gain_ppn
4	FRN	frn	*	*	*	*	*	4	0	1	0.06	pro_rata
5	OPCVM	opcvm	*	*	*	*	*	5	0	1	0.06	pro_rata
6	OII	oii	*	*	*	*	*	6	0	1	0.06	max_gain_ppn
7	PERP	perp	*	*	*	*	*	7	0	1	0.06	pro_rata

FIGURE 65 – Corrections apportées au fichier `asset_classes_1.tbl`

- `buyback_order` : afin de ne pas réaliser de ventes obligataires pour financer le taux cible, ce paramètre doit être égal à 0 pour la classe d'actifs « FI » (*fixed income* ou taux fixe pour définir les obligations à taux fixe).
- `emergency_buffer_ppn` : pourcentage appliqué au montant de PVL, qui permet de définir le niveau maximal de PVL réalisables pour financer le taux cible.

Une seule table d'input a dû être créée afin de tenir compte de la nouvelle implémentation (table `PPE_histo.tbl`). Cette table permet d'alimenter en $t=0$ les vecteurs de PPE utilisés dans la modélisation de la règle de reprise de la PPE 8 ans. Chaque élément `reserve_ppe_N-i` (avec i allant de 1 à 8) correspondant au montant de PPE doté à l'année $N-i$, permettant ainsi de suivre dans le temps les reprises fiscales de PPE.

ID	fund_name	fund_type	ul_link	reserve_ppe_N-1	reserve_ppe_N-2	reserve_ppe_N-3	reserve_ppe_N-4	reserve_ppe_N-5	reserve_ppe_N-6	reserve_ppe_N-7	reserve_ppe_N-8
0	actif general	p/h	n/a	7500000	4500000	1617486.115	0	0	0	0	0

TABLE 36 – Nouvelle table ayant dû être créée, représentant l'initialisation du vecteur de PPE

11 Résultats intermédiaires

Ci-dessous une vue des SCR bruts et nets du modèle initial permettant d'obtenir le SCR global.

SCRs nets	
nLifemort	1.2
nLifelong	68.4
nLifedis	0.0
nLifelapse	6.3
nLifeexp	38.6
nLiferev	0.0
nLifeCAT	0.4

TABLE 37 – SCR nets de souscription avant agrégation

Le SCR net de souscription est porté par le SCR de longévité (en raison de la part de retraite importante en portefeuille) ainsi que du SCR de coûts (effet d'assiette).

Calcul SCR de base	
BSCR	320.4
Diversification Si risk componenti	61.3
nBSCR	381.7
Diversification Si risk componenti	53.0
	354.7

TABLE 38 – SCR nets et bruts de base après agrégation

SCR opérationnel	
SCR op	9.6

TABLE 39 – SCR opérationnel

Le SCR opérationnel est relativement limité en comparaison des autres SCR.

SCR bruts		SCR nets	
Mktint	7.0	nMktint	5.1
Mkteq	173.8	nMkteq	166.1
Mktprop	30.1	nMktprop	29.7
Mktsp	84.3	nMktsp	82.5
Mktx	31.1	nMktx	30.2
Mktconc	0.0	nMktconc	0.0

TABLE 40 – SCR nets et bruts de marché avant agrégation

Le SCR net et brut de marché est porté essentiellement par le SCR spread et le SCR actions de part l'exposition importante en obligations d'entreprise et d'actions (en vue transposée).

SCR bruts		SCR nets	
SCRmkt	279.6	nSCRmkt	269.0
SCRdef	1.4	nSCRdef	1.4
SCRlife	100.6	nSCRlife	89.3
SCRhealth	0.0	nSCRhealth	0.0
SCRnl	0.0	SCRnl	0.0

TABLE 41 – SCR nets et bruts de base avant agrégation

Finalement, le SCR actions est le plus prégnant au sein du SCR marché.

L'étude de la mise en place d'une nouvelle allocation d'actifs stratégique et d'un horizon de convergence plus long (depuis l'allocation courante vers celle-ci) a été mis en place.

12 Impact de la mise en place d'une nouvelle allocation d'actifs stratégique en portefeuille

Dans cette section, l'étude est réalisée dans un cadre stochastique afin de capturer la volatilité inhérente aux scénarios et pouvoir apprécier les impacts sur les métriques en vision Solvabilité 2 (BEL en vision stochastique, SCR etc.).

Méthodologie et rationnel du changement d'allocation stratégique

Jusqu'à présent, le modèle convergait immédiatement vers l'allocation stratégique cible. L'objectif de cette sensibilité est d'estimer l'impact (post implémentation de l'algorithme de PB) de la convergence progressive vers une allocation stratégique cible avec un horizon de 7 ans. L'horizon a été défini à 7 ans afin de diminuer les achats/ventes sur l'ensemble des classes d'actifs (lissage de la convergence vers l'allocation cible). L'objectif étant de partir d'une vision macro et de la décliner ensuite par classe d'actifs représentée dans le modèle.

Il convient de rappeler tout d'abord l'allocation initiale courante à Q42020.

Type d'actif	VNC	VM	Proportion
fixed	1,057,058,439	1,669,485,098	63.6%
index	37,207,227	44,687,459	1.70%
property	118,254,374	127,497,420	4.86%
infra	50,316,815	52,318,545	1.99%
opcvm	526,091,272	730,939,751	27.8%
Total	1,788,928,126	2,624,928,273	100.0%

FIGURE 66 – Allocation courante initiale

Le portefeuille est majoritairement investi en obligations à taux fixe, et en OPCVM (qui contiennent une large part en actions).

Le modèle ALM possède 5 champs possibles pour les actifs composant l'allocation stratégique :

- Actions
- OPCVM
- Immobilier
- Infrastructure (infra)
- Obligations (fixed)

L'allocation stratégique cible originelle est atteinte au bout d'une année de projection et est déclinée de la façon suivante :

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Actions	1.7%	1.93%	1.93%	1.93%	1.93%	1.93%	1.93%	1.93%	1.93%	1.93%	1.93%
OPCVM	27.8%	30.42%	30.42%	30.42%	30.42%	30.42%	30.42%	30.42%	30.42%	30.42%	30.42%
Immobilier	4.9%	3.82%	3.82%	3.82%	3.82%	3.82%	3.82%	3.82%	3.82%	3.82%	3.82%
Infrastructure	2.0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Obligations	63.6%	63.83%	63.83%	63.83%	63.83%	63.83%	63.83%	63.83%	63.83%	63.83%	63.83%

FIGURE 67 – Allocation stratégique cible originelle

Le modèle doit passer de 27.8% d'OPCVM à 30.42% en désinvestissant la totalité des actifs Infrastructure et une bonne partie (plus de 1% en absolu) d'immobilier. Le modèle doit également acheter 0.23% d'actions et idem pour les obligations à taux fixe.

Il serait attendu qu'une modification de l'horizon et de la cible de convergence vers l'allocation stratégique cible entraîne des impacts importants en termes de SCR et BEL.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Actions	1.7%	1.7%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
OPCVM	27.8%	27.6%	27.3%	27.1%	26.9%	26.6%	26.4%	26.1%	26.1%	26.1%	26.1%
Immobilier	4.9%	5.0%	5.2%	5.3%	5.5%	5.7%	5.8%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%
Infrastructure	2.0%	1.7%	1.4%	1.1%	0.9%	0.6%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Obligations	63.6%	64.0%	64.4%	64.8%	65.2%	65.6%	66.0%	66.4%	66.4%	66.4%	66.4%

FIGURE 68 – Convergence vers une allocation stratégique cible à un horizon de 7 ans

La convergence vers l'allocation stratégique cible s'effectue à horizon 2027, puis l'allocation reste fixe dans les années qui suivent (jusqu'à la fin de la projection).

L'allocation courante en immobilier doit augmenter, passant de 4.9% à 6.0%, tandis que la part en infrastructure devient nulle à horizon 2027. L'allocation en OPCVM diminue légèrement jusqu'à atteindre 26.1%. Les obligations augmentent de 2.8% jusqu'à passer à 66.4%. Et enfin, l'allocation en actions atteint 1.5% à horizon 2027. La convergence vers les allocations suit une approche linéaire :

$$\text{Allocation}_{\text{actif}}(t) = \text{Allocation}_{\text{actif}}(t-1) - \frac{\text{Allocation}_{\text{actif}}(t-1) - \text{Allocation}_{\text{actif}}(\text{cible})}{t - \text{cible}} \quad (56)$$

tel que *cible* correspond à l'année à partir de laquelle l'allocation cible a été atteinte et *actif* l'actif parmi les classes d'actifs lues en inputs : actions, OPCVM, Immobilier, Infrastructure ou Obligations.

Impacts sur le BEL Base Case

Le BEL en Base Case diminue légèrement de 0.62% soit 14 millions d'€, ce qui est peu. La MV reste la même pour chacune des lignes d'actifs étant donné qu'on ne change pas l'allocation initiale en portefeuille, mais l'allocation stratégique cible et son horizon d'atteinte (qui passe de l'année 1 à l'année 7). Cette sensibilité a des impacts sur le BEL qui est projeté et ainsi sur le SCR tel que les prochains tableaux le montreront.

Pour rappel, voir l'équation 52 afin de revoir la décomposition du BEL.

Sensibilité	VAN prestations	VAN commissions et coûts	VAN primes	BEL
Ancienne allocation	2,121,140,249	115,994,194	41,713,584	2,195,420,859
Nouvelle allocation	2,092,850,108	129,724,188	41,713,555	2,180,860,742
Ecart	28,290,140	13,729,995	29	14,560,117

FIGURE 69 – Décomposition des BEL retraite avec l'ancienne et la nouvelle allocation et horizon de convergence

La composante du BEL retraite qui diminue le plus par rapport à l'ancienne allocation est la VAN des prestations, tandis que la VAN des coûts et commissions augmente. La VAN des primes diminue très légèrement.

La VAN des prestations diminue car la nouvelle allocation stratégique a tendance à diminuer la part en OPCVM et autres actifs risqués pour augmenter la part en actifs non risqués. Ce qui induit une réduction de la richesse latente pilotable et donc mobilisable au cours de la projection pour financer la stratégie de participation aux bénéficiaires et revaloriser les provisions mathématiques (et les prestations).

A contrario, la VAN des coûts et des commissions augmente.

En effet, la durée de l'actif augmentant suite à la diminution des investissements en actifs risqués avec la nouvelle allocation (et l'investissement plus important sur les obligations notamment), l'écart actif-passif (ou gap) est réduit. D'autre part, les prestations diminuant, les provisions mathématiques qui sont l'assiette des coûts et des commissions (sur encours qui sont majoritaires dans le portefeuille) diminuent moins rapidement au cours de la projection.

Sensibilité	VAN prestations	VAN commissions et coûts	VAN primes	BEL
Ancienne allocation	93,166,059	1,195,050	-	47,180,555
Nouvelle allocation	93,403,888	1,224,826	-	47,314,357
Ecart	237,828	29,775	-	267,604

FIGURE 70 – Décomposition des BEL épargne avec l'ancienne et la nouvelle allocation et horizon de convergence

Les impacts sur le BEL épargne restent faibles et exhibent une hausse des VAN des prestations, commissions et coûts. Il n'y a pas de primes projetées au cours de la projection.

Il convient de voir désormais les impacts de ce changement d'allocation d'actifs et d'horizon sur les composantes du SCR et in fine sur le ratio de solvabilité de l'assureur.

Impacts sur les BEL choqués

Choc appliqué	Retraite			
	BEL ancienne allocation	BEL nouvelle allocation	Delta	
Base Case	2,195	2,181	-15	-0.7%
Baisse des actions (global)	2,119	2,098	-21	-1.0%
Baisse des actions (autres)	2,184	2,167	-17	-0.8%
Baisse des actions (infrastructure)	2,195	2,180	-15	-0.7%
Taux à la baisse	2,237	2,214	-23	-1.0%
Taux à la hausse	1,951	1,938	-13	-0.6%
Immobilier à la baisse	2,168	2,150	-18	-0.8%
Devises à la baisse	2,184	2,164	-20	-0.9%
Spread	2,152	2,147	-5	-0.2%
Concentration	2,195	2,181	-15	-0.7%
Mortalité	2,160	2,146	-14	-0.6%
Longévité	2,261	2,253	-8	-0.4%
Rachats à la hausse	2,187	2,171	-16	-0.7%
Rachats à la baisse	2,209	2,192	-17	-0.7%
Rachats massifs	2,056	2,090	34	1.6%
Coûts	2,208	2,207	-1	0.0%

FIGURE 71 – Impacts sur les BEL choqués d'un changement d'allocation

Les impacts sont largement négligeables pour chacun des chocs. Le choc de rachats massifs est le seul qui fasse augmenter le BEL. L'explication tient au fait que le choc de rachats massifs est un choc qui a lieu en première année et qui induit essentiellement la réalisation de PVL ou de MVL. Le choc de rachats massifs en première année a un double effet :

- Impact sur le passif : augmentation des prestations liées aux rachats en 1ère année
- Impact sur l'actif : réalisation de PMVL en conséquence

Le premier effet l'emporte largement sur le deuxième par un effet déflateur (comme expliqué plus haut) qui induit un cash-flow de prestation qui est déflaté à un taux proche de 100% en moyenne sur les différentes simulations stochastiques et qui pèse lourd dans le calcul du BEL. L'impact est plus important avec la nouvelle allocation car elle fait la part belle aux obligations, ainsi le choc est beaucoup moins amorti. La réalisation de PMVL impacte (selon la nature des actifs vendus) soit la Réserve de Capitalisation s'il s'agit d'obligations qui sont vendues et dans tous les cas, le taux de produits financiers est impacté :

- par la réalisation de PMVL sur les actifs risqués
- par la réalisation de PMVL sur les obligations qui va engendrer une perte de coupons et amortissements qui sont intégrés dans les produits financiers

Sensibilité	VAN prestations	VAN commissions et coûts	VAN primes	BEL
Ancienne allocation	2,026,186,411	71,968,703	41,713,584	2,056,441,530
Nouvelle allocation	2,035,866,287	96,156,921	41,713,555	2,090,309,654
Ecart	9,679,876	24,188,219	29	33,868,124

FIGURE 72 – Impacts sur les BEL retraite en cas de rachats massifs

La décomposition du BEL retraite montre que l'impact le plus important vient de la VAN des commissions et des coûts. Cet effet ne peut s'expliquer que par le fait que les provisions mathématiques sont plus importantes avec la nouvelle allocation d'actifs. La nouvelle allocation d'actifs, et notamment le fait que la convergence s'effectue progressivement sur un horizon à 7 ans au lieu d'un an précédemment, induit une réalisation moins brutale de réajustements (achats/ventes) pour maintenir l'allocation dans le corridor défini en *input*.

Ainsi, la diminution de la volatilité sur les PMVL induit une meilleure revalorisation des passifs, qui est matérialisée par la hausse des prestations ainsi que celles des commissions et coûts (par un effet d'assiette).

Afin de s'en convaincre, il suffit de comparer les valeurs terminales entre les deux situations :

	Terminal values
Ancienne allocation	27,960,577
Nouvelle allocation	54,929,228
Ecart	- 26,968,651

FIGURE 73 – Comparaison des valeurs terminales entre la nouvelle et l'ancienne allocation

Les valeurs terminales (*Terminal values*) sont deux fois plus élevées dans le cas de la nouvelle allocation. Ceci s'explique par le fait que les niveaux des réserves (PM, Réserve de Capitalisation, PPE, PRE etc.), ainsi que les PMVL en fin de projection sont plus importantes car il y a moins de réalisation de PMVL à des fins de réallocation de par le caractère plus lissé de l'allocation et sa convergence à un horizon plus élevé que précédemment.

Choc appliqué	Retraite		
	BEL nouvelle allocation	BEG	FDB
Base Case	2,180.9	1,852	329
Baisse des actions (global)	2,097.9	1,852	246
Baisse des actions (autres)	2,167.2	1,852	315
Baisse des actions (infrastructure)	2,179.6	1,852	328
Taux à la baisse	2,213.9	1,887	327
Taux à la hausse	1,937.9	1,585	353
Immobilier à la baisse	2,150.4	1,852	298
Devises à la baisse	2,163.7	1,852	312
Spread	2,147.1	1,852	295
Concentration	2,180.9	1,852	329
Mortalité	2,146.0	1,780	366
Longévité	2,252.8	1,968	285
Rachats à la hausse	2,170.8	1,852	319
Rachats à la baisse	2,192.4	1,850	342
Rachats massifs	2,090.3	1,703	388
Coûts	2,207.2	1,889	318

FIGURE 74 – BEL retraite comparé aux BEG avec la nouvelle allocation lissée

Le BEG retraite reste identique à précédemment car il n'est pas impacté par les modifications à l'actif (le BEG est issu d'un calcul en passif seul, c'est-à-dire sans aucune interaction actif-passif). En revanche, le BEL augmentant dans le modèle incorporant la nouvelle allocation actifs vers laquelle le modèle converge à horizon 7 ans, la FDB est plus importante dans le cadre de ce choc.

Les impacts sur le BEL épargne restent faibles et exhibent une hausse des VAN des prestations, commissions et coûts. Il n'y a pas de primes projetées au cours de la projection.

Il convient de voir désormais les impacts de ce changement d'allocation d'actifs et d'horizon sur les composantes du SCR et in fine sur le ratio de solvabilité de l'assureur.

Constatons maintenant les effets sur les SCR nets et bruts.

Effets sur les SCR bruts et nets

Les SCR bruts, nets, NAV et NAV calculée avec BEG dans le cadre de l'ancienne allocation sont rappelés ci-dessous :

	SCR net	SCR brut	NAV avec BEL	NAV avec BEG	BEG	BEL
Base Case	0.0	0.0	242.2	588.5	1,944.9	2,291.2
Baisse des actions (global)	82.7	160.7	159.4	427.8	1,944.9	2,213.2
Baisse des actions (autres)	2.3	14.5	239.9	574.0	1,944.1	2,278.2
Baisse des actions (infrastructure)	1.9	2.4	240.3	586.1	1,944.9	2,290.7
Taux à la baisse	12.6	7.0	229.6	581.5	1,980.7	2,332.6
Taux à la hausse	0.0	0.0	299.7	674.7	1,668.4	2,043.4
Immobilier à la baisse	1.9	30.1	240.3	558.5	1,944.9	2,263.0
Devises à la baisse	19.4	31.1	222.8	557.4	1,944.9	2,279.5
Spread	40.1	84.3	202.1	504.2	1,944.9	2,247.0
Concentration	0.0	0.0	242.2	588.5	1,944.9	2,291.2
Mortalité	0.0	0.0	278.0	660.3	1,873.1	2,255.4
Longévité	65.6	115.9	176.6	472.7	2,060.7	2,356.8
Rachats à la hausse	0.0	1.0	252.2	587.5	1,945.9	2,281.2
Rachats à la baisse	16.2	0.0	226.0	591.9	1,941.5	2,307.4
Rachats massifs	0.0	0.0	381.2	738.8	1,794.6	2,152.1
Coûts	12.5	38.5	229.7	550.0	1,983.4	2,303.7

FIGURE 75 – SCRs bruts et nets avec l'ancienne allocation d'actifs stratégique

Les mêmes données pour la sensibilité avec la nouvelle allocation d'actifs stratégiques sont également affichées à titre de comparaison.

	SCR net	SCR bruts	NAV	NAV avec BEG	BEG	BEL
Base Case	0.0	0.0	257.4	589.4	1,944.9	2,276.9
Baisse des actions (global)	76.4	160.7	181.0	428.7	1,944.9	2,192.6
Baisse des actions (autres)	0.3	14.5	257.1	574.9	1,944.1	2,261.9
Baisse des actions (infrastructure)	1.1	2.4	256.3	587.0	1,944.9	2,275.6
Taux à la baisse	4.5	7.0	252.9	582.4	1,980.7	2,310.2
Taux à la hausse	0.0	0.0	313.1	675.6	1,668.4	2,030.9
Immobilier à la baisse	0.0	30.1	258.7	559.4	1,944.9	2,245.5
Devises à la baisse	13.8	31.1	243.6	558.3	1,944.9	2,259.6
Spread	49.0	83.5	208.4	505.9	1,944.9	2,242.4
Concentration	0.0	0.0	257.4	589.4	1,944.9	2,276.9
Mortalité	0.0	0.0	292.3	661.2	1,873.1	2,242.0
Longévité	71.9	115.9	185.5	473.6	2,060.7	2,348.8
Rachats à la hausse	0.0	1.0	268.5	588.4	1,945.9	2,265.8
Rachats à la baisse	13.8	0.0	243.6	592.8	1,941.5	2,290.7
Rachats massifs	0.0	0.0	348.6	739.7	1,794.6	2,185.7
Coûts	26.6	38.5	230.8	550.9	1,983.4	2,303.5

FIGURE 76 – SCRs bruts et nets avec la nouvelle allocation d'actifs stratégique

Explication de la hausse du SCR coûts Le SCR coûts net augmente car le BEL dans un choc de coûts est plus faible avec la nouvelle allocation.

Sensibilité	VAN prestations	VAN commissions et coûts	VAN primes	BEL
Ancienne allocation	2,093,811,199	163,206,338	41,713,584	2,215,303,954
Nouvelle allocation	2,065,697,617	183,177,872	41,713,555	2,207,161,934
Ecart	28,113,582	-	29	8,142,020

TABLE 42 – Décomposition du BEL retraite en cas de choc de coûts

La partie qui diminue le plus et qui génère ainsi la baisse du BEL retraite (qui est majoritaire dans le BEL au global) est la VAN des prestations.

La VAN des prestations diminue car dans un choc de coûts, la hausse de ceux-ci entraîne mécaniquement une diminution de la marge de l'assureur (résultat technique). Ceci se répercute par une diminution d'une part de la PVFP toute chose étant égales par ailleurs, ainsi que de la contrainte de PB min. Cette contrainte de PB min étant sollicitée dans les scénarios économique où l'assureur n'est pas en mesure d'honorer ses engagements minimums. La nouvelle allocation étant moins investie en actions que l'ancienne, les PMVL pilotables sont plus faibles à horizon 7 ans, entraînant plus de scénarios économiques où la contrainte de PB min doit être activée, néanmoins celle-ci est plus faible. Par conséquent, la PPE est moins dotée et plus faible que dans le scénario avec l'ancienne allocation. Ce qui entraîne un BEL

plus faible, toute chose étant égale par ailleurs. La VAN des coûts et commissions augmente plus avec la nouvelle allocation, celle-ci convergeant plus lentement vers une allocation moins risquée qu'auparavant, entraînant ainsi moins de réalisation de PMVL et ainsi, des provisions mathématiques plus élevées (assiette servant au calcul des coûts).

Pour les PMVL, c'est donc bien la part obligataire qui a le plus fort impact sur la diminution des PMVL totales et d'ailleurs les PMVL obligataires diminuent énormément (les PMVL non obligataires diminuent aussi mais bien moins fortement).

Explication de la hausse du SCR longévité Le SCR net de longévité augmente car le BEL longévité diminue avec cette nouvelle allocation tandis que le BEL Base case augmente. Le BEL longévité diminue car l'allocation étant moins investie en actions que l'ancienne (et donc la part en obligations augmentant), la PB a tendance à diminuer par rapport au scénario avec l'ancienne allocation. D'autre part, la durée du passif augmentant dans les scénarios de longévité, le BEL diminue d'autant car les contrats sont moins revalorisés plus longtemps.

Explication de la baisse des SCR relatifs au choc à l'actif Tout d'abord, il convient de noter que les MV Base Case ou choquées restent les mêmes (au début de la projection) malgré le changement d'allocation stratégique cible, car les allocations courantes n'ont pas été modifiées.

Le SCR net actions diminue, car l'allocation cible en actions est progressivement réduite au cours des 7 années de projection par rapport à l'allocation cible initiale qui augmentait au bout d'un an. Ainsi, les PMVL mobilisables pour financer la PB sont réduites, ce qui réduit le BEL actions.

Le SCR net taux à la baisse diminue également car avec une allocation plus importante en obligations, un choc de taux à la baisse a un effet en augmentant les PMVL obligataires mais qui n'impactent pas la richesse pilotable (pour rappel les PMVR vont en Réserve de Capitalisation). La baisse des taux entraîne en outre une diminution du taux de marché et du niveau de richesse du portefeuille dans le cas de la nouvelle allocation cible (part plus importante en obligations, donc moindre en actifs risqués). Ainsi, la revalorisation future est plus faible de par le nouvel algorithme, ce qui explique la diminution du BEL.

Le SCR net immobilier diminue car la NAV choquée est plus faible que la NAV Base Case avec la nouvelle allocation (alors que c'était l'inverse avec l'ancienne allocation). En effet, avec la nouvelle allocation d'actifs, les PMVL mobilisables pour financer la politique de revalorisation via la PB sont supérieures sur l'immobilier (ainsi, à horizon 2030, il y a plus de 40% d'immobilier de plus dans la nouvelle allocation stratégique cible par rapport à l'allocation cible statique), mais le total de PMVL risquées est plus faible qu'auparavant : la diminution de l'exposition en OPCVM, qui contient une grosse portion d'actions et d'autres actifs risqués et faible en immobilier n'étant pas compensée par la hausse en immobilier. Ceci explique ce phénomène de basculement en SCR net nul avec la nouvelle allocation.