



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

18 septembre 2024

Par : Marie-Charlotte FOUGÈRE--BALLÉ

Titre : Peut-on optimiser la rentabilité du PER tout en privilégiant une allocation durable ?

Confidentialité : Non

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

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

Jean-Christophe MERER

Pierre CORREGE

Signature :

**Entreprise :**

Sia Partners

Signature :

**Membres présents du jury de l'EURIA :**

Franck VERMET

Signature :

**Directeurs de mémoire en entreprise :**

Nicolas LANGEVIN, Florian MONTANIER,

Maxence PICARD

Signature :

**Invité :**

Signature :

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

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

Signature du responsable entreprise :

Signature du candidat :



## Résumé

**Mots clefs:** Assurance-vie, épargne, retraite, loi PACTE, Plan d'Épargne Retraite, *Asset and Liability Management*, rentabilité, solvabilité, investissement durable, loi Industrie verte

Adoptée en 2019, la loi PACTE a introduit le Plan d'Épargne Retraite (PER) dans le but de financer l'économie réelle. La loi Industrie verte renforce cette volonté de financement en fixant des proportions minimales d'actifs non cotés à inclure dans la gestion du PER. Cette initiative s'inscrit également dans une dynamique de transition vers des investissements responsables, encouragée en France mais également en Europe à travers le *Green Deal*, le règlement CSRD ou encore l'allègement des contraintes dans le cadre de la revue Solvabilité 2. La récente réforme des retraites, qui transforme le système de retraite en France en repoussant notamment l'âge de départ, renforce l'importance du PER.

Cependant, le contexte actuel est incertain et marqué par une inflation et des taux élevés bien que la tendance soit à la baisse pour 2024. Les assureurs vie doivent assurer une gestion efficace de leurs produits y compris de leur PER. Par ailleurs, les multiples réformes des retraites modifient régulièrement le paysage de la retraite en France rendant la gestion du PER essentielle dans un marché compétitif.

Pour atteindre les ambitions du PER tout en favorisant l'investissement durable, il existe une volonté de piloter sa rentabilité pour les assureurs, mais aussi de le rendre plus attractif auprès des épargnants. Ce mémoire explore diverses pistes de rentabilité pour l'assureur puis met en place des mesures concrètes dans la construction d'un plan stratégique en privilégiant une allocation durable. Pour mener à bien ces études, ce mémoire présente aussi les enrichissements réalisés au sein du modèle ALM interne : la mise en place du cantonnement et l'intégration de produits de retraite notamment.

Les mesures concrètes mises en place dans le cadre de ce mémoire, telles que la stratégie d'allocation d'actifs ou l'orientation de la collecte, offrent généralement des opportunités à l'assureur dans l'objectif d'améliorer sa rentabilité sans dégrader sa solvabilité tout en accentuant la part des actifs durables dans ses investissements.



## Abstract

**Keywords:** Life insurance, savings, pension, PACTE law, *Plan d'épargne retraite*, Asset and Liability Management, profitability, solvency, sustainable investment, *Industrie verte* law

Adopted in 2019, the PACTE law introduced the *Plan d'Épargne Retraite* (PER) with the aim of financing the real economy. The *Industrie verte* law reinforces this commitment by setting minimum proportions of unlisted assets to be included in the management of the PER. This initiative is also part of a drive towards responsible investment, encouraged not only in France but also in Europe through the Green Deal, the CSRD regulation or the reduction of constraints as part of the Solvency 2 review. The recent pension reform, which is transforming the retirement system in France especially by raising the retirement age, accentuates the importance of the PER.

However, the current environment is uncertain and characterized by high inflation and rates, although the trend is downward for 2024. Life insurers must ensure effective management of their products including their PER. Otherwise, multiple pension reforms are regularly changing the retirement landscape in France, making PER management essential in a competitive market.

To achieve the ambitions of the PER while promoting sustainable investment, insurers aim to manage their profitability, but also make it more attractive to their savers. This thesis investigates various avenues of profitability for the insurer, and then sets up concrete measures in the construction of a strategic plan encouraging a sustainable allocation. To achieve these studies, this thesis also presents the enhancements added to the internal ALM model : the implementation of the ring-fencing and the integration of pension products.

These concrete measures implemented within the scope of this thesis, such as the asset allocation strategy or the orientation of new business, offer opportunities for the insurer to improve its profitability without compromising its solvency while increasing the proportion of sustainable assets in its investments.



# Note de synthèse

## Contexte et problématique

Créé en 2019 avec la loi PACTE, le Plan d'Épargne Retraite (PER) a pour objectif de financer l'économie réelle. Cette volonté est renforcée avec la loi Industrie verte qui fixe des proportions minimales d'actifs non cotés, pouvant financer les PME et ETI, à inclure dans la gestion du PER. En parallèle, les investissements durables sont encouragés en France et également en Europe à travers le *Green Deal*, le règlement CSRD ou encore via la création de labels. La revue Solvabilité 2 prévoit aussi d'introduire des exigences quantitatives plus élevées pour les actifs "bruns". Par ailleurs, la récente réforme des retraites transforme de nouveau le système de retraite en France. Ainsi, le PER, et plus largement l'assurance retraite, sont au centre de l'actualité et sont porteurs de beaucoup d'ambitions de développement.

Cependant, le contexte actuel incertain marqué par une inflation et des taux élevés nécessite une gestion efficace du PER pour l'assureur. Pour atteindre les ambitions du PER et favoriser l'investissement durable, l'assureur doit piloter sa rentabilité afin de le rendre plus attractif auprès de ses assurés.

C'est dans ce contexte que le mémoire explore des pistes de rentabilité pour l'assureur puis les met en place dans un plan stratégique afin de piloter la rentabilité ainsi que la solvabilité du PER tout en privilégiant une allocation durable respectant les recommandations énoncées par la loi Industrie verte.

## Enrichissements du modèle ALM

Afin de mener à bien ces études, le modèle ALM interne SiALM est tout d'abord enrichi en intégrant le cantonnement ainsi que le PER.

### Mise en place du cantonnement

Depuis la loi PACTE, les produits de retraite doivent être cantonnés. Le cantonnement permet de protéger les droits des assurés détenant un contrat d'épargne retraite et de distribuer équitablement les produits financiers en isolant les engagements de retraite des autres actifs de la compagnie.

La mise en place du cantonnement au sein du modèle SiALM a impacté l'ensemble du modèle : lecture des hypothèses (en définissant autant de cantons que souhaités pour plus de flexibilité), étapes de projection, calcul du SCR ou encore mise en forme des *outputs*. Le cantonnement offre la possibilité de définir un nouveau canton "assureur" afin de permettre une gestion appropriée des fonds propres. A chaque pas de temps, chaque canton est projeté puis les interactions éventuelles entre les cantons ont lieu. Afin de valider l'intégration du cantonnement au modèle, plusieurs scénarios similaires avant et après cantonnement ont été comparés, ne montrant pas de régression.

## Intégration du PER

Le PER a ensuite été développé au sein du modèle. Pour cela, il a été nécessaire d'ajouter des hypothèses au modèle, d'adapter la phase de constitution et de mettre en place les phases de liquidation et de restitution.

Le graphique ci-dessous récapitule les différentes étapes du modèle SiALM après l'intégration du PER :

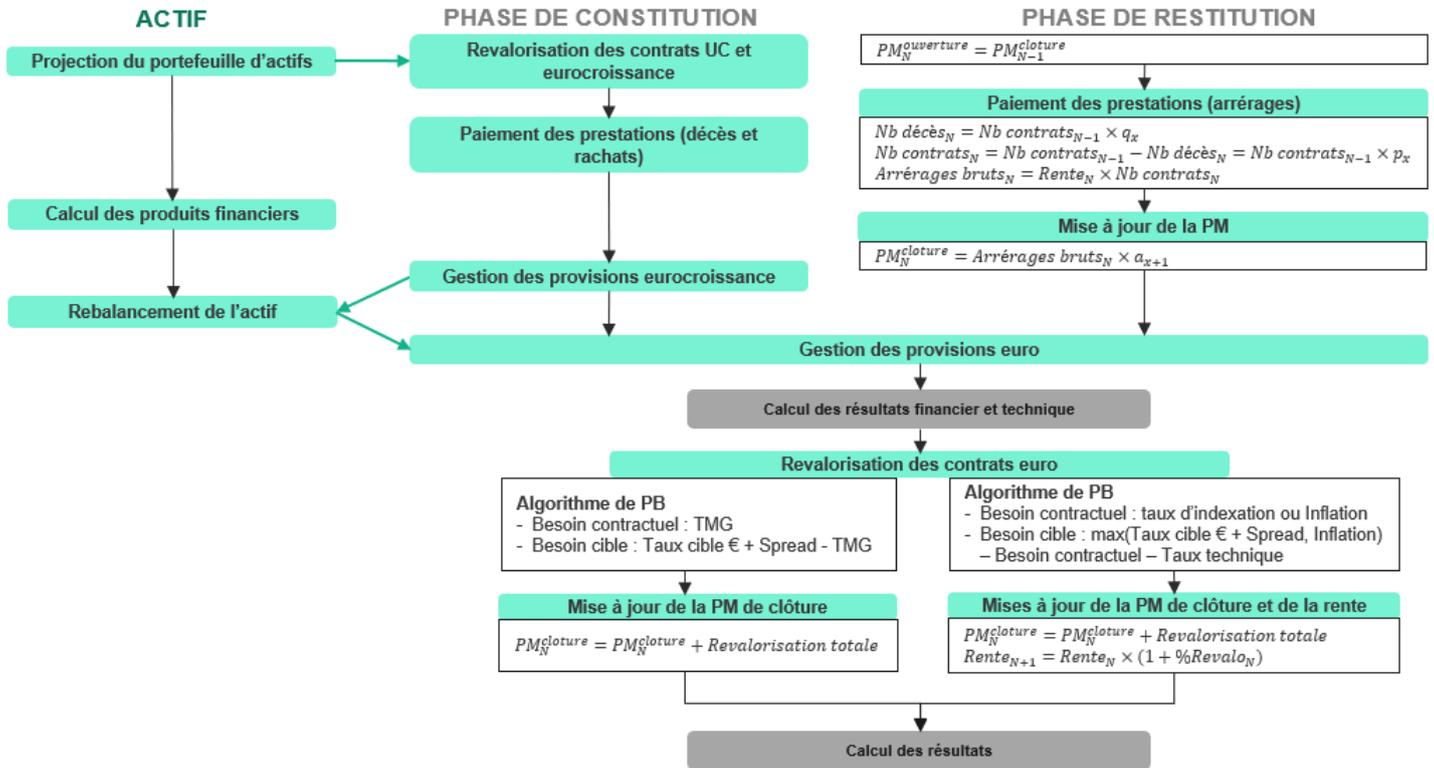


FIGURE 1 – Les phases de constitution et restitution au sein du modèle SiALM

En phase de constitution, les assurés peuvent désormais entrer en liquidation à l'âge de la retraite (si ils possèdent un contrat de retraite) et percevoir leurs prestations sous forme de rentes ou capital. Des hypothèses spécifiques au produit doivent être définies, telles que les modalités de sortie, la réversion ou encore la loi de rachats structurels reflétant la moindre proportion de rachats par rapport au produit d'épargne. Concernant les rachats dynamiques, ils sont modélisés de façon similaire à l'épargne et dépendent d'un taux concurrentiel, néanmoins plus faible, les contrats de retraite étant moins soumis à ces rachats dynamiques.

Lorsqu'un assuré atteint son âge de départ à la retraite, il entre en phase de liquidation et peut sortir en rentes, en capital ou en combinant les deux options. A la fin de l'année, l'assureur verse à l'assuré son premier arrérage si il a choisi l'option de sortie en rentes.

Enfin, l'année postérieure à sa liquidation, l'assuré entre en phase de restitution où les rentes modélisées sont annuelles, viagères, à terme échu et avec une option de réversion. Chaque année, après l'évolution du nombre de contrats de chaque *Model Point*, les arrérages sont versés puis les provisions mathématiques (PM) de clôture calculées. En fin d'année, après avoir calculé les résultats technique et financier, la participation aux bénéfices est distribuée afin de revaloriser les rentes (ainsi que les PM associées).

A l'image de l'intégration du cantonnement, une série de tests itératifs a été mise en place pour s'assurer de la bonne implémentation du PER au sein du modèle SiALM. Cette méthode permet de complexifier au fur et à mesure les paramétrages en commençant avec la situation simple d'un unique *Model Point* avec une sortie en capital. Le *run* le plus complet contient 20 *Model Points* avec pour chacun des hypothèses spécifiques et intègre des affaires nouvelles les premières années. Chaque test a fait l'objet d'une analyse de cohérence des résultats avant d'être validé.

## Élaboration d'une société-type

Pour ces études, une société-type à l'image du marché français est considérée et construite à l'aide de *benchmarks*, de données de France Assureurs ainsi qu'à dire d'experts. Initialement, l'assureur commercialise uniquement les fonds euro et UC. Au sein du modèle SiALM, cette société se décompose en deux cantons : le canton de retraite et le canton de fonds propres. Le portefeuille d'assurés est composé de 800 contrats répartis en 62 *Model Points* dont 32 en constitution (et 30 en restitution). Les PM de la phase de restitution représentent 18% des provisions totales.

Le bilan comptable initial sur le canton de retraite et les indicateurs de performance pour ce scénario central, au 31/12/2023, sont les suivants :

| Actif           |          | Passif          |          |
|-----------------|----------|-----------------|----------|
| Actions         | 53 M€    | Rkpi            | 1 M€     |
| Obligations     | 104,5 M€ | PRE             | 0 €      |
| Immobilier      | 18,5 M€  | PPE             | 3,5 M€   |
| Monétaire       | 5,2 M€   | PM euro         | 176,7 M€ |
| Inv. UC         | 200 M€   | PM UC           | 200 M€   |
| <b>381,2 M€</b> |          | <b>381,2 M€</b> |          |

TABLE 1 – Bilan comptable initial

| en euros             | Scénario central |
|----------------------|------------------|
| NAV                  | 39 118 356       |
| <i>dont euro</i>     | 15 563 409       |
| <i>dont UC</i>       | 23 554 948       |
| SCR                  | 38 528 945       |
| Ratio de solvabilité | 177%             |
| PVFP                 | 144 697 992      |
| <i>dont euro</i>     | 117 274 047      |
| <i>dont UC</i>       | 27 423 945       |

TABLE 2 – Indicateurs de performance

## Le PER comme levier d'investissement durable

Afin d'étudier l'intérêt du PER pour l'investissement durable, un nouvel indice actions calibré à partir d'un indice ESG est introduit. Ces actions sont considérées comme des actifs non cotés durables, classifiées en type 2 pour le calcul du capital réglementaire sous Solvabilité 2.

Si l'augmentation de la proportion d'actifs durables dans les investissements de l'assureur est rentable en monde réel, l'étude montre néanmoins que les impacts sont plutôt négatifs dans un environnement risque-neutre tant pour la rentabilité que pour la solvabilité. En effet, en augmentant la part d'actions durables, la volatilité des rendements ainsi que l'asymétrie du résultat augmentent ce qui entraîne une diminution de la *Net Asset Value* (NAV). Quant à lui, le ratio de solvabilité est dégradé et reflète le risque associé aux actions durables (de type 2). Afin de favoriser ces investissements, diverses pistes sont étudiées pour stabiliser voire améliorer la rentabilité ainsi que la solvabilité de l'assureur. Ces pistes étudient l'intégration de nouveaux fonds UC et eurocroissance, le changement de la stratégie d'investissement et de réallocation, la classification d'une partie des actions durables en LTEI ainsi que la mise en place de *leeways*.

L'intégration de nouveaux fonds UC et eurocroissance permet de rediriger l'épargne des assurés actifs ainsi que de diversifier les primes des affaires nouvelles.

Tout d'abord, des scénarios d'arbitrages ont lieu du fonds euro vers les fonds UC et/ou eurocroissance selon les scénarios étudiés.

Concernant l'introduction d'affaires nouvelles, les primes représentent 3,5% des encours répartis sur de nouveaux *Model Points* avec des caractéristiques similaires aux assurés présents au sein du portefeuille tout en étant plus jeunes. Les primes sont réparties différemment afin de privilégier un ou plusieurs fonds (euro, UC et/ou eurocroissance) pour chaque scénario. Un scénario central où les primes sont ventilées selon les mêmes proportions que les PM des *Model Points* en portefeuille sert de référence pour l'analyse.

Par la suite, deux scénarios permettent d'étudier l'influence de la stratégie d'investissement sur les indicateurs de performance. En premier lieu, l'allocation cible est sécurisée progressivement au fil de la projection en privilégiant les obligations. Sous Solvabilité 2, la projection est réalisée en *run-off* et le portefeuille d'assurés vieillit au fur et à mesure de la projection pour être composé majoritairement de retraités les dernières années. Cette sécurisation semble donc intéressante pour l'assureur. En second lieu, la durée du portefeuille obligataire est alignée avec la durée résiduelle du passif calculée à partir des résultats du scénario central.

Puis, les *leeways* sont étudiés afin d'assouplir la stratégie de rebalancement de l'assureur. En effet, ces derniers permettent à l'assureur de laisser évoluer ses actifs autour de l'allocation cible dans un corridor défini sans effectuer de réallocation. Ils sont introduits tout d'abord uniquement sur les actions de type 2 puis sur tous les actifs de l'assureur.

Enfin, dans la mesure où les investissements durables sont effectués en général avec une vision plus long terme pour promouvoir des pratiques responsables, ils peuvent être éligibles au dispositif LTEI. Cette dernière piste étudie les impacts d'une classification d'une partie des actions durables en LTEI, dont l'éligibilité sera vraisemblablement amenée à être simplifiée dans le cadre de la revue Solvabilité 2.

La figure ci-dessous synthétise les résultats de ces différentes pistes :

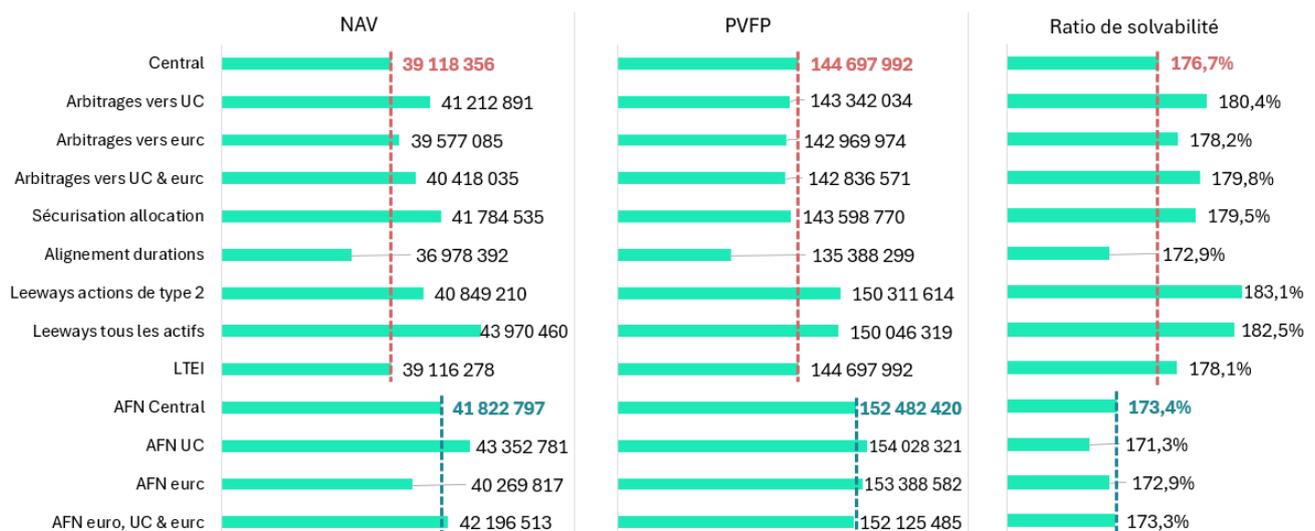


FIGURE 2 – NAV (en euros), PVFP (en euros) et Ratio de solvabilité (en pourcentage)

Ces résultats permettent d'établir plusieurs constats. Dans un univers risque-neutre, la réalisation d'arbitrages vers les fonds UC et/ou eurocroissance est bénéfique pour l'assureur tant pour sa rentabilité que sa solvabilité. Ces arbitrages permettent notamment à l'assureur de trans-

férer le risque de marché vers l'assuré. En monde réel, malgré une augmentation des rentabilités des fonds recevant les arbitrages, la rentabilité globale de l'assureur est dégradée. En effet, le fonds euro occupe une place importante dans sa rentabilité et pénalise ainsi cette dernière. Les arbitrages réalisés vers l'UC et l'eurocroissance permettent aux assurés de bénéficier d'une diversification des fonds de placement pour mieux répartir leur risque et à l'assureur d'une meilleure rentabilité et solvabilité en risque-neutre.

La sécurisation de l'allocation est bénéfique pour la solvabilité de l'assureur ainsi que sa rentabilité en risque-neutre. En effet, les obligations sont privilégiées aux actions et sont moins volatiles que ces dernières. De son côté, la solvabilité de l'assureur est améliorée en raison de la hausse des fonds propres éligibles. A l'inverse, en monde réel, comme les obligations sont favorisées aux actions, la rentabilité de l'assureur est faiblement dégradée. En effet, les actions ont une prime de risque due à l'incertitude de leurs rendements et à leurs volatilités à court terme qui se voit récompensée en monde réel. A l'inverse, l'alignement des durations entre l'actif et le passif n'est ni bénéfique pour la rentabilité ni la solvabilité de l'assureur. La proportion d'obligations avec des maturités plus élevées possédant ainsi un risque associé plus élevé augmente dans le portefeuille de l'assureur les premières années ce qui entraîne cette baisse de rentabilité en risque-neutre.

La mise en place des *leeways* sur les actions de type 2 puis sur tous les actifs est particulièrement avantageuse pour l'assureur. Cette piste permet d'augmenter la rentabilité (en risque-neutre et en monde réel) ainsi que la solvabilité de l'assureur. En effet, l'assureur réalise ainsi moins de plus-values latentes ce qui entraîne une distribution de PB plus faible les premières années et la conservation d'une poche de richesse latente utilisable à un moment plus judicieux pour l'assureur.

Par ailleurs, bien qu'ayant peu d'impact sur la rentabilité de l'assureur, la classification d'une partie des actions durables en LTEI lui permet de renforcer sa solvabilité. Cela est dû à la baisse du SCR grâce au choc réduit d'une proportion de ces actions qui entraîne une diminution du SCR actions.

Enfin, les affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance (investissant sur l'euro, l'UC et l'eurocroissance) constituent un bon compromis entre un scénario axé sur l'UC ou sur l'eurocroissance. En effet, avec une rentabilité améliorée et un ratio de solvabilité plus élevé, ce scénario se positionne comme une excellente alternative. L'assureur doit privilégier des affaires nouvelles équilibrant leurs investissements entre l'euro, l'UC et l'eurocroissance afin de diversifier les risques.

## **Construction d'un plan stratégique**

La dernière partie de ce mémoire met en place les leviers de rentabilité identifiés précédemment qui s'avèrent pertinents. Ces leviers doivent permettre à l'assureur d'optimiser sa rentabilité tout en favorisant ses investissements verts et en respectant les proportions minimales d'actifs non cotés définies par la loi Industrie verte.

Suite à l'intégration d'actifs durables et afin de piloter la rentabilité de l'assureur, plusieurs mesures sont instaurées sur les trois premières années du plan stratégique. Les premières mesures permettent d'activer les *leeways* sur tous les actifs, de sécuriser l'allocation cible au fil de la projection et de classer une partie des actions durables de LTEI. Puis, des arbitrages de l'euro vers l'UC et l'eurocroissance sont modélisés sur les trois années. Afin d'inciter les assurés à arbitrer leurs encours pour atteindre les objectifs du plan stratégique, l'assureur met en place des frais

d'arbitrages nuls pour ceux réalisés d'un fonds moins risqué vers un fonds plus risqué et offre une prime de 5% des encours par arbitrage (dans la limite de 200 euros). En dernier lieu, des affaires nouvelles sont introduites en portefeuille avec des primes investies sur les fonds euro, UC et eurocroissance. A l'instar des arbitrages, pour atteindre la répartition de primes souhaitée, l'assureur oriente la collecte sur les fonds UC et eurocroissance en promettant une PB boostée lorsque la part de primes sur ces supports est supérieure à un seuil défini.

Les résultats obtenus sont les suivants :

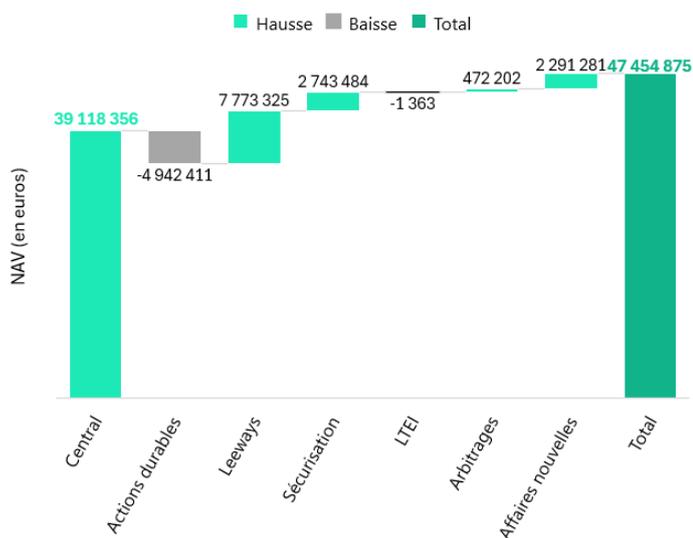


FIGURE 3 – Évolution de la NAV de l'assureur

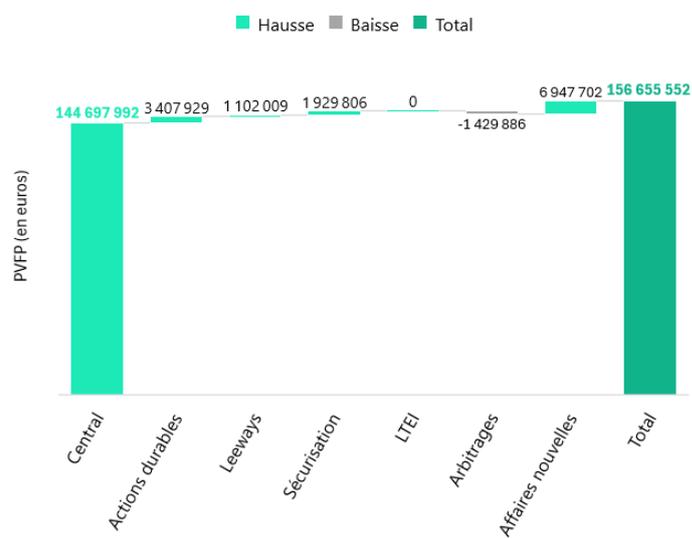


FIGURE 4 – Évolution de la PVFP de l'assureur

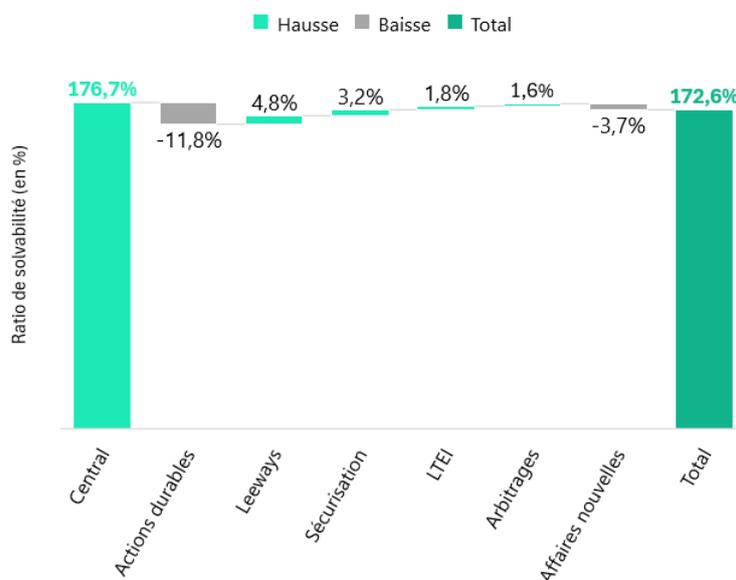


FIGURE 5 – Évolution du ratio de solvabilité de l'assureur

En risque-neutre, malgré une rentabilité diminuée suite à l'augmentation de la part d'actions durables, la majorité des mesures mises en place permettent à l'assureur de renforcer sa rentabilité pour les raisons évoquées précédemment. Seule la classification d'une partie des actions durables en LTEI diminue sa rentabilité, toutefois très légèrement.

En monde réel, les actions durables, qui rapportent plus dans cet univers de projection en raison de leurs primes de risque, sont bénéfiques pour l'assureur. La mise en place des mesures est d'autant plus avantageuse pour l'assureur et contribue à la hausse de sa rentabilité. Il convient de noter que, contrairement aux pistes étudiées précédemment, la rentabilité de l'assureur se voit améliorée suite à la sécurisation de l'allocation. En effet, des contraintes sont ajoutées pour assurer cette sécurisation, mais elles sont compensées par la flexibilité offerte par les *leeways*.

Enfin, il est clair que le ratio de solvabilité de l'assureur est diminué avec l'augmentation de la proportion d'actions durables. Les *leeways*, la sécurisation de l'allocation, la classification d'une partie des actions durables de LTEI ainsi que les arbitrages permettent à l'assureur d'augmenter son ratio de solvabilité. Néanmoins, les arrivées d'affaires nouvelles diminuent ce ratio en raison du risque accru lié aux prestations (globalement en hausse) de l'assureur ainsi qu'aux actifs adossés, et ce, quelle que soit la ventilation des primes. Toutefois, il convient de souligner le fait que le SCR est calculé en appliquant le choc en 0 tandis que les affaires nouvelles arrivent au fil du plan stratégique. Cette mesure serait plus pertinente à étudier au moyen d'un ORSA.

Par conséquent, les mesures mises en place au sein du plan stratégique permettent de développer l'investissement durable en maîtrisant la solvabilité de l'assureur tout en augmentant sa rentabilité.

## **Conclusion, limites et perspectives**

Ce mémoire a étudié diverses pistes pour optimiser la rentabilité et la solvabilité de l'assureur dans l'objectif d'intégrer des investissements durables et de respecter les proportions d'actifs non cotés fixées par la loi Industrie verte pour le PER. En effet, privilégier les investissements durables au sein du PER présente des impacts négatifs en risque-neutre pour l'assureur. Puis, les pistes qui se sont révélées avantageuses comme la stratégie d'arbitrages, la mise en place de *leeways* ou la sécurisation de l'allocation, ont été mises en place dans la construction d'un plan stratégique sur trois années. Au terme du plan stratégique, la rentabilité de l'assureur commercialisant un PER est nettement améliorée et sa solvabilité maîtrisée.

Pour aller plus loin, il aurait pu être intéressant de mettre en place un ORSA pour étudier la solvabilité de l'assureur sur les trois années du plan stratégique de façon plus précise. Par ailleurs, la mise en place des profils de gestion pilotée du PER aurait permis une analyse plus approfondie de l'impact de l'intégration des investissements durables. Cela encouragerait la diversification des parts minimales d'actifs non cotés fixées par la loi Industrie verte. Il aurait également été pertinent de modéliser les investissements durables à travers d'autres types d'actifs, tels que les obligations vertes, afin de bénéficier d'une vision plus complète de leurs impacts. Il convient de noter que les résultats obtenus sont valables uniquement dans le cadre de l'étude réalisée en date du 31/12/2023 avec les hypothèses retenues, et ne tiennent pas compte des coûts de mise en place de ces mesures. Ils sont donc à explorer avec précaution.

En conclusion, ce mémoire met en exergue certaines mesures permettant d'exploiter le potentiel du PER à atteindre le triple objectif suivant : favoriser les investissements durables tout en assurant la rentabilité des assureurs et l'attractivité pour les assurés et en maintenant les exigences prudentielles en matière de solvabilité. Au regard de ces éléments, le PER a le potentiel pour se positionner comme un véhicule important dans la transition vers une finance responsable et durable.



# Synthesis Note

## Context and issue

Created in 2019 with the PACTE law, the *Plan d'Épargne Retraite* (PER) aims to finance the real economy. This commitment is reinforced by the *Industrie verte* law which sets minimum proportions of unlisted assets, that can finance SMB (small and medium size business) and mid-sized companies, to be included in the management of the PER. Concurrent, sustainable investments are being encouraged in France and Europe through the Green Deal, the CSRD regulation and the creation of certification labels. The Solvency 2 review also anticipates the introduction of higher quantitative requirements for "brown" assets. In addition, the recent pension reform is transforming the French retirement system. Thus, the PER, and more generally pension insurance, are in the spotlight and carry many ambitions for development.

However, the current uncertain environment characterized by high inflation and rates calls for effective PER management by the insurer. To achieve the ambitions of the PER and promote sustainable investment, the insurer needs to manage its profitability to make it more attractive to policyholders.

In this context, this thesis investigates various avenues of profitability for the insurer, and then sets them up in a strategic plan to manage the profitability as well as the solvency of the PER while encouraging a sustainable allocation in line with the recommendations set out in the *Industrie verte* law.

## Enrichments of the ALM model

In order to carry out this work, the internal ALM model, SiALM, is first enriched by integrating the ring-fencing and the PER.

### Implementation of ring-fencing

Since the PACTE law, retirement products must be ring-fenced. Isolating pension liabilities from the company's other assets enables the protection of the rights of policyholders owning retirement savings contracts and ensures the fair distribution of financial incomes.

The introduction of ring-fencing within the SiALM model has had an impact on the entire model : reading assumptions (by defining as many isolated funds as desired for greater flexibility), projection steps, calculation of the SCR and even outputs formatting. The ring-fencing offers the possibility to define a new "insurer" ring-fenced fund to enable appropriate management of own funds. At each step, each ring-fenced fund is projected and potential interactions between them take place. In order to validate the integration of the ring-fencing into the model, similar situations before and after the ring-fencing were compared, showing no regression.

## Integration of PER

The PER was then developed within the model. This involved adding assumptions to the model, adapting the accumulation phase and implementing the retirement and distribution phases.

The graph below summarises the different steps of the SiALM model after the integration of the PER :

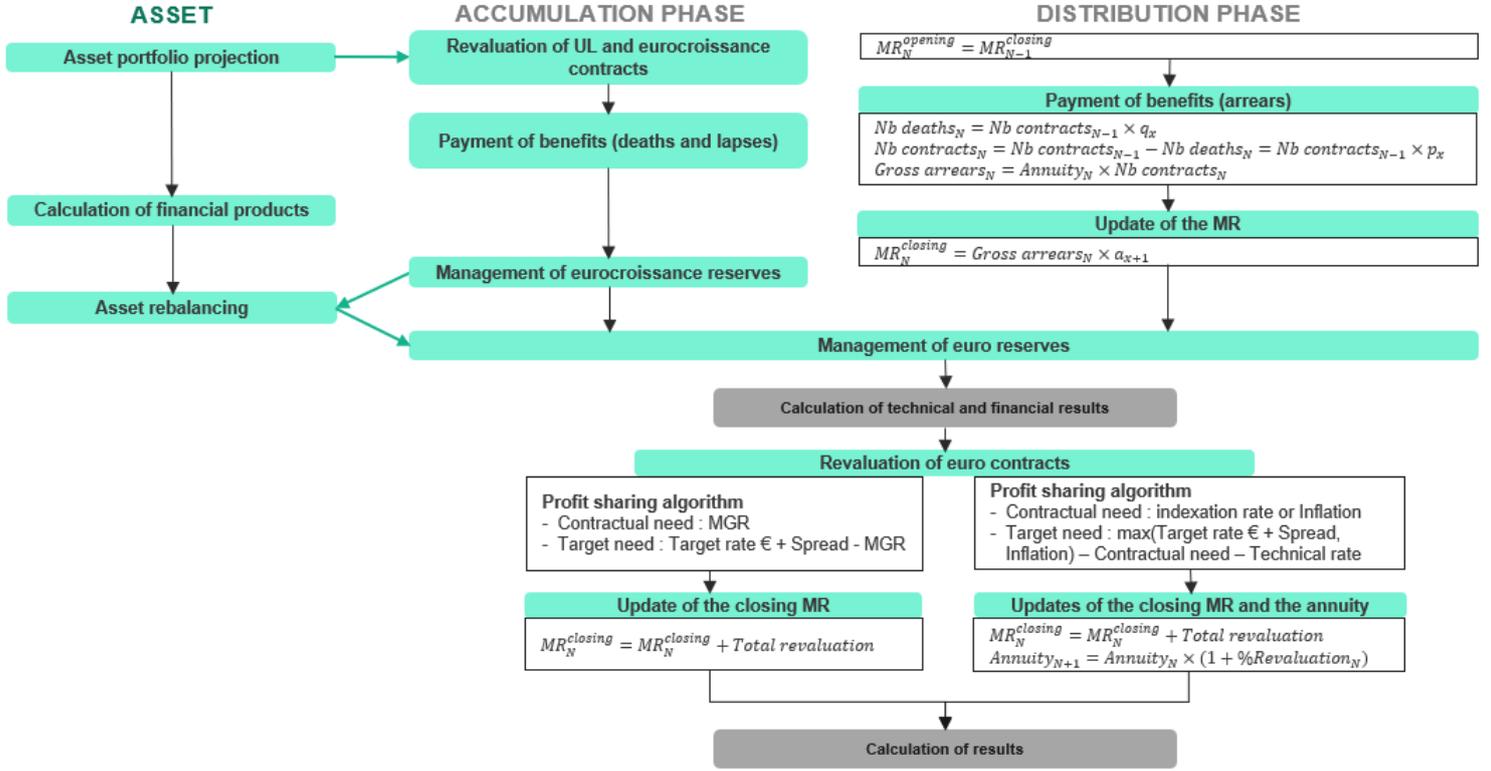


FIGURE 6 – Accumulation and distribution phases within the SiALM model

During the accumulation phase, policyholders can now enter the retirement phase at retirement age (if they have a pension contract) and receive their benefits : arrears or capital. Product-specific assumptions need to be defined, such as exit terms, reversion or the law on structural lapses, reflecting the lower proportion of lapses compared to the savings product. Dynamic lapses are modelled in the same way as savings and depend on a competitive rate, nevertheless lower, pension contracts being less subject to these dynamic lapses.

When a policyholder reaches his retirement age, he enters the retirement phase and can withdraw as annuities, capital or by combining both options. At the end of the year, the insurer pays the insured his first arrear if he has chosen the annuity withdrawal option.

Finally, in the year following retirement, the policyholder enters the distribution phase, where the annuities modelled are annual, life and ordinary annuities with a reversionary option. Each year, after the evolution of the number of contracts for each Model Point, arrears are paid and the closing mathematical reserves (MR) are calculated. At the end of the year, after calculating the technical and financial results, the profit sharing is distributed in order to increase the value of the annuities (as well as the associated MR).

As with the integration of the ring-fencing, a series of iterative tests has been set up to ensure that the PER is correctly implemented within the SiALM model. This method makes it possible

to increase gradually the complexity of the parameters, starting with the simple situation of a single Model Point with a capital benefit. The most complete run contains 20 Model Points, each with specific assumptions, and includes new business in the first few years. Each test was analysed for consistency of results before being validated.

## Development of a company

For these studies, a company reflecting the French market is considered and constructed using benchmarks, data from *France Assureurs* and expert opinions. Initially, the insurer only sells euro and unit-linked (UL) funds. Within the SiALM model, this company has two ring-fenced funds : the pension one and the own funds one. The policyholders portfolio is composed of 800 contracts divided into 62 Model Points, 32 of which are in the accumulation phase (while 30 are in the distribution phase). The MR of the distribution phase represents 18% of total reserves.

The initial balance sheet for the pension ring-fenced fund and the performance indicators for this central scenario, as of 31/12/2023, are as follows :

| Asset           |          | Liability       |          |
|-----------------|----------|-----------------|----------|
| Equity          | 53 M€    | Rkpi            | 1 M€     |
| Bonds           | 104,5 M€ | LRR             | 0 €      |
| Property        | 18,5 M€  | PPE             | 3,5 M€   |
| Cash            | 5,2 M€   | MR euro         | 176,7 M€ |
| Inv. UL         | 200 M€   | MR UL           | 200 M€   |
| <b>381,2 M€</b> |          | <b>381,2 M€</b> |          |

TABLE 3 – Initial balance sheet

| in euros             | Central scenario   |
|----------------------|--------------------|
| NAV                  | 39 118 356         |
| <i>of which euro</i> | <i>15 563 409</i>  |
| <i>of which UL</i>   | <i>23 554 948</i>  |
| SCR                  | 38 528 945         |
| Solvency ratio       | 177%               |
| PVFP                 | 144 697 992        |
| <i>of which euro</i> | <i>117 274 047</i> |
| <i>of which UC</i>   | <i>27 423 945</i>  |

TABLE 4 – Performance indicators

## PER as a lever for sustainable investment

To study the interest of the PER for sustainable investment, a new equity index calibrated on an ESG index is introduced. These equities are considered as sustainable unlisted assets, classified as type 2 for the calculation of capital requirement under Solvency 2.

If increasing the proportion of sustainable assets in the insurer's investments is profitable in the real world, the study nevertheless shows that the impacts are rather negative in a risk-neutral environment for both profitability and solvency. In fact, by increasing the proportion of sustainable equities, the volatility of returns and the asymmetry of outcome increase, leading to a reduction in the Net Asset Value (NAV). Meanwhile, the solvency ratio deteriorates, reflecting the risk associated with sustainable (type 2) equities. In order to encourage these investments, various strategies are being explored to stabilise or even improve the insurer's profitability and solvency. These include integrating new UL and eurocroissance funds, changing the investment and reallocation strategy, classifying some of the sustainable equities as LTEI and introducing leeways.

The integration of new UL and eurocroissance funds has enabled the insurer to redirect the savings of active policyholders as well as diversifying new business premiums.

First of all, arbitrage scenarios occur from the euro fund to the UL and/or eurocroissance funds, depending on the studied scenarios.

Regarding the introduction of new business, premiums represent 3.5% of the balances of contracts spread over new policyholders with similar characteristics to those already in the portfolio, but who are younger. Premiums are allocated differently in order to favour one or more funds (euro, UL and/or eurocroissance) for each scenario. A central scenario in which premiums are allocated in the same proportions as the MR of the Model Points in the portfolio is used as the basis for the analysis.

Then, two scenarios are used to study the influence of the investment strategy on the performance indicators. Firstly, the target allocation is secured progressively over the projection favorising bonds. Under Solvency 2, the projection is carried out in run-off and the policyholders portfolio ages as the projection progresses, with a majority of retirees in the final years. This securing therefore seems attractive to the insurer. Secondly, the duration of the bond portfolio is aligned with the residual duration of the liabilities calculated from the results of the central scenario.

Then, leeways are studied to make insurer’s rebalancing strategy more flexible. Indeed, these allow the insurer to let its assets evolve around the target allocation within a defined corridor without reallocating. They are first introduced only on type 2 equities and then on all the insurer’s assets.

Finally, because sustainable investments are generally done with a long-term vision to promote responsible practices, they may be eligible for LTEI. This last avenue studies the impact of classifying a part of sustainable equities as LTEI, the eligibility of which is likely to be simplified as part of the Solvency 2 review.

The figure below summarises the results of these different avenues :

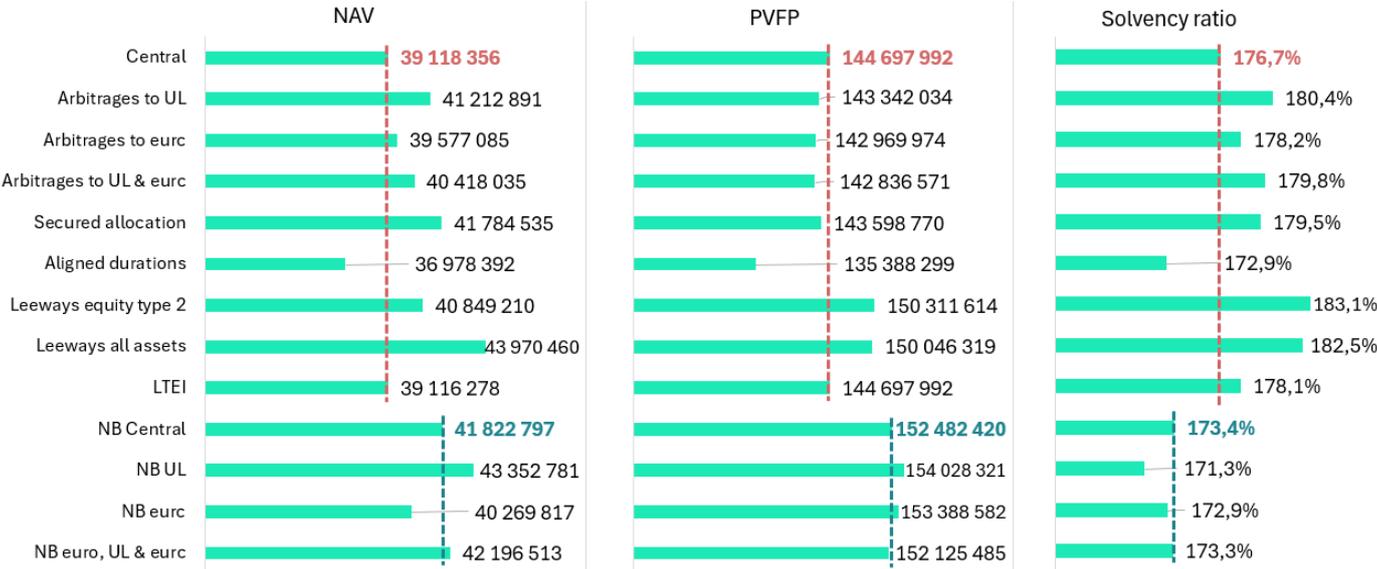


FIGURE 7 – NAV (in euros), PVFP (in euros) and Solvency ratio (in percentage)

Several assessments can be drawn from these results. In a risk-neutral environment, arbitrages made to UL and/or eurocroissance funds are beneficial for the insurer in terms of both profitability and solvency. In particular, these arbitrages enable the insurer to transfer market risk to policyholders. In real world, despite an increase in the profitability of funds receiving arbitrages, the insurer’s global profitability deteriorates. Since the euro fund accounts for a large proportion of the insurer’s profitability, it thus penalises it. The arbitrages to UL and eurocroissance products

allow policyholders to benefit from diversification of investment funds to better spread their risk, while the insurer benefits from improved profitability and solvency in a risk-neutral environment.

Securing the allocation is beneficial for the insurer's solvency and profitability in risk-neutral environment. Indeed, bonds are favoured over equities and are less volatile than the latter. The insurer's solvency is improved by the increase in eligible own funds. On the contrary, in real world, as bonds are favoured over equities, the insurer's profitability is slightly reduced. Equities carry a risk premium due to the uncertainty of their returns and their short-term volatility, which is rewarded in real world. Conversely, the alignment of durations between assets and liabilities is neither beneficial for the profitability nor the solvency of the insurer. The proportion of bonds with longer maturities and therefore higher associated risk increases in the insurer's portfolio the first years, leading to a fall in profitability in a risk-neutral environment.

The introduction of leeways on type 2 equities and then on all assets is particularly advantageous for the insurer. This approach increases profitability (in risk-neutral and real world environments) as well as the insurer's solvency. Since the insurer realises fewer unrealised gains, the distribution of profit sharing is lower in the first years and a pocket of unrealized wealth is kept to be used at a more appropriate time for the insurer.

Furthermore, although having not much impact on the insurer's profitability, the classification of a proportion of sustainable equities as LTEI enables it to strengthen its solvency. This is due to the lower SCR resulting from the reduced shock of a proportion of these equities, which leads to a reduction in the equity SCR.

Finally, new business favouring UL and eurocroissance funds (investing in euros, UL and eurocroissance funds) represents a good compromise between a scenario based on UL or eurocroissance. With improved profitability and a higher solvency ratio, this scenario is an excellent alternative. Insurers should favour new businesses that balance their investments between euro, UL and eurocroissance funds in order to diversify risks.

## **Construction of a strategic plan**

The final part of this thesis sets up profitability levers identified earlier, which are relevant. These levers should enable the insurer to optimise its profitability while promoting its sustainable investments and complying with the minimum proportions of unlisted assets defined by the *Industrie verte* law.

Following the integration of sustainable assets and in order to manage the insurer's profitability, several measures have been introduced over the first three years of the strategic plan. The first measures involved activating the leeways on all assets, securing the target allocation over the projection and classifying some of sustainable equities as LTEI. Arbitrages from euro to UL and eurocroissance are then modelled over the three years. To encourage policyholders to transfer their balances to achieve the objectives of the strategic plan, the insurer introduced null charges for transferring from a less risky fund to a riskier fund, and offered a premium of 5% of the balances per transfer (up to a maximum of 200 euros). Finally, new business is introduced into the portfolio with premiums invested in euro, UL and eurocroissance funds. Like arbitrages, to achieve the desired distribution of premiums, the insurer orients inflows into UL and eurocroissance funds, promising a boosted profit sharing when the proportion of premiums in these funds exceeds a defined threshold.

The results obtained are as follows :

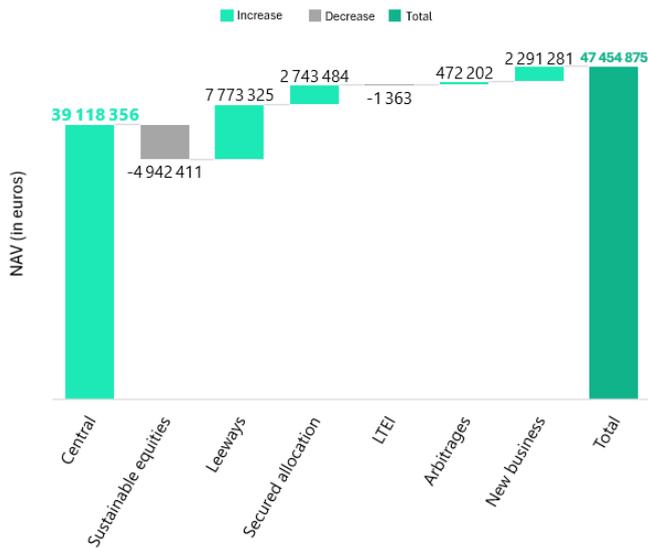


FIGURE 8 – Evolution of the insurer’s NAV

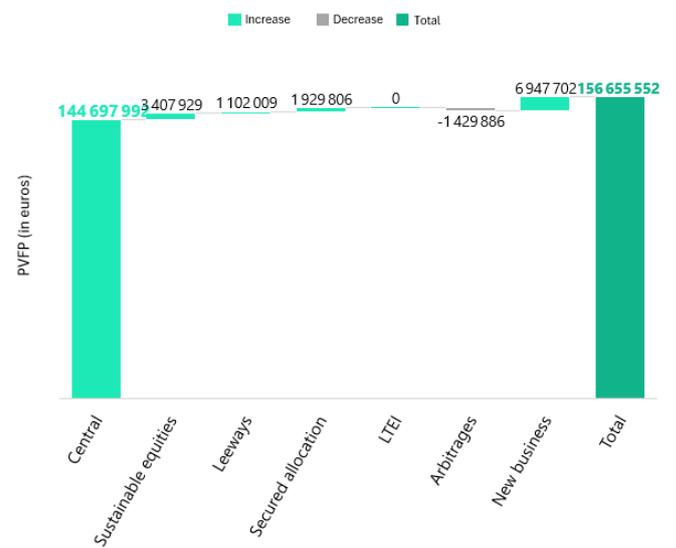


FIGURE 9 – Evolution of the insurer’s PVFP

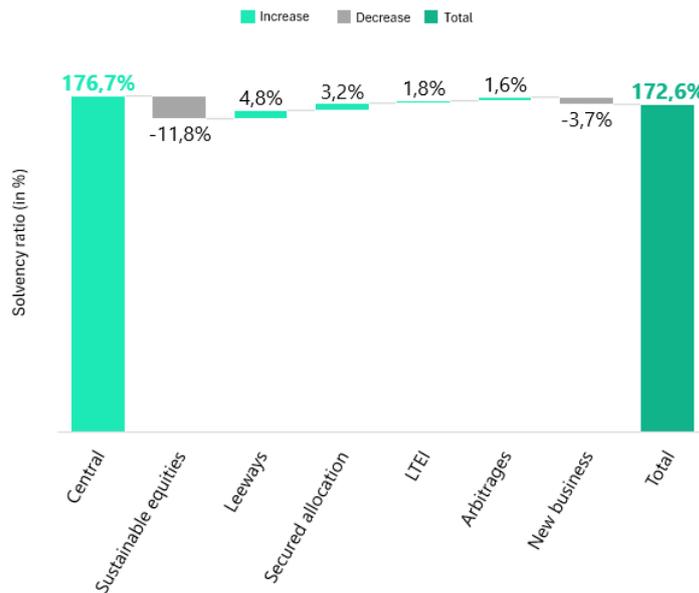


FIGURE 10 – Evolution of the insurer’s solvency ratio

In a risk-neutral environment, despite a reduction in profitability following the increase in the proportion of sustainable equities, the majority of the measures implemented enabled the insurer to improve its profitability for the reasons given above. Only the classification of part of the sustainable equities as LTEI reduced profitability, however very lightly.

In real world, sustainable equities, which yield more in this environment because of their risk premiums, are beneficial for the insurer. The implementation of measures is all the more advantageous for the insurer and contributes to the increase in its profitability. Notably, unlike the approaches previously studied, the insurer’s profitability improves with the secured allocation. While additional constraints are introduced to ensure this security, they are balanced by the flexibility provided through leeways.

Finally, it is clear that the insurer's solvency ratio decreases as the proportion of sustainable equities increases. The use of leeways, the securing of the allocation, the classification of part of sustainable equities as LTEI and the arbitrages allow the insurer to enhance its solvency ratio. Nevertheless, new business inflows are reducing this ratio due to the increased risk associated with the insurer's benefits (which are rising overall) and the assets supporting them, regardless of how premiums are allocated. However, it is important to note that the SCR is calculated by applying the shock in 0 while new business is introduced progressively as the strategic plan progresses. This measure would be more relevant to study with an ORSA.

As a result, the measures implemented within the strategic plan enable the development of sustainable investments while controlling the insurer's solvency and increasing its profitability.

## **Conclusion, limitations and future prospects**

This thesis studied various avenues to optimise the insurer's profitability and solvency to allow the integration of sustainable investments and to respect the proportions of unlisted assets set by the *Industrie verte* law for the PER. In fact, favouring sustainable investments within the PER has a negative impact in a risk-neutral environment for the insurer. Then, the successful strategies, such as the arbitrage approach, the implementation of leeways or the securing of the allocation, were incorporated into the construction of a three-year strategic plan. At the end of the strategic plan, the insurer's profitability had significantly improved, and its solvency had been effectively managed.

To go further, it might have been interesting to set up an ORSA to study the insurer's solvency over the three years of the strategic plan in more detail. In addition, the introduction of the PER management profiles would have enabled a more detailed analysis of the impact of integrating sustainable investments. This would have encouraged diversification of the minimum shares of unlisted assets set by the *Industrie verte* law. It would have also been relevant to model sustainable investments through other types of assets, such as green bonds, in order to benefit from a more complete view of their impacts. It should be noted that the results obtained are valid only within the framework of the study carried out on 31/12/2023 with the assumptions taken, and do not take into account the costs of implementing these measures. They should therefore be treated with caution.

To conclude, this thesis highlights some measures that harness the potential of the PER to achieve a triple objective : promoting sustainable investment while ensuring both profitability of insurers and attractiveness to policyholders and maintaining prudential solvency requirements. Given these considerations, the PER has the potential to become a key instrument in the shift towards responsible and sustainable finance.



# Remerciements

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à Michaël Donio qui m'a permis de réaliser mon stage puis alternance chez Sia Partners, ainsi que pour son suivi lors des missions réalisées.

J'adresse mes sincères remerciements à mes directeurs de mémoire en entreprise Nicolas Langevin, Florian Montanier et Maxence Picard, pour leur suivi, leur disponibilité, leur implication, leurs relectures et leurs conseils avisés tout au long de ce mémoire.

Je tiens aussi à remercier toute l'équipe AQS (*Actuarial and Quantitative Services*) de Sia Partners pour leur accueil. Je souhaite remercier particulièrement les membres du Lab ALM, grâce à qui la rédaction de ce mémoire a été possible, et spécialement Wael Saadé. Je remercie singulièrement Santiago Fiallos pour sa confiance et ses retours. Une pensée à mes co-alternants et stagiaires qui ont rendu unique mon expérience chez Sia Partners.

Je remercie également Fabrice Hamon pour son suivi et ses précieux conseils tout au long de la réalisation et de la rédaction de ce mémoire.

Je souhaite remercier les professeurs et intervenants de mon cursus à l'INSA Rennes et à l'EURIA qui m'ont permis d'acquérir des compétences dans de nombreux domaines.

Enfin, j'adresse mes remerciements à toutes les personnes ayant contribué à la rédaction de ce mémoire, avec une pensée particulière pour ma famille.



# Acronymes

**ACAV** Assurance à capital variable.

**ACPR** Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution.

**AGIRC** Association générale des institutions de retraite des cadres.

**ALM** *Asset and liability management.*

**ARRCO** Association pour le régime de retraite complémentaire des salariés.

**ATCA** Allocation temporaire de cessation d'activité.

**BCE** Banque centrale européenne.

**BE** *Best Estimate.*

**BSCR** *Basic solvency capital requirement.*

**C3P** Compte personnel de prévention de la pénibilité.

**CARCDSF** Caisse autonome de retraite des chirurgiens dentistes et des sages-femmes.

**CARMF** Caisse autonome de retraite des médecins de France.

**CARPIMKO** Caisse autonome de retraite et de prévoyance des infirmiers, masseurs-kinésithérapeutes, pédicures-podologues, orthophonistes et orthoptistes.

**CARPV** Caisse autonome de retraite et de prévoyance des vétérinaires.

**CAVAMAC** Caisse d'allocation vieillesse des agents généraux et des mandataires non-salariés d'assurance et de capitalisation.

**CAVEC** Caisse d'assurance vieillesse des experts-comptables et des commissaires aux comptes.

**CAVIMAC** Caisse d'assurance vieillesse, invalidité et maladie des cultes.

**CAVOM** Caisse de retraite et de prévoyance des officiers ministériels, des officiers publics et des compagnies judiciaires.

**CAVP** Caisse d'assurance vieillesse des pharmaciens.

**CCMSA** Caisse centrale de la mutualité sociale agricole.

**CESE** Conseil économique social et environnemental.

**CIPAV** Caisse interprofessionnelle de prévoyance et d'assurance vieillesse.

**CIR** Compte individuel retraite.

**CNAV** Caisse nationale d'assurance vieillesse.

**CNAVPL** Caisse nationale d'assurance vieillesse des professions libérales.

**CNBF** Caisse nationale des barreaux français.

**CNIEG** Caisse nationale des industries électriques et gazières.

**CNRACL** Caisse nationale de retraite des agents des collectivités locales.

**CPRN** Caisse de prévoyance et de retraite des notaires.

**CROPERA** Caisse de retraites des personnels de l'Opéra national de Paris.

**CRPCEN** Caisse de retraite et de prévoyance des clercs et employés de notaires.

**CRPCF** Caisse de retraite du personnel de la comédie française.

**CRPNPAC** Caisse de retraite complémentaire du personnel navigant professionnel de l'aéronautique civile.

**CRPRATP** Caisse de retraites du personnel de la régie autonome des transports parisiens.

**CSRD** *Corporate Sustainability Reporting Directive.*

**EDF** Électricité de France.

**EIOPA** *European insurance and occupational pensions authority*, Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles.

**ENIM** Établissement national des invalides maritimes.

**ENS** Etats nationaux spécifiques.

**ESG** Environnementaux, sociaux et de gouvernance.

**ESRS** *European Sustainability Reporting Standards.*

**ETI** Entreprises à taille intermédiaire.

**EWMA** *Exponentially Weighted Moving Average.*

**FCPE** Fonds commun de placement en entreprise.

**FP** Fonds propres.

**FRPS** Fonds de retraite professionnelle supplémentaire.

**FSPOEIE** Fonds spécial des pensions des ouvriers des établissements industriels de l'État.

**GAAP** *Generally accepted accounting principles.*

**GDF** Gaz de France.

**GSE** Générateur de scénarios économiques.

**IFRS** *International financial reporting standards.*

**INSEE** Institut national de la statistique et des études économiques.

**IRCANTEC** Institution de retraite complémentaire des agents non titulaires de l'État et des collectivités publiques.

**IRCEC** Institution de retraite complémentaire de l'enseignement et de la création.

**IT** Intérêts techniques.

**LTEI** *Long Term Equity Investments.*

**MCR** *Minimum capital requirement.*

**MRPS** Mutuelle de retraite professionnelle supplémentaire.

**MSA** Mutualité sociale agricole.

**NAV** *Net asset value.*

**NFRD** *Non-Financial Reporting Directive.*

**OPCVM** Organisme de placement collectif en valeurs mobilières.

**ORPS** Organisme de retraite professionnelle supplémentaire.

**ORSA** *Own risk and solvency assessment.*

**PACTE** Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises.

**PAF** Provision pour aléas financiers.

**PASS** Plafond annuel de la sécurité sociale.

**PB** Participation aux bénéfices.

**PCDD** Provision collective de diversification différée.

**PD** Provision de diversification.

**PDD** Provision pour dépréciation durable.

**PEE** Plan d'épargne entreprise.

**PEI** Plan d'épargne interentreprise.

**PER** Plan d'Épargne Retraite.

**PERCO** Plan d'épargne pour la retraite collectif.

**PERcol** Plan d'épargne retraite collectif.

**PERE** Plan d'épargne retraite entreprise.

**PERin** Plan d'épargne retraite individuel.

**PERo** Plan d'épargne retraite obligatoire.

**PERP** Plan d'épargne retraite populaire.

**PFU** Prélèvement forfaitaire unique.

**PGG** Provision globale de gestion.

**PGT** Provision pour garantie à terme.

**PM** Provision mathématique.

**PME** Petites et moyennes entreprises.

**PPB / PPE** Provision pour participation aux bénéfices / excédents.

**PRE** Provision pour risque d'exigibilité.

**QRT** *Quantitative reporting templates.*

**RAFP** Retraite additionnelle de la fonction publique.

**RAR** Régime additionnel de retraite des enseignants du privé.

**RATP** Régie autonome des transports parisiens.

**RAVGDT** Régime d'allocations viagères des gérants de débits de tabac.

**RC** Réserve de capitalisation.

**RETREP** Régime temporaire de retraite des maîtres des établissements d'enseignement privé.

**RSR** *Regular supervisory report.*

**SAM** Salaire annuel moyen.

**SCR** *Solvency capital requirement.*

**SFCR** *Solvency and financial condition report.*

**SFDR** *Sustainable Finance Disclosure Regulation.*

**SLT** *Similar to life techniques.*

**SMIC** Salaire minimum interprofessionnel de croissance.

**SNCF** Société nationale des chemins de fer français.

**SSI** Sécurité sociale des indépendants.

**TME** Taux moyen d'emprunt d'État.

**TMG** Taux minimum garanti.

**URPS** Union de retraite professionnelle supplémentaire.

**VM** Valeur de marché.

**VNC** Valeur nette comptable.



# Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| Résumé   | i         |
| Abstract   | iii       |
| Note de synthèse   | v         |
| Executive Summary  | xiii      |
| Remerciements  | xxi       |
| Acronymes  | xxiii     |
| Introduction   | 1         |
| <b>I Le paysage français de l'assurance retraite</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>1 La retraite et les différents produits existants</b>                              | <b>4</b>  |
| 1.1 La retraite en France . . . . .  | 4         |
| 1.1.1 Historique de la retraite . . . . .  | 4         |
| 1.1.2 Caractéristiques des régimes de retraite . . . . .                               | 6         |
| 1.1.3 Les différents niveaux de couverture . . . . .                                   | 7         |
| 1.1.4 État des lieux de la retraite en France . . . . .                                | 9         |
| 1.2 Les régimes de retraite supplémentaires . . . . .                                  | 13        |
| 1.2.1 Cadre général . . . . .  | 13        |
| 1.2.2 Les produits avant la loi PACTE . . . . .  | 15        |
| 1.2.3 La loi PACTE . . . . .   | 16        |
| 1.2.4 Les produits après la loi PACTE . . . . .  | 17        |
| <b>2 Un environnement multinormé</b>   | <b>24</b> |
| 2.1 Les contraintes réglementaires . . . . .   | 24        |
| 2.1.1 Aspects réglementaires comptables en vision <i>French GAAP</i> . . . . .         | 24        |
| 2.1.2 Solvabilité 2 . . . . .  | 25        |
| 2.1.3 D'autres réglementations pour les assureurs : IFRS 17 et FRPS . . . . .          | 29        |
| 2.2 De nouvelles réglementations en matière d'investissement durable . . . . .         | 30        |
| <b>3 Modélisation ALM</b>  | <b>34</b> |
| 3.1 La nécessité de la modélisation ALM en assurance-vie et épargne retraite . . . . . | 34        |
| 3.1.1 Assurance-vie . . . . .  | 34        |
| 3.1.2 Épargne retraite . . . . .   | 36        |
| 3.1.3 Gestion de l'actif et du passif . . . . .  | 39        |
| 3.2 Générateur de Scénarios Économiques . . . . .                                      | 40        |
| 3.2.1 Cadre général . . . . .  | 40        |
| 3.2.2 Mise en place d'un GSE . . . . .   | 41        |
| <b>II Développement du PER au sein d'un modèle ALM</b>                                 | <b>42</b> |
| <b>4 Modèle ALM interne et Générateur de Scénarios Économiques</b>                     | <b>43</b> |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| 4.1   | Le Générateur de Scénarios Économiques de Sia Partners . . . . .                    | 43         |
| 4.2   | SiALM : le modèle interne de Sia Partners . . . . .                                 | 46         |
| 4.2.1   | Hypothèses sur l'actif . . . . .  | 46         |
| 4.2.2   | Hypothèses sur le passif . . . . .  | 47         |
| 4.2.3   | Le moteur SiALM . . . . .   | 47         |
| <b>5</b>  | <b>Cantonement des actifs et des passifs</b>  | <b>57</b>  |
| 5.1   | Mise en place du cantonnement au sein du modèle . . . . .                           | 57         |
| 5.1.1   | Modification des hypothèses du modèle . . . . .                                     | 58         |
| 5.1.2   | Adaptation de la structure du modèle SiALM . . . . .                                | 58         |
| 5.1.3   | Ajustement de la sortie du modèle . . . . .   | 61         |
| 5.2   | Validation des développements . . . . .   | 61         |
| <b>6</b>  | <b>Intégration de produits de retraite au sein du modèle SiALM</b>                  | <b>64</b>  |
| 6.1   | Intégration du PER au sein du modèle SiALM . . . . .                                | 64         |
| 6.1.1   | Initialisation des hypothèses du modèle . . . . .                                   | 64         |
| 6.1.2   | Adaptation de la phase de constitution . . . . .                                    | 66         |
| 6.1.3   | Mise en place d'une phase de liquidation . . . . .                                  | 68         |
| 6.1.4   | Mise en place d'une phase de restitution . . . . .                                  | 72         |
| 6.1.5   | Changements additionnels . . . . .  | 77         |
| 6.2   | Validation de l'intégration de produits PER individuel . . . . .                    | 77         |
| <b>III Pistes d'optimisation de la rentabilité du PER, levier pour l'investissement durable</b> |   | <b>80</b>  |
| <b>7</b>  | <b>Mise en place de la situation initiale</b>                                       | <b>81</b>  |
| 7.1   | Modélisation de l'actif durable . . . . .   | 81         |
| 7.2   | Présentation de la situation initiale . . . . .                                     | 82         |
| 7.2.1   | Composition de la société-type . . . . .  | 82         |
| 7.2.2   | Résultats de la projection et indicateurs de performance . . . . .                  | 87         |
| 7.2.3   | Intégration d'investissements durables dans le portefeuille de l'assureur . . . . . | 88         |
| <b>8</b>  | <b>Mesures d'optimisation de la rentabilité du PER</b>                              | <b>90</b>  |
| 8.1   | Recherches et identification des leviers de rentabilité . . . . .                   | 90         |
| 8.1.1   | Intégration de nouveaux fonds UC et eurocroissance . . . . .                        | 90         |
| 8.1.2   | Modification de la stratégie d'investissement et de réallocation . . . . .          | 97         |
| 8.1.3   | Pilotage des <i>leeways</i> . . . . .   | 99         |
| 8.1.4   | Classification des actions durables en LTEI . . . . .                               | 101        |
| 8.1.5   | Synthèse des pistes étudiées . . . . .  | 103        |
| 8.2   | Construction d'un plan stratégique . . . . .  | 104        |
| 8.3   | Limites de l'étude . . . . .  | 109        |
| <b>Conclusion</b>   |   | <b>111</b> |
| <b>Bibliographie</b>  |   | <b>112</b> |
| <b>A</b>  | <b>Comment fonctionnent les régimes de retraite à points ?</b>                      | <b>120</b> |
| <b>B</b>  | <b>Les caisses de retraite obligatoire selon la catégorie socio-professionnelle</b> | <b>121</b> |
| <b>C</b>  | <b>Comment fonctionnent les régimes obligatoires ?</b>                              | <b>124</b> |
| <b>D</b>  | <b>Les produits de retraite supplémentaire avant la loi PACTE</b>                   | <b>126</b> |
| <b>E</b>  | <b>Focus pilier 1 de Solvabilité 2</b>  | <b>128</b> |
| <b>F</b>  | <b>Le scénario économique en monde réel</b>   | <b>137</b> |

# Introduction

Les origines de l'assurance retraite débutent en France en 1673. Depuis, de nombreuses lois et réformes se sont succédées afin de structurer les régimes de retraite tels qu'ils sont connus aujourd'hui. En 2019, le plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises, plus connu sous le nom loi PACTE, a bousculé les régimes supplémentaires de retraite en France. Cette loi a permis la mise en place d'un produit unique : le Plan d'Épargne Retraite (PER), et simplifie ainsi le système de retraite supplémentaire actuel. Au 31 décembre 2022, trois ans après son lancement, le PER compte 7 millions de bénéficiaires pour des encours supérieurs à 80 milliards d'euros (dont plus de 49 milliards d'euros d'encours pour les PER individuels, plus de 19 milliards d'euros d'encours pour les PER collectifs et plus de 12 milliards d'euros d'encours pour les PER obligatoires).

Avec la loi PACTE, le PER s'inscrit dans une démarche de financement de l'économie réelle et durable, en privilégiant progressivement les investissements ESG (environnementaux, sociaux et de gouvernance). L'entrée en application de la directive européenne *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD) le 1<sup>er</sup> janvier 2024, dans le cadre du *Green Deal* européen, montre cette volonté d'encourager les investissements durables et responsables. Par ailleurs, la loi Industrie verte s'engage dans cette stratégie de financement en spécifiant des proportions minimales d'actifs non cotés à inclure dans les grilles de gestion du PER à partir d'octobre 2024.

Conjointement, une nouvelle réforme des retraites a vu le jour, le 1<sup>er</sup> septembre 2023, et vient à nouveau transformer le paysage actuel en décalant l'âge de départ à la retraite, en augmentant le montant de pension minimale, en facilitant les départs anticipés ainsi qu'en supprimant certains régimes spéciaux. Par ailleurs, l'année 2023 est marquée par une inflation et des taux élevés notamment ceux des OAT 10 ans. Cette situation de taux élevés, en complément d'un taux de rémunération du livret A fixé à 3% (qui sera maintenu jusqu'en janvier 2025), peut favoriser la concurrence entre les assureurs voire décourager les assurés à souscrire à un PER. Bien que les tendances de l'inflation et des taux pour 2024 semblent à la baisse, le contexte actuel demeure incertain. La gestion du PER se relève ainsi délicate pour l'assureur.

Fort de ces constats, afin d'inscrire ce produit comme levier pour l'investissement durable, il était important de s'intéresser à la problématique suivante : est-il possible d'optimiser et de piloter la rentabilité du PER pour le rendre plus attractif ? Après avoir exposé le contexte et le fonctionnement de l'assurance retraite ainsi que son environnement réglementaire, ce mémoire présentera les mesures de rentabilité mises en œuvre pour améliorer la performance du PER, tout en analysant leurs impacts. Afin de mener à bien ces études, le modèle ALM interne sera présenté en premier lieu. Puis, l'enrichissement de ce modèle, et notamment le développement du cantonnement et l'intégration des produits de retraite supplémentaires sera détaillé. Enfin, la dernière partie de ce mémoire sera consacrée aux études de rentabilité d'un assureur retraite, en gardant en tête l'objectif de respecter les contraintes de la loi Industrie verte et ainsi d'utiliser le PER comme levier pour l'investissement durable.



Première partie

Le paysage français de l'assurance  
retraite

# Chapitre 1

## La retraite et les différents produits existants

Ce chapitre est inspiré des sources suivantes : [La sécurité sociale, 2024], [Service public, 2023a], [Retraite complémentaire agirc-arrco, 2023], [Vie publique, 2024], [Guimbretière et Pastorelli, 2023], [Confédération française des retraités, 2016], [La retraite en clair, 2019], [Elo Ndakua, 2023] et [Kondo, 2022].

### 1.1 La retraite en France

En France, les indemnités de retraite du régime de base de la Sécurité sociale reposent sur des principes de répartition et solidarité entre les générations. Au-delà de cette retraite obligatoire, tout individu peut décider d'avoir recours à une méthode d'épargne complémentaire. Durant toute sa carrière professionnelle, un salarié doit et/ou peut cotiser à des régimes de retraite liés à sa catégorie socioprofessionnelle. Ces cotisations (obligatoires pour les régimes obligatoires et facultatives pour les régimes supplémentaires), parfois abondées par l'employeur, permettent une ouverture des droits à une pension de retraite.

Il existe aujourd'hui pléthore de régimes de retraite qui possèdent leurs spécificités et fonctionnent de manière très spécifique. Il est également possible pour un salarié de cotiser à différents régimes de retraite si sa catégorie socioprofessionnelle change au cours de sa carrière.

En France en 2021, il y avait 29 millions de cotisants et 17 millions de pensionnés pour la retraite d'après l'INSEE.

#### 1.1.1 Historique de la retraite

Les origines de l'assurance retraite<sup>1</sup> en France remontent à l'année 1673 avec la mise en place par Colbert d'une pension de retraite pour les marins dans le but de recruter les meilleurs marins militaires. Jusqu'en 1928, plusieurs lois se succédèrent créant les pensions pour les militaires, les pensions civiles pour les agents de l'État, les régimes de retraite des Mines, les régimes de retraite des chemins de fer et le régime de retraite des ouvriers de l'État. Ce n'est qu'en 1930 qu'une retraite obligatoire pour les salariés du secteur privé fut créée. Ce premier régime d'assurance vieillesse, obligatoire pour tous les salariés dont la rémunération ne dépassait pas un certain seuil, fonctionnait par capitalisation et par répartition. De nombreuses difficultés financières viennent troubler ce régime de retraite qui se voit remplacé par un régime par répartition dès 1941, surnommé "la retraite des vieux".

---

1. D'après Les grandes lignes de l'histoire de la retraite, Confédération Française des Retraités; Histoire, origine et évolution des régimes de retraite, Confédération Française Démocratique du Travail Retraités.

Quelques années plus tard, la création de la Sécurité Sociale en 1945 s'accompagnait de la mise en place de "l'Assurance Retraite" : un régime de retraite par répartition, solidaire et intergénérationnelle (qui remplaçait le régime de retraite créé en 1941). Tous les salariés, obligatoirement affiliés à ce régime, y contribuaient par des cotisations qui finançaient les pensions de retraite et leur permettaient d'acquérir des droits pour leurs futures pensions. Les salariés devaient avoir au minimum 60 ans pour percevoir leur retraite et 65 ans pour que celle-ci soit complète. La notion de nombre de trimestres travaillés n'était pas encore un critère pour percevoir une retraite. Cependant, le montant des pensions de retraite restait faible et l'idée d'instituer un régime unique pour tous était freinée par l'existence des régimes spéciaux.

Au fil du temps, le paysage de l'assurance retraite a continué de se développer et a subi de nombreuses réformes notamment à partir des années 1970 où les différentes crises économiques couplées au vieillissement de la population française remettaient en question le système de retraite :

| 1993  | 2003  | 2008  | 2010  | 2014   | 2019   | 2023   |
|---|---|---|---|--|--|--|
| Réforme Balladur-Veil   | Loi Fillon  | Réforme des régimes spéciaux  | Réforme Woerth  | Réforme Touraine   | Loi PACTE  | Réforme des retraites  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Allongement de la durée de cotisation pour une liquidation à taux plein à 40 annuités de cotisation.</li> <li>Allongement des années de salaire prises en compte pour le calcul du SAM (Salaire Annuel Moyen).</li> <li>Modification de la base de revalorisation des pensions (sur l'indice des prix à la consommation).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Allongement de la durée de cotisation pour une liquidation à taux plein à 41 annuités de cotisation.</li> <li>Création d'un dispositif de carrière longue.</li> <li>Création du PERP (Plan d'Épargne Retraite Populaire) et du PERCO (Plan d'Épargne Retraite Collectif).</li> <li>Modification de la décote et création d'une surcote.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Régimes spéciaux concernés : régimes des établissements publics à caractère industriel et commercial, professions à statut.</li> <li>Application à ces régimes des règles en vigueur depuis 2003 dans la fonction publique (âge de départ à la retraite, durée de cotisation et d'affiliation).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mesures liées aux droits des assurés : âge de départ à la retraite (62 ans), âge de liquidation à taux plein (67 ans), dispositif de carrière longue.</li> <li>Dispositif pour prendre en compte la pénibilité et les interruptions de carrière.</li> <li>Réforme du PERP pour permettre aux épargnants de toucher jusqu'à 20% de l'épargne en capital.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Allongement de la durée de cotisation pour une liquidation à taux plein à 43 annuités de cotisation.</li> <li>Création du C3P (Compte Personnel de Pénibilité).</li> <li>Prise en compte des stages et des alternances.</li> <li>Hausse des cotisations vieillesse.</li> <li>Création d'un CIR (Compte Individuel Retraite) pour renforcer le droit à l'information.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Simplification des seuils d'effectifs pour déclencher des obligations pour les entreprises en matière de droit du travail.</li> <li>Modification de l'épargne salariale avec notamment la création du PER (Plan d'Épargne Retraite).</li> <li>Modification de l'actionnariat salarié avec la création du contrat de partage des plus-values.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de l'âge légal de départ à la retraite à 64 ans.</li> <li>Modification du dispositif carrière longue.</li> <li>Allongement de la durée de cotisation.</li> <li>Mesures liées à la revalorisation des pensions.</li> <li>Suppression de 5 régimes spéciaux pour les nouveaux salariés.</li> </ul> |

TABLE 1.1 – Les réformes de la retraite. Source : [Vie publique, 2024]

Récemment entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> septembre 2023, la réforme des retraites a vu le jour afin de faire face au vieillissement de la population française, simplifier le système de retraite français et assurer la durabilité financière du système à long terme.

Cette réforme des retraites met en place de nouvelles mesures s'articulant autour de 3 axes principaux :

- L'âge de départ à la retraite :
  - L'âge légal de départ à la retraite pour les salariés, les indépendants et les fonctionnaires est désormais fixé à 64 ans (contre auparavant 60 ans entre 1983 et 2010, puis 62 ans avec la réforme Woerth à partir de 2010).

- Le dispositif carrière longue ouvre maintenant les droits à la retraite aux personnes ayant commencé à travailler avant 21 ans et définit différents seuils d'âge de départ anticipé à la retraite.
- Les durées de cotisation :
  - La durée de cotisation nécessaire pour prétendre à une retraite à taux plein est augmentée et fixée entre 169 et 172 trimestres en fonction de l'année de naissance.
  - Le nombre de trimestres attribués pour l'éducation ou l'adoption est fixé au minimum à 4 trimestres dont 2 reviennent automatiquement pour la mère.
  - Le nombre de trimestres éducation en cas décès de l'enfant avant ses 4 ans est fixé à 4 trimestres.
  - Le nombre de trimestres éducation en cas de violences sur son enfant peut être diminué.
- La revalorisation des pensions :
  - La revalorisation de la retraite minimale est fixée à 85% du SMIC.
  - La majoration du montant de la retraite de base pour les parents de 3 enfants est étendue aux professions libérales et aux avocats.
  - Une surcote en fin de carrière est créée pour les parents qui ont bénéficié de majoration de la durée d'assurance pour la maternité, l'adoption ou l'éducation d'un enfant.
  - 5 régimes spéciaux sont supprimés pour les nouveaux salariés et la différence entre les pensions des hommes et des femmes est éliminée.

### 1.1.2 Caractéristiques des régimes de retraite

Les droits des retraités peuvent prendre deux formes :

- Prestations définies : le règlement du régime de retraite définit les prestations versées par ce régime. Le risque est alors porté par l'assureur qui définit une prestation qu'il s'engage à verser au futur retraité, rendant le pilotage actuariel complexe. En effet, l'assureur a une obligation de résultat et couvre les engagements qu'il a envers ses assurés par des actifs financiers dont le rendement n'est pas connu à l'avance et dépend des conditions financières et économiques.
- Cotisations définies : le règlement du régime de retraite définit les cotisations versées par le salarié. Le risque est alors porté par l'assuré qui constitue un capital tout au long de sa carrière par versement de ses cotisations. Les prestations que le futur retraité percevra dépendent du capital constitué jusqu'au départ à la retraite. Ce capital varie en fonction du contexte économique, démographique et financier. Les régimes de retraite à points figurent parmi les régimes à cotisations définies et leur fonctionnement est décrit dans l'annexe A.

Le régime de retraite peut être financé de deux manières :

- Répartition intégrale : les prestations versées dans l'année proviennent des ressources de l'année. Dans ce cas, les salariés financent directement les retraités, il y a un partage de revenus entre actifs et retraités. Le montant des prestations à verser aux retraités détermine les cotisations des actifs.
- Capitalisation intégrale : les prestations versées dans l'année proviennent des réserves financières qui sont constituées au fur et à mesure des années. Il est nécessaire de provisionner la retraite par capitalisation, les réserves doivent couvrir les engagements du régime.

Dans de nombreux cas, les régimes de retraite fonctionnent par répartition et par capitalisation simultanément.

### 1.1.3 Les différents niveaux de couverture

La retraite repose sur quatre niveaux de couverture :

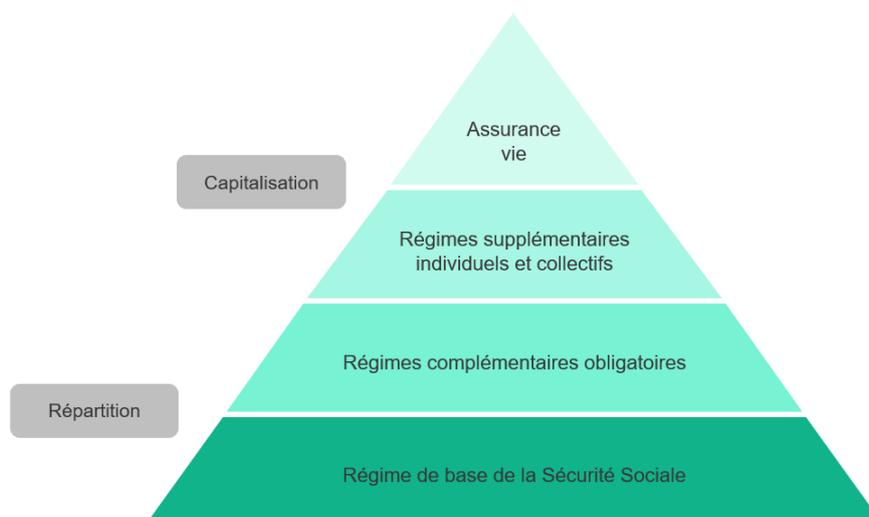


FIGURE 1.1 – Pyramide de l'assurance retraite en France

#### 1.1.3.1 Le régime de base de la Sécurité sociale

Le régime de base de la Sécurité sociale est le premier niveau de couverture en France. Ce régime est obligatoire pour les employeurs et pour les salariés. Il est composé de différents régimes de retraite (ou caisses de retraite) et est géré par répartition permettant à tout salarié de se constituer une retraite.

**Le régime général** Le régime général concerne près de 90% de la population française : les salariés du secteur privé et les travailleurs indépendants. La Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse (CNAV) s'occupe de la retraite de base de ces salariés.

**Le régime agricole** Le régime agricole concerne 5% de la population française : les exploitants et les salariés agricoles. La Caisse Centrale de la Mutualité Sociale Agricole (CCMSA) s'occupe de la retraite de base de ces salariés.

**Les régimes des professions libérales** La Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse des Professions libérales (CNAVPL) et la Caisse Nationale des Barreaux Français (CNBF) s'occupent de la retraite de base des professionnels libéraux et des avocats.

**Les régimes spéciaux**<sup>2</sup> Les régimes spéciaux s'ajoutent aux autres régimes de la Sécurité sociale et sont entièrement couverts par l'entreprise du salarié. Ils sont à prestations définies avec des bonifications d'ancienneté prévues et peuvent être divisés en trois catégories :

- Le régime de la fonction publique : les fonctionnaires, les militaires, la police nationale...
- Le régime des entreprises et organismes publics : les salariés de EDF, les salariés de GDF, les salariés de la RATP, les salariés de la SNCF...
- Les autres régimes : les clercs de notaire, les marins, les salariés de la Comédie-Française, les salariés de l'Opéra national de Paris, les salariés de la Banque de France, les salariés du Port autonome de Strasbourg...

2. D'après [Herschlikovitz, 2023], l'article D711-1 du Code de la sécurité sociale, [Service public, 2023b] et l'article R711-1 du Code de la sécurité sociale.

Avec la réforme des retraites de 2023, cinq régimes spéciaux sont supprimés : la RATP, les industries électriques et gazières (comme EDF ou Engie par exemple), les clercs et employés de notaires, la Banque de France ainsi que le Conseil Économique, Social et Environnemental.

### 1.1.3.2 Les régimes complémentaires obligatoires<sup>3</sup>

Les régimes complémentaires correspondent au deuxième niveau de couverture. Ces régimes sont obligatoires pour les employeurs et les salariés. Ils sont administrés par les nombreuses caisses de retraite complémentaires, spécifiques à chaque catégorie socioprofessionnelle, et sont gérés par répartition. Pour chaque salarié, ce régime s'ajoute au régime de base. Il est intéressant de noter que, dans le cas des régimes spéciaux, la caisse de retraite s'occupe à la fois de la retraite de base et de la retraite complémentaire obligatoire.

La caisse de retraite complémentaire principale est l'AGIRC-ARRCO (Régime unifié de l'Association Générale des Institutions de Retraite des Cadres et de l'Association pour le Régime de Retraite Complémentaire des salariés). Cette caisse de retraite s'adresse aux salariés du secteur privé et du secteur agricole. Ce régime fonctionne par points qui sont convertis en pension de retraite lorsque le salarié part à la retraite. Il est créé en 2019 suite à l'unification des deux régimes suivants :

- ARRCO : ce régime s'adresse aux salariés non cadres et est créé en 1961 par l'Accord National Interprofessionnel de retraite complémentaire.
- AGIRC : ce régime s'adresse aux salariés cadres de l'industrie et du commerce et est créé en 1947 par la Convention Collective Nationale de retraite et de prévoyance des cadres.

Les différentes caisses de retraite obligatoire selon la catégorie socioprofessionnelle sont présentées en annexe B. Par ailleurs, le fonctionnement des régimes obligatoires de retraite est explicité en annexe C.

### 1.1.3.3 Les régimes supplémentaires individuels et collectifs

Les régimes supplémentaires sont facultatifs pour l'employeur et obligatoires pour le salarié si l'employeur cotise pour un régime supplémentaire. Ils sont gérés par capitalisation par des entreprises d'assurance ou des ORPS (Organismes de Retraite Professionnelle Supplémentaire). Les régimes sont différents en fonction du cadre de souscription (professionnel ou individuel) et de la profession de la personne (salarié ou indépendant). Les entreprises souscrivent à des produits collectifs tandis que les salariés souscrivent à des produits individuels. Ce régime permet aux salariés et aux indépendants de compléter leur future pension de retraite acquise par les régimes obligatoires.

Ce type de produits est explicité dans la partie 1.2.

### 1.1.3.4 L'assurance-vie individuelle

L'assurance-vie individuelle est facultative pour le salarié. Un contrat d'assurance-vie garantit le versement d'un capital ou d'une rente au bénéficiaire du contrat en cas de vie ou en cas de décès. Un contrat d'assurance en cas de vie peut être assimilé à un régime de retraite supplémentaire. En effet, ce contrat permet de constituer une épargne grâce à des cotisations qui sera reversée sous forme de capital ou de rentes à une date définie par le contrat.

---

3. D'après [20 minutes, 2020] et [Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion, 2024]

### 1.1.4 État des lieux de la retraite en France

Selon France Assureurs fin mai 2024, l'encours total en épargne retraite est de 82,1 milliards d'euros ce qui reste moindre par rapport à l'encours en assurance-vie, placement préféré des Français, qui s'élève à 1971 milliards d'euros. Il faut néanmoins noter que les cotisations en mai 2024 sur les PER, de 852 millions d'euros, sont en hausse de 14% par rapport à mai 2023. Les cotisations en assurance-vie sont quant à elles de 12,7 milliards d'euros en hausse de 25% par rapport à mai 2023. L'intérêt pour le PER est croissant et ce dernier atteint progressivement les objectifs fixés par la loi PACTE. Le PER se positionne comme un produit phare pour les assureurs.

Cette partie est inspirée des sources suivantes : [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023a], [Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, 2023] et [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b].

#### 1.1.4.1 Les effectifs et les pensions

##### Cas des régimes de base et les régimes complémentaires

Fin 2021, d'après [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023a], 17 millions de retraités de droit direct bénéficiaient des régimes français, en augmentation de 0,5% par rapport à fin 2020. 14,2 millions de retraités de droit direct recevaient une pension de base du régime général et 12,2 millions recevaient une pension du régime complémentaire AGIRC-ARRCO. Les effectifs de retraités de droit direct augmentent chaque année, comme il est possible de le constater sur le graphique 1.2 ci-dessous. Cette augmentation du nombre de retraités est en partie influencée par le vieillissement de la population française d'après l'INSEE.

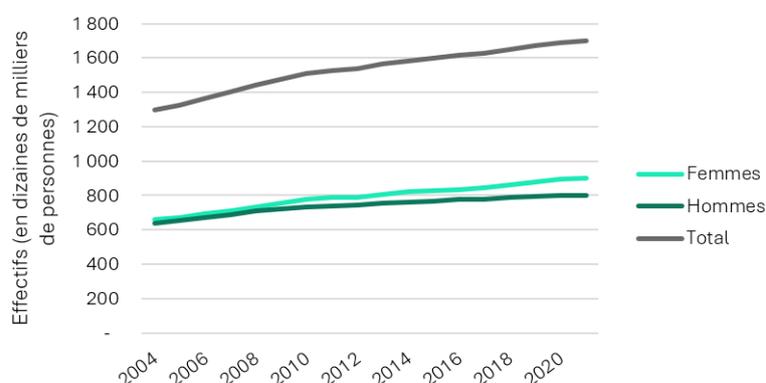


FIGURE 1.2 – Effectifs de retraités de droit direct tous régimes (en dizaines de milliers de personnes)

Le premier poste des dépenses publiques de protection sociale était consacré aux pensions de retraite. Fin 2021, le montant des pensions de retraites de droit direct s'élevait à 300,7 milliards d'euros. En 2019 et en 2020, respectivement, ces montants des pensions de retraite s'élevaient à 295,1 et 288,6 milliards d'euros. Fin 2021, la pension brute mensuelle moyenne pour les retraités de droit direct était de 1 531 euros. Les pensions des régimes de base ont été revalorisées de 0,4% au 1<sup>er</sup> janvier 2021 contre une augmentation de 0,8% en janvier 2023 et 5,3% en janvier 2024.

##### Cas des régimes supplémentaires

Fin 2022, 16 millions de personnes possédaient un contrat de retraite supplémentaire.

Les effectifs se divisaient comme présentés dans le tableau 1.2 ci-dessous :

| Contrat                                 | Effectif (en millions de personnes) |
|---|-------------------------------------|
| PER individuel, PERP, contrat Madelin   | 5,5                                 |
| PER obligatoire, Article 82, Article 83 | 6,6                                 |
| PER collectif, PERCO                    | 3,9                                 |

TABLE 1.2 – Effectifs de personnes possédant un contrat de retraite supplémentaire fin 2022.

Source : [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b]

A l'instar des régimes de base et obligatoires, le nombre d'adhérents augmente chaque année. Cependant, comme le montre la figure 1.3, la croissance du nombre d'adhérents est plus prononcée que pour la retraite de base ou obligatoire. Depuis 2008, les souscriptions collectives connaissent une croissance plus prononcée que les souscriptions individuelles. Les souscriptions collectives, plus accessibles et mises en place dans le cadre de l'activité professionnelle de l'assuré, peuvent encourager à la participation en raison d'avantages tels que les contributions de l'entreprise. Les salariés, également moins contraints par les démarches, y adhèrent ainsi plus facilement.

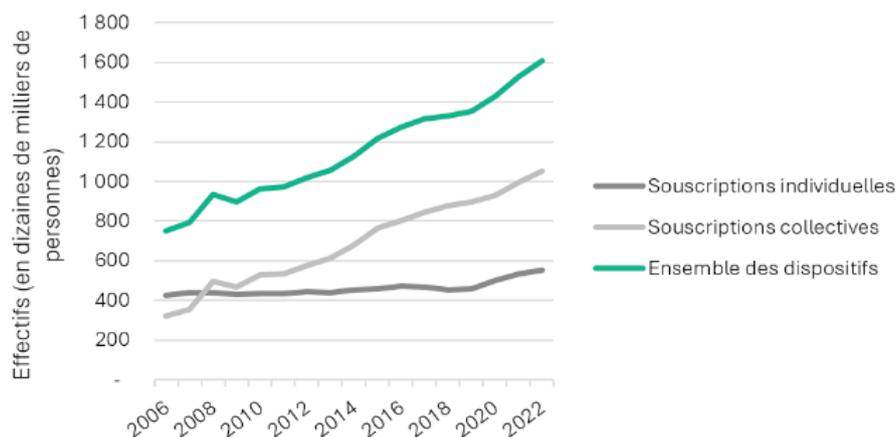


FIGURE 1.3 – Nombre d'adhérents aux régimes supplémentaires de retraite, hors contrat Article 39 (en dizaines de milliers de personnes)

Fin 2022, d'après [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b], 2,6 millions de personnes ont perçu des prestations (dont 2,4 millions de personnes sous forme de rentes viagères) pour un total de 8,3 milliards d'euros. Le montant moyen annuel des rentes pour les retraités était alors de 2 314 euros. Les cotisations s'élevaient quant à elles à 18,5 milliards d'euros, enregistrant une baisse de 6,7% par rapport à 2021.

#### 1.1.4.2 Les encours des régimes supplémentaires

Les encours correspondent aux montants des engagements des organismes commercialisant des produits de retraite supplémentaire. Fin 2022, les encours s'élevaient à 260 milliards d'euros pour l'ensemble des dispositifs de retraite supplémentaire et étaient répartis selon le tableau 1.3 :

| Type de contrat  | Encours (en milliards d'euros) |
|--|--------------------------------|
| Souscription individuelle (PER individuel, PERP...)  | 119,2                          |
| Souscription collective à cotisations définies (PER collectif, PERCO, Article 82, Article 83...) | 111                            |
| Souscription collective à prestations définies (Article 39)                                      | 29,8                           |

TABLE 1.3 – Encours des différents dispositifs de retraite supplémentaire au 31/12/2022.

Source : [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b]

Comme le nombre d'adhérents, les encours des produits de retraite supplémentaire augmentent fortement depuis 2006. Le graphique 1.4 ci-dessous permet d'illustrer cette évolution.

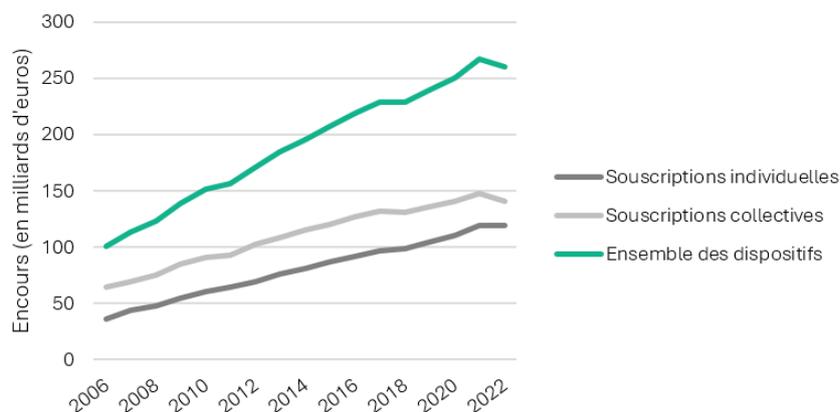


FIGURE 1.4 – Encours des régimes supplémentaires de retraite (en milliards d'euros)

Dans ce cas, les encours des souscriptions individuelles et collectives augmentent de façon analogue laissant supposer que les adhérents aux souscriptions individuelles investissent des sommes plus importantes.

### Qu'en est-il pour le PER spécifiquement ?

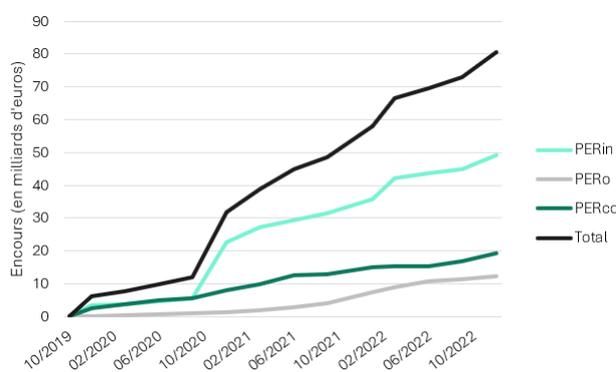


FIGURE 1.5 – Encours du PER au 31 décembre 2022 (en milliards d'euros)

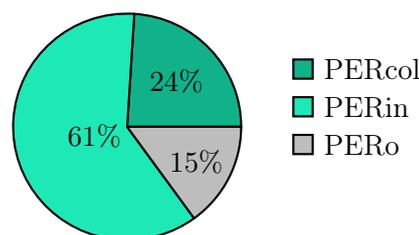


FIGURE 1.6 – Encours du PER (en milliards d'euros) en fonction du produit au 31 décembre 2022. Source : [Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, 2023]

Le Plan d'Épargne Retraite est divisé en trois produits (individuel, collectif et obligatoire) qui seront explicités par la suite. Les encours sont en augmentation depuis la création du PER comme le montre le graphique 1.5 ci-dessus. Au 31 décembre 2022, plus de 7 millions de personnes possédaient un PER pour des encours qui atteignaient 80 milliards d'euros. Les encours du PER, représentant un tiers des encours de la retraite supplémentaire, se divisaient comme suit : 49,3 milliards d'euros pour le PER individuel (PERin), 19,2 milliards d'euros pour le PER collectif (PERcol) et 12,1 milliards d'euros pour le PER obligatoire (PERo). Cette répartition est illustrée dans la figure 1.6.

#### 1.1.4.3 La répartition par régimes

D'après les graphiques 1.7, 1.8 et 1.9, les régimes où les prestations étaient les plus élevées sont l'Article 83, l'Article 39, le PER individuel et les autres contrats souscrits individuellement (produits destinés aux fonctionnaires ou élus locaux, retraite mutualiste du combattants et autres). Il

ne semblait pas émerger de différence de montants de prestations entre les régimes à souscription individuelle et les régimes à souscription collective. Les cotisations les plus élevées étaient celles du PER individuel, du PER d'entreprise collectif et de l'Article 83. Les montants de cotisations élevés entraînaient en général des montants de prestations élevés à l'exception des autres contrats souscrits individuellement (les produits destinés aux fonctionnaires ou élus locaux et la retraite mutualiste du combattant). En effet, bien que ces contrats faisaient partie des contrats avec les cotisations les plus faibles, les prestations associées étaient très élevées. Enfin, les encours des différents contrats représentaient les montants des prestations et étaient élevés pour l'Article 83, le PER individuel, le contrat Madelin et l'Article 39, tout comme pour les prestations.

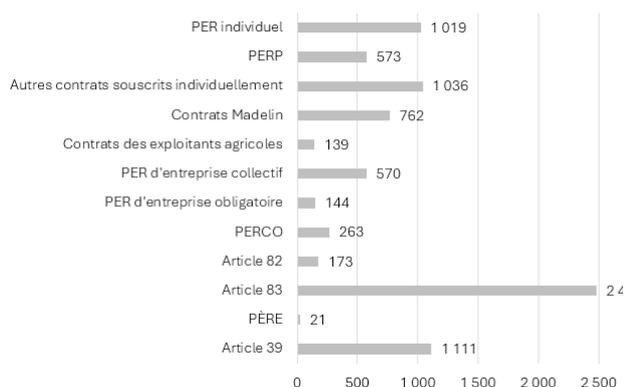


FIGURE 1.7 – Montant des prestations (en millions d'euros) selon le régime de retraite supplémentaire au 31 décembre 2022

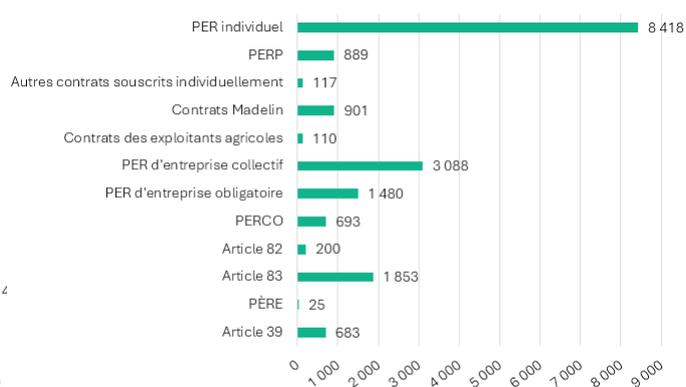


FIGURE 1.8 – Montant des cotisations (en millions d'euros) selon le régime de retraite supplémentaire au 31 décembre 2022

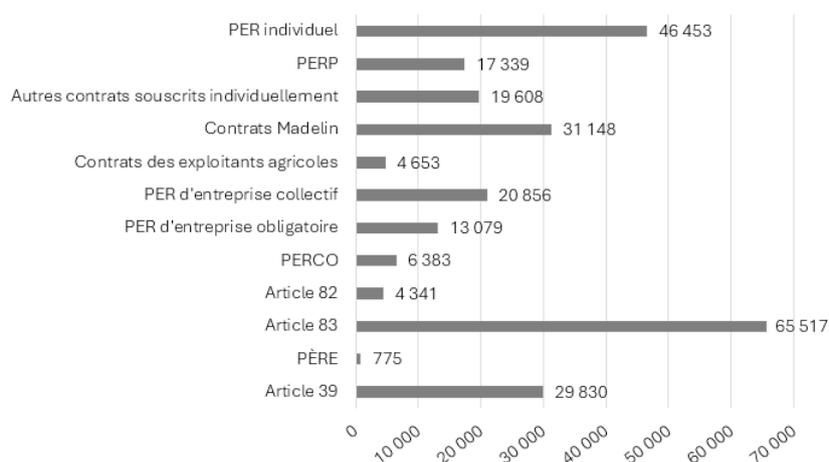


FIGURE 1.9 – Montant des encours (en millions d'euros) selon le régime de retraite supplémentaire au 31 décembre 2022

Il convient de noter l'existence d'un effet lié à l'âge des assurés. Le PER individuel, récemment lancé en 2019, recensait plus de cotisants que de retraités, résultant en des cotisations supérieures aux prestations. A l'inverse, l'Article 39, ancien contrat en *run-off*, recensait plus de retraités que de cotisants et les prestations étaient donc plus importantes que les cotisations.

#### 1.1.4.4 La répartition par acteurs

Comme indiqué sur les figures 1.10, 1.11 et 1.12, les fonds de retraite professionnelle supplémentaire et les sociétés d'assurance apparaissaient comme les principaux acteurs de la retraite

supplémentaire. Les organismes de gestion d'épargne salariale avaient une part importante du marché restant.

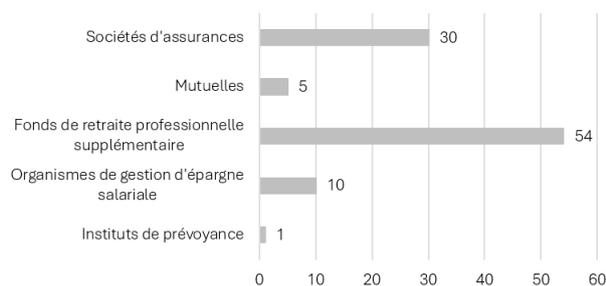


FIGURE 1.10 – Pourcentage des prestations des régimes de retraite supplémentaires selon l'acteur au 31 décembre 2022

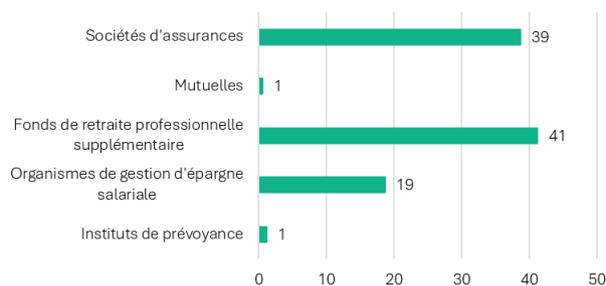


FIGURE 1.11 – Pourcentage des cotisations des régimes de retraite supplémentaires selon l'acteur au 31 décembre 2022

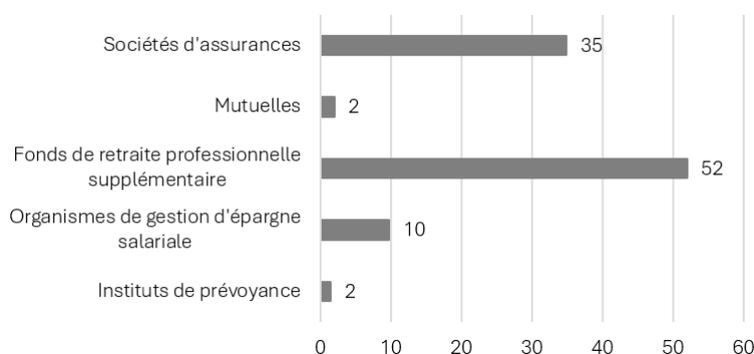


FIGURE 1.12 – Pourcentage des encours des régimes de retraite supplémentaires selon l'acteur au 31 décembre 2022

## 1.2 Les régimes de retraite supplémentaires

### 1.2.1 Cadre général

Par la suite, ce mémoire se concentre sur les régimes supplémentaires individuels de retraite.

#### Les types de rentes

Une rente est dite temporaire lorsque les versements de la rente sont effectués sur une période déterminée. A l'inverse, une rente est viagère quand les versements de la rente sont effectués tout au long de la vie du bénéficiaire tant que ce dernier est vivant.

La rente est différée lorsque les cotisations de l'assuré sont placées et capitalisées lors de la constitution. L'épargne est ensuite convertie en rentes lors de la fin de la période de différé si l'assuré est toujours vivant. La rente est immédiate lorsque les cotisations de l'assuré sont immédiatement converties en rentes. L'assuré obtient des versements dès le dépôt du capital, et ce, jusqu'à la fin de sa vie (s'il n'y a pas de réversion). La réversion assure qu'à la suite du décès de l'assuré une partie de sa pension de retraite est versée au réversataire.

### Les phases des régimes supplémentaires

Les régimes supplémentaires de retraite à cotisations ou prestations définies dont les différences ont été présentées en partie 1.1.2, sont décomposés en plusieurs phases :

- Constitution : l'assuré constitue son épargne pour la retraite en versant des cotisations.
- Liquidation : l'épargne constituée par l'assuré est convertie sous forme de capital ou de rentes, c'est la date de départ à la retraite de l'assuré.
- Restitution : l'épargne est restituée sous forme de capital ou de rentes à l'assuré. Si l'assuré choisit une restitution sous forme de rentes, ces dernières sont revalorisées chaque année. La phase de restitution prend fin lorsque l'assuré décède s'il n'y a pas de réversion prévue.

La figure ci-dessous illustre ces phases :

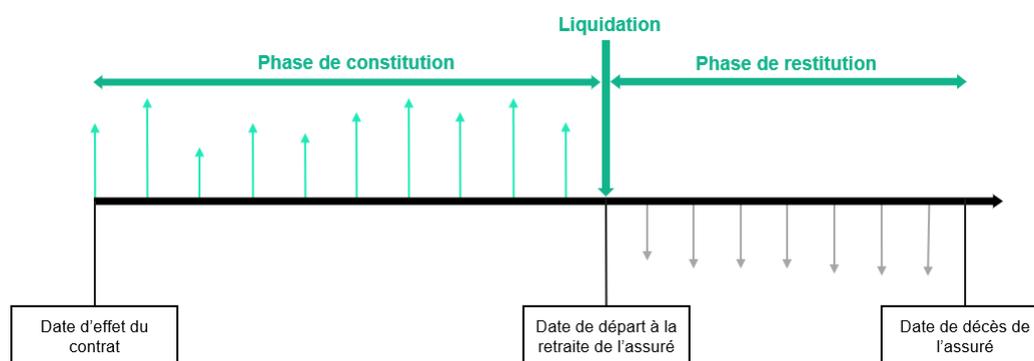


FIGURE 1.13 – Différentes phases d'un régime de retraite

### Les supports d'investissement des régimes supplémentaires

L'épargne constituée peut être répartie vers différents supports d'investissement : fonds euro, unités de compte (UC) ou fonds eurocroissance.

#### Support euro

Ce support est le plus sûr pour l'assuré. L'assureur garantit le capital (brut de frais) à l'assuré à tout instant et une revalorisation minimale via les intérêts techniques et la participation aux bénéfices. En plus de garantir le capital de l'assuré à tout instant, l'assureur peut mettre en place un taux minimum garanti à l'assuré qui représente le rendement minimal garanti. L'assuré peut racheter son contrat partiellement ou totalement à tout moment.

Comme l'assureur supporte seul le risque lié aux performances du fonds, la gestion de ce type de support se doit prudente. De ce fait, les actifs de ce fonds sont globalement peu risqués conduisant à une espérance de rendement plus faible. Sous Solvabilité 2, l'exigence de capital est élevée.

Selon les normes comptables, ce support est composé de deux provisions : la provision mathématique qui représente l'engagement que l'assureur a envers ses assurés et la provision pour participation aux bénéfices ou excédents.

#### Support UC

Ce support est le plus risqué pour l'assuré qui porte le risque de marché seul. L'assureur garantit un nombre de parts d'UC que l'assuré a acheté dont la valeur fluctue au cours du temps. Il n'y a pas de garantie de la valeur de la part. Éventuellement, le contrat peut prévoir une garantie en capital, appelée garantie plancher, qui consiste au versement d'une prestation minimale

définie en amont lors de la survenance d'un évènement spécifique. Une UC peut prendre la forme d'OPCVM (organismes de placement collectif en valeurs mobilières) par exemple. L'espérance de rendement dépend des investissements de l'assuré et donc des actifs sous-jacents. En général, l'espérance de rendement est supérieure à celle de l'euro.

Le risque, moindre pour l'assureur, est de ne plus pouvoir prélever sa marge sur les résultats de l'assuré. En effet, si ces derniers sont nuls, l'assureur ne prélève plus ses frais, réduisant ainsi ses gains éventuels.

#### Support eurocroissance (d'après [Saade, 2024])

Lancé en 2014 puis réactualisé en 2019 avec la loi PACTE, ce support est à mi-chemin entre les supports euro et UC : l'assureur garantit un capital (souvent exprimé en pourcentage du capital initial) au terme du contrat ainsi qu'un nombre de parts de PD à tout instant. Si l'assuré rachète son contrat avant la fin de celui-ci, aucun capital n'est garanti par l'assureur. La durée d'un contrat eurocroissance est au minimum de 8 ans.

Ce support permet de prendre plus de risque, l'horizon de garantie étant plus lointain que pour le support euro. Les premières années, l'assureur investit dans des fonds risqués afin d'avoir des perspectives de rendement plus élevées qu'il va ensuite cristalliser dans le temps avec des actifs moins risqués. L'espérance de rendement est plus élevée que pour le support euros.

Le risque pour l'assureur est moindre et le risque pour l'assuré porte sur son besoin de liquidité à court terme. Selon les normes comptables, le support est composé de trois provisions : la provision de diversification, la provision collective de diversification différée et la provision pour garantie à terme.

Le support euro est comptabilisé en valeur historique tandis que les supports UC et eurocroissance sont comptabilisés en valeur de marché. Le tableau suivant permet de récapituler les différentes caractéristiques des fonds :

| Support        | Risque  | Espérance de rendement pour l'assuré                   | Garantie   |
|----------------|---|--|--|
| Euro           | L'assureur porte le risque seul   | Plutôt faible  | Capital à tout instant du contrat  |
| UC             | L'assuré porte le risque de marché et l'assureur porte le risque de ne plus pouvoir prélever sa marge si l'assuré n'a plus de fonds | Dépend des investissements faits par l'assuré          | Nombre de parts d'UC à tout instant du contrat   |
| Eurocroissance | L'assuré porte le risque de liquidité et le risque de l'assureur est moindre  | Espérance de rendement plus élevée que le support euro | Nombre de parts de PD à tout instant du contrat, valeur minimale de la part de PD, garantie en euros d'un pourcentage de la prime nette initiale au terme du contrat |

TABLE 1.4 – Différents fonds des régimes supplémentaires de retraite

### 1.2.2 Les produits avant la loi PACTE

Avant la loi PACTE, il existait une grande diversité de produits de retraite supplémentaire d'entreprise et individuelle. La liste des produits présentés ci-dessus n'est pas exhaustive :

| Régime               | Produits de retraite collectifs                   | Produits de retraite individuels |
|----------------------|---|----------------------------------|
| Cotisations définies | Article 83, PERE, Article 82, Régime L 441, PERCO | PERP, Contrat Madelin            |
| Prestations définies | Article 39  |                                  |

TABLE 1.5 – Différents produits de retraite supplémentaire

Les produits avant la loi PACTE, cités dans le tableau 1.5 ci-dessus, sont détaillés dans l'annexe D.

### 1.2.3 La loi PACTE

Cette section est inspirée des sources suivantes : [Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, 2018], [Service public, 2023c].

La loi PACTE (Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises), votée le 11 avril 2019, a pour objectifs de favoriser la croissance et la compétitivité des entreprises françaises notamment en facilitant la création et la transmission d'entreprises et d'associer les salariés aux résultats de l'entreprise. Cette loi a chamboulé les régimes supplémentaires de retraite en créant un produit unique, proposé à partir du 1<sup>er</sup> octobre 2019, le Plan d'Épargne Retraite (PER) qui est conservé durant toute la carrière d'un individu.

Les différents produits de retraite modifiés par la loi PACTE sont :

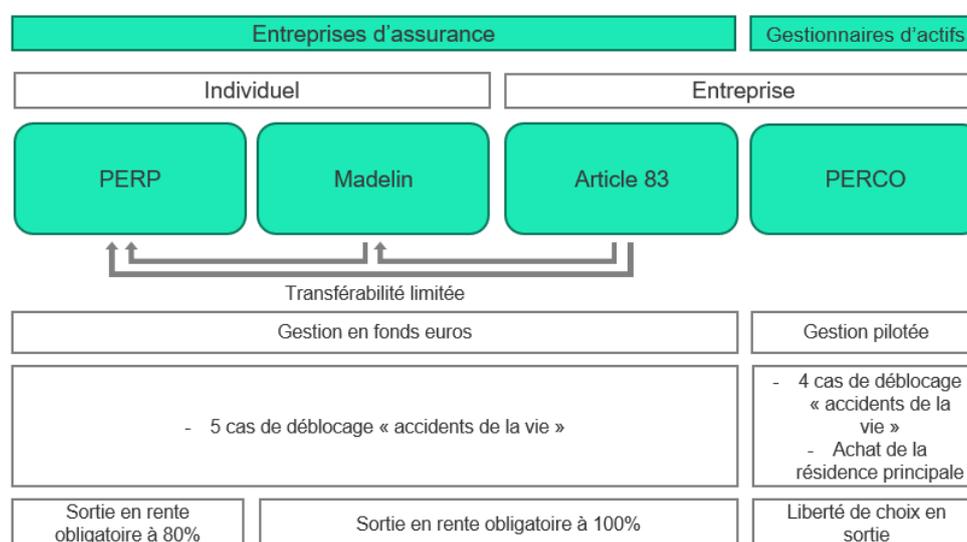


FIGURE 1.14 – Produits de retraite supplémentaire avant la loi PACTE. Source : [Sia Partners, 2019]

Ces produits d'épargne retraite sont fournis soit par des entreprises d'assurance pour le PERP, le contrat Madelin et le contrat Article 83 soit par des entreprises de gestion d'actifs pour le PERCO.

La transférabilité entre ces produits de retraite est limitée. En effet, il est possible de transférer un contrat Madelin vers un PERP et un contrat Article 83 vers un PERP ou un Madelin uniquement. Les frais de transfert de ces contrats ne peuvent pas dépasser 10% de l'épargne et sont nuls lorsque le contrat est détenu depuis plus de 10 ans.

Le forfait social, contribution patronale, est fixé à hauteur de 20% pour l'Article 83 et pour le PERCO. Si 7% des sommes investies dans le PERCO sont destinées aux financements des PME (Petites et Moyennes Entreprises) ou des ETI (Entreprises de taille intermédiaire) et que le PERCO est en gestion pilotée, ce forfait social est réduit à 16%.

## Pourquoi avoir transformé les produits de retraite supplémentaire ?

L'épargne retraite est un placement peu utilisé face à l'assurance-vie et l'épargne salariale. En effet, outre le fait qu'il existe de nombreux produits et que l'épargne est indisponible jusqu'à la retraite, la portabilité entre les produits n'est pas systématique.

La loi PACTE a pour but de protéger les Français qui épargnent pour leur retraite en simplifiant les produits d'épargne retraite, en assurant la portabilité entre ces derniers et en renforçant l'attractivité du dispositif d'épargne retraite. Ainsi, afin d'harmoniser les produits supplémentaires de retraite, les assureurs et les gestionnaires d'actifs peuvent désormais commercialiser tous les produits de retraite. Cette première mesure va permettre de créer de la concurrence entre ces distributeurs. De plus, 3 produits PER sont créés et la portabilité des encours entre ces produits est possible. Le PER est par défaut en gestion pilotée : le distributeur choisit la stratégie d'investissement de l'épargne en fonction du profil de risque du détenteur du PER. Le cas de déblocage de l'épargne constituée et les modalités de sortie sont harmonisés et sont les mêmes pour les 3 PER.

### 1.2.4 Les produits après la loi PACTE

Cette section est inspirée des sources suivantes : [Service public, 2023d], [La retraite en clair, 2020a], [La retraite en clair, 2023].

La loi PACTE modifie les produits Article 83, PERE, PERCO, PERP, Madelin et les regroupe dans le PER afin de faciliter la compréhension et la portabilité de l'épargne retraite. Les nouveaux produits PER, à cotisations définies, sont : le PERin (PER individuel), le PERcol (PER collectif) et le PERo (PER obligatoire). L'Article 82 et le régime par points L441 ne sont pas modifiés par la loi PACTE.

Voici un panorama des différents produits de retraite modifiés par la loi PACTE :

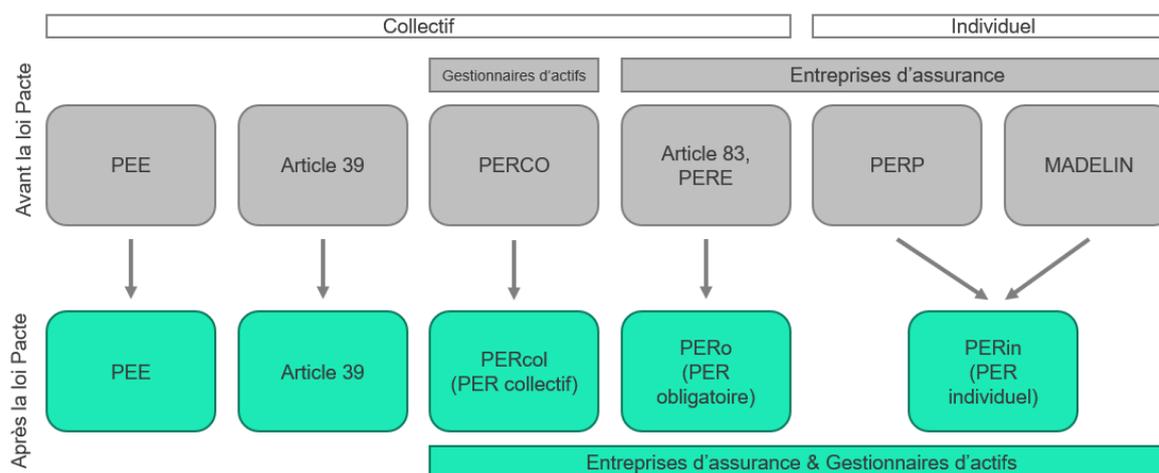


FIGURE 1.15 – Produits d'épargne retraite modifiés par la loi PACTE. Source : [Service public, 2023d]

En outre, la loi PACTE prévoit un cantonnement obligatoire des contrats retraite à partir du 31 décembre 2022 pour les assureurs. Ce cantonnement permet aux assureurs d'isoler leurs engagements de retraite du reste des actifs de la compagnie et de protéger les assurés d'une potentielle défaillance de l'assureur.

Le cantonnement permet de séparer à l'actif les fonds des différents contrats et a deux objectifs :

- Permettre aux assurés de ne pas subir la volatilité des encours des produits d'épargne. Dans la conjoncture actuelle, la récente hausse des taux a parfois entraîné une moins-value latente dans le portefeuille des assureurs-vie investi principalement en obligations. Le cantonnement des contrats de retraite permet ainsi d'éviter la mutualisation des pertes et l'utilisation de la richesse générée par ce canton pour financer l'épargne.
- Permettre aux assurés de recevoir équitablement les produits. Les compagnies sont dans l'obligation de redistribuer une partie de leurs résultats technique et financier au sein du canton. Pour les produits de retraite, les actifs en représentation sont en général plus risqués (les engagements étant à long terme) et l'espérance de rendement est alors plus élevée. Le cantonnement permet donc aux assurés ayant des produits de retraite de recevoir en juste proportion leurs résultats (et leurs rendements, d'espérances plus élevées). Les compagnies d'assurance n'ont donc plus le choix de la distribution des résultats et ne pourront pas privilégier les épargnants des produits d'épargne (qui possèdent des contrats plus liquides) afin de limiter les rachats.

Ce cantonnement est déjà en vigueur pour le PERP et certains articles 83. L'article L142-4 du Code des assurances impose le cantonnement des nouveaux PER aux assureurs à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2023 en établissant une "comptabilité auxiliaire d'affectation pour ses engagements mentionnés à l'article L142-1" (dont font partie les PER). Les assureurs peuvent transférer leurs anciens produits d'épargne retraite afin de les regrouper au sein du nouveau canton.

#### PER individuel, PER collectif et PER obligatoire

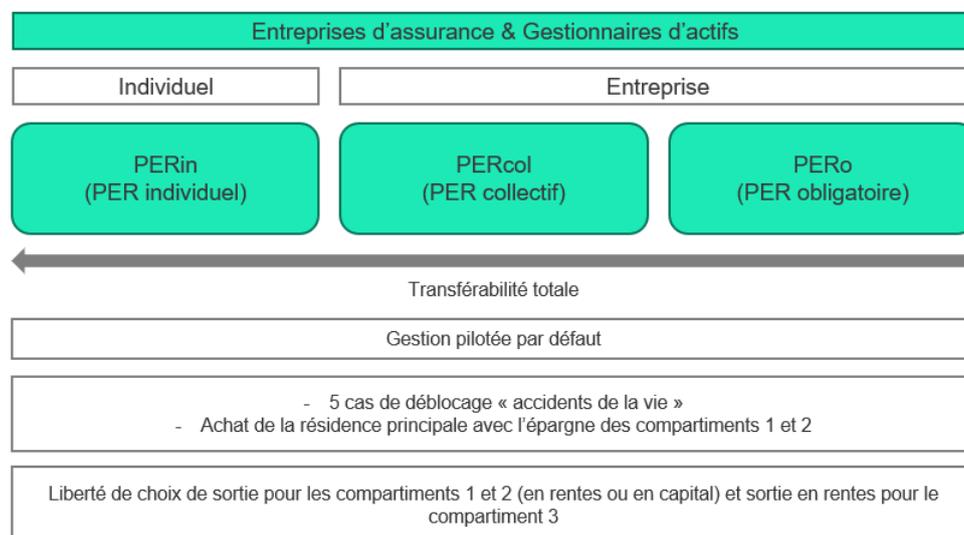


FIGURE 1.16 – Produits de retraite supplémentaire après la loi PACTE. Source : [Sia Partners, 2019]

Les PER fonctionnent globalement de la même manière et la transférabilité entre ces produits est totale comme le montre la figure 1.16 ci-dessus. Les PER peuvent proposer des garanties complémentaires : décès, invalidité, chômage ou dépendance.

#### Les compartiments du PER

Les PER sont divisés en 3 compartiments comme détaillés dans la figure 1.17 ci-dessous.

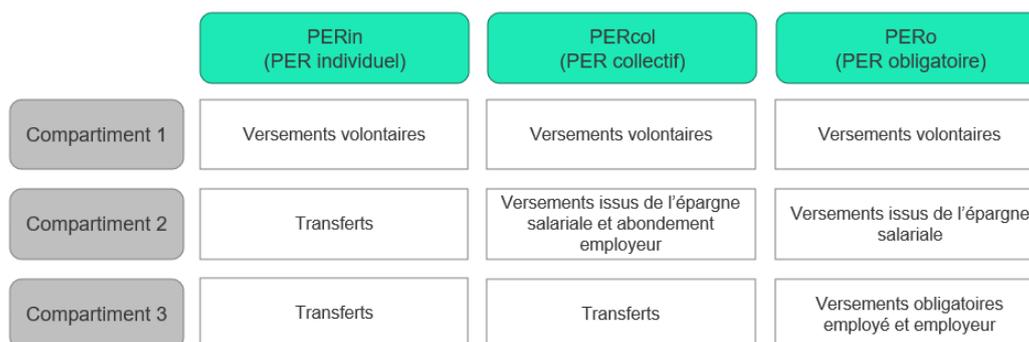


FIGURE 1.17 – Les compartiments du PER. Source : [Sia Partners, 2019]

Le compartiment 1 correspond aux versements volontaires de l'assuré qui détermine le montant et la fréquence de chaque versement. Le compartiment 2 correspond à l'épargne salariale, les versements sont issus de la participation, de l'intéressement ou sont des versements de l'entreprise. Le compartiment 3 regroupe les versements obligatoires de l'employeur et du salarié.

### Transférabilité du PER

En phase de constitution, il est possible de transférer un PER vers un autre PER uniquement entre compartiments de même nature. Il est alors possible de transférer un PERin vers un PERcol ou un PERo. Pour pouvoir transférer un PERo vers un PERin ou PERcol, il faut que le salarié ait quitté l'entreprise. Le transfert d'un PERcol vers un PERin ou un PERo est réalisable tous les 3 ans. De plus, en cas de changement d'entreprise et si celle-ci propose un PERo ou un PERcol, le salarié peut transférer son contrat vers celui de sa nouvelle entreprise, il peut aussi transférer son PERcol vers un PERin.

Le graphique suivant récapitule les transferts possibles du PER :

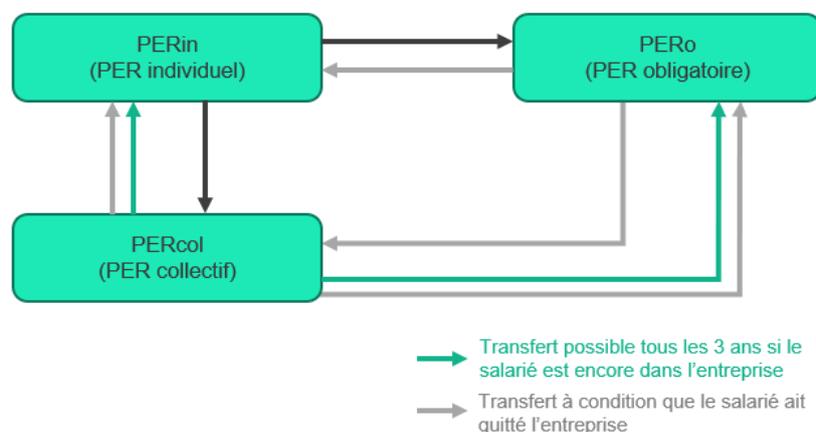


FIGURE 1.18 – La transférabilité du PER. Source : [La retraite en clair, 2020a]

Les frais de transfert sont diminués avec la loi PACTE et ne peuvent pas dépasser 1% de l'épargne constitué et sont nuls lorsque le contrat est détenu depuis plus de 5 ans.

### Gestion du PER

La gestion de l'épargne de l'assuré peut être libre ou pilotée. Lorsque la gestion est libre, l'assuré gère sa stratégie d'investissement. A l'inverse, en gestion pilotée, c'est l'assureur qui choisit la stratégie d'investissement. Par défaut, le PER est en gestion pilotée et trois types de profils sont proposés en fonction du risque que l'assuré souhaite prendre. Les trois profils de risque

correspondent au profil prudent, au profil équilibré et au profil dynamique. Voici un tableau qui récapitule la proportion minimale d'actifs à faible risque dans le PER en fonction du profil de risque retenu et du nombre d'années restantes avant la retraite :

| Années restantes  | Profil  |               |               |
|-------------------|---------|---------------|---------------|
|                   | Prudent | Équilibré     | Dynamique     |
| Moins de 2 ans    | 90%     | 70%           | 50%           |
| Entre 2 et 5 ans  | 80%     | 50%           | 30%           |
| Entre 5 et 10 ans | 60%     | 20%           | Aucun minimum |
| Plus de 10 ans    | 30%     | Aucun minimum | Aucun minimum |

TABLE 1.6 – Parts minimales d'actifs à faible risque du PER selon les profils de risque. Source : [Autorité des marchés financiers, 2020]

L'exposition aux risques financiers de l'épargne de l'assuré diminue avec le nombre d'années restantes avant le départ en retraite de l'assuré. De plus, pour un même nombre d'années restantes avant le départ en retraite, un assuré avec un profil de risque prudent aura une plus grande proportion d'actifs à faible risque qu'un assuré avec un profil de risque dynamique.

#### Conditions de sortie du PER

La sortie du PER est possible lors de la liquidation de la retraite ou lors d'une sortie anticipée en phase d'épargne (dans les cas de déblocage). Lors de la liquidation de la retraite, la sortie est libre (en rentes ou en capital) pour l'épargne des compartiments 1 et 2. L'épargne du compartiment 3 est liquidée uniquement en rentes viagères. Les conditions de rachats comprennent les 5 cas de déblocage "accidents de la vie" existants avant la loi PACTE. D'après l'article L224-4 du Code monétaire et financier, les cas de déblocage sont :

- Décès du conjoint ou du partenaire de PACS du souscripteur.
- Invalidité de 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> catégorie du souscripteur, de ses enfants ou de son conjoint ou partenaire de PACS.
- Expiration des droits à l'assurance chômage.
- Surendettement du souscripteur.
- Cessation d'une activité non salariée suite à une liquidation judiciaire.

L'acquisition d'une résidence principale est une nouvelle condition de sortie pour l'épargne des compartiments 1 et 2.

#### Régimes fiscal et social du PER

Les versements volontaires et obligatoires effectués sur ces nouveaux PER sont déductibles des revenus imposables de l'année dans la limite du plafond existant. Le plafond de déduction pour l'épargne retraite correspond à 10% du PASS de l'année précédente ou 10% des revenus de l'assuré dans la limite de 8 fois 10% du PASS de l'année précédente. L'assuré choisit la méthode de calcul la plus favorable. L'épargne retraite a un autre avantage : elle n'est pas soumise au plafonnement des niches fiscales. Ce plafonnement des avantages fiscaux varie chaque année. Par exemple, pour l'imposition 2023, les avantages fiscaux peuvent diminuer l'impôt sur le revenu au plus de 10 000 euros. Les versements issus de l'épargne salariale (intéressement et participation) ne sont pas soumis à l'impôt sur le revenu. Les abondements de l'employeur ne sont pas soumis à l'impôt sur le revenu s'ils ne dépassent pas 3 fois le montant des versements du salarié et 16% du PASS de l'année. Les versements obligatoires sont déductibles de l'impôt sur le revenu s'ils ne dépassent pas 8% de la rémunération annuelle brute plafonnée à 8 fois le PASS.

Le régime fiscal de sortie du PER dépend de la nature des versements (et des déductions d'impôts réalisées sur les versements volontaires) et du type de sortie privilégié (rentes et/ou capital). Chaque compartiment possède une fiscalité différente. La fiscalité en sortie des versements volontaires est la suivante :

|                   |              | Versements déduits fiscalement  | Versements non déduits fiscalement   |
|-------------------|--------------|---|--|
| Sortie en rente   | Impôts       | Rentes imposables selon le régime applicable aux pensions de retraite<br>Abattement de 10% de la rente puis ajout aux revenus imposables  | Rentes imposables selon les règles applicables aux rentes viagères à titre onéreux |
|                   | Prélèvements | Prélèvements sociaux : rentes correspondant aux versements volontaires après un abattement prélevées à un taux de 17,2%   |  |
| Sortie en capital | Impôts       | Capital correspondant aux versements volontaires imposé à l'impôt sur le revenu   | Aucune imposition  |
|                   | Prélèvements | Capital correspondant aux gains générés par les versements prélevé au prélèvement forfaitaire unique au taux de 30% (12,8% pour l'impôt sur le revenu et 17,2% pour les prélèvements sociaux) |  |

TABLE 1.7 – La fiscalité en sortie du PER pour le compartiment 1. Source : [Service public, 2023d]

La fiscalité en sortie des compartiments d'épargne salariale et de versements obligatoires est la suivante :

|                   |              | Versements issus de l'épargne salariale   | Versements obligatoires  |
|-------------------|--------------|---|--|
| Sortie en rente   | Impôts       | Rentes imposables selon les règles applicables aux rentes viagères à titre onéreux  | Rentes imposables selon le régime applicable aux pensions de retraite<br>Abattement de 10% de la rente puis ajout aux revenus imposables |
|                   | Prélèvements | Prélèvements sociaux : rentes après un abattement prélevées à un taux de 17,2%  | Prélèvements sociaux : rentes correspondant aux versements volontaires après un abattement prélevées au taux de 10,1%                    |
| Sortie en capital | Impôts       | Aucune imposition   |  |
|                   | Prélèvements | Prélèvements sociaux pour les versements exonérés d'impôt à l'entrée : capital correspondant aux gains prélevé au taux de 17,2%<br>Prélèvement forfaitaire pour les versements non exonérés d'impôt à l'entrée : capital correspondant aux gains prélevé au taux de 30% |  |

TABLE 1.8 – La fiscalité en sortie du PER pour les compartiments 2 et 3. Source : [Service public, 2023d]

Quelques précisions :

- L'abattement de la rente imposée aux prélèvements sociaux dépend de l'âge de la personne. Il est de 30% pour une personne de moins de 50 ans, de 50% pour une personne âgée entre 50 et 59 ans, de 60% pour une personne âgée entre 60 et 69 ans, de 70% pour une personne de plus de 69 ans.
- Le prélèvement forfaitaire sur le capital en sortie de PER peut être dispensé si le revenu fiscal de référence de l'avant-dernière année du contrat ne dépasse pas 25 000 euros.

- Il est possible de traduire la rente en capital si le montant mensuel de la rente ne dépasse pas 110 euros pour le compartiment 3. Dans ce cas, le capital est soumis à l'impôt sur le revenu et les gains réalisés sont soumis au prélèvement forfaitaire unitaire de 30%.

La fiscalité appliquée pour les débloqués anticipés des différents compartiments est variable. Pour l'achat de la résidence principale, les versements déductibles du compartiment 1 sont soumis aux impôts sur le revenu et au PFU (Prélèvement Forfaitaire Unitaire) de 30% tandis que les versements non déductibles du compartiment 1 sont uniquement soumis au PFU de 30%. Le compartiment 2 est soumis aux prélèvements sociaux sur les gains uniquement. Dans les autres cas de déblocage, les 3 compartiments du PER sont soumis aux prélèvements sociaux sur les gains. Le PFU est un impôt sur les revenus de l'épargne et du capital. Le taux de ce prélèvement est de 30% enveloppant 12,8% d'impôts sur le revenu et 17,2% de prélèvements sociaux.

Les cotisations obligatoires ne sont pas prélevées de charges sociales si elles ne dépassent pas 5 PASS ou 5% de la rémunération annuelle du salarié plafonnée à 5 fois le PASS. Le forfait social, contribution patronale, est fixé à hauteur de 20% pour tous les PER. Si la gestion pilotée comporte au moins 10% des sommes investies destinées au financement des PME ou des ETI, ce forfait social est réduit à 16%. Ce forfait social est nul sur l'abondement et la participation pour les entreprises de moins de 50 salariés et sur l'intéressement pour les entreprises de moins de 250 salariés.

### Comment se déroule le transfert des anciens contrats d'épargne retraite vers les nouveaux contrats PER ?

Les anciens contrats d'épargne retraite sont fermés à la commercialisation depuis le 1<sup>er</sup> octobre 2020. Il est alors possible de transférer, ou non, les anciens contrats d'épargne retraite vers les nouveaux contrats PER. Dans un cadre d'épargne retraite individuelle, le PERP ou le contrat Madelin est transférable vers le compartiment 1 du PERin. Dans un cadre collectif, si le salarié quitte l'entreprise, le PERE est transférable vers les compartiments 1 et 3 du PERin, selon la provenance des sommes. Les sommes issues du PERCO sont transférables dans le compartiment 2 du PERin. Si le salarié est dans la même entreprise, seuls les encours du PERCO sont transférables vers ces nouveaux contrats PER (dans la limite d'un transfert tous les 3 ans). Si le nouvel employeur du salarié propose un PERcol ou PERo, il peut transférer ses anciens contrats vers ces PER. Le graphique suivant récapitule les transferts possibles des anciens contrats d'épargne retraite vers les nouveaux PER :

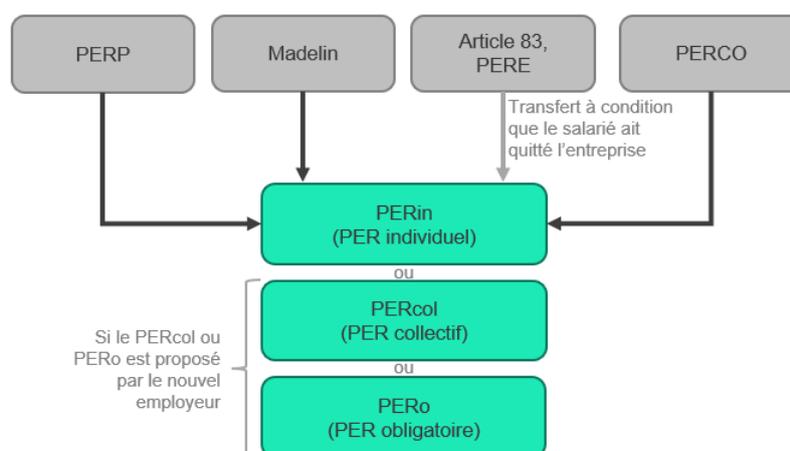


FIGURE 1.19 – La transférabilité des anciens contrats d'épargne retraite vers le PER. Source : [La retraite en clair, 2020a]

### Nouvel Article 39

L'article L137-11-2 du Code de la sécurité sociale crée ce nouvel Article 39. Avant le 3 juillet 2019, les salariés bénéficiaient de la rente de ce produit de retraite uniquement s'ils étaient présents dans l'entreprise à leur départ en retraite. Depuis la création de l'Article 39 à droits acquis avec la loi PACTE, les salariés ne perdent pas leurs droits acquis s'ils changent d'entreprise avant leur retraite. Les entreprises ne peuvent plus accueillir de nouveaux salariés dans l'ancien Article 39 à droits aléatoires ni mettre en place ce type de contrat. Pour pouvoir proposer ce contrat, l'entreprise doit proposer aux salariés un PER Collectif ou un PER Obligatoire.

### Plan d'Épargne Entreprise (PEE)

La loi PACTE modifie le PEE en augmentant le plafond d'intéressement, en diminuant (voire en exonérant) le forfait social et en permettant l'abondement unilatéral de l'employeur.

Ce chapitre introduit le panorama de la retraite en France ainsi que les différents produits existants en détaillant les régimes supplémentaires de retraite et particulièrement le PER.

Le prochain chapitre est consacré à la présentation du cadre réglementaire et du contexte actuel dans lequel s'inscrit le PER.

# Chapitre 2

## Un environnement multinormé

Ce chapitre est inspiré de [Journal officiel de l'Union européenne, 2009], [Journal officiel de l'Union européenne, 2014], [Piaser, 2023], [Thérond, 2017], [Chevallier, 2017], [Commission européenne, 2024], [Autorité des marchés financiers, 2024], [Deloitte, 2023] et [Mouret et Detroulleau, 2024].

### 2.1 Les contraintes réglementaires

Les assureurs retraite naviguent dans un environnement multinormé. Cette partie permet ainsi de rappeler brièvement les principales réglementations auxquelles ils peuvent être confrontés. Néanmoins, dans le cadre de ce mémoire, la compagnie fictive étudiée, présentée dans la partie 7.2.1, sera soumise à Solvabilité 2 (et n'est donc pas un FRPS) et ne publiera pas ses comptes en IFRS.

#### 2.1.1 Aspects réglementaires comptables en vision *French GAAP*

Tout d'abord, en France, les organismes d'assurance doivent publier leur bilan comptable en normes françaises afin de garantir la transparence et la comparabilité des informations financières.

Le bilan d'une entreprise est un état des lieux de son patrimoine à un instant donné et permet de déterminer sa situation financière. Le bilan comptable simplifié pour une société d'assurance en normes françaises, ou *French Gaap* (*Generally Accepted Accounting Principles*), est le suivant :

| ACTIF                                  | PASSIF  |
|--|---|
| Actifs financiers en valeur historique | Fonds propres                                     |
|  | Réserve de capitalisation                         |
|  | Provisions techniques : PM, PPB, PRE, PGG, PAF... |

FIGURE 2.1 – Bilan comptable en normes françaises. Source : [Piaser, 2023]

A l'actif, l'assureur évalue ses titres en valeur historique, c'est à dire en valeur d'achat. La provision pour dépréciation durable (PDD) est comptabilisée à l'actif et associée à un actif en particulier quand ce dernier a une moins-value de caractère durable. Une dépréciation durable est constituée si la valeur de marché de l'actif est inférieure à 80% de sa valeur comptable pendant au moins six mois. Ce seuil passe à 70% en cas de forte volatilité des marchés. La PDD peut être reprise par l'assureur dans le cas où la valeur de marché de l'actif augmente par la suite. Un assureur peut ainsi constater une PDD tout en ayant un portefeuille d'actifs en plus-values latentes au global.

Le passif est quant à lui constitué des fonds propres, de la réserve de capitalisation, qui seront présentés dans la partie 3.1.1, et des provisions techniques. Parmi les provisions techniques, la provision globale de gestion (PGG) est dotée si l'assureur constate une insuffisance du rendement pour supporter ses frais. D'après l'article R343-3 du Code des assurances, elle est destinée à "couvrir les charges de gestion future des contrats non couvertes par ailleurs". Enfin, la provision pour aléas financiers (PAF) permet de faire face aux garanties de l'assureur, hors unités de compte, dans le but de "compenser la baisse de rendement de l'actif" d'après l'article R343-3 du Code des assurances. L'assureur doit s'assurer qu'il génère assez de richesse avec ses actifs pour garantir les taux offerts aux assurés.

### 2.1.2 Solvabilité 2

Par ailleurs, la plupart des organismes d'assurance sont également soumis à Solvabilité 2 qui permet d'assurer la stabilité ainsi que la solvabilité de ces derniers.

La directive Solvabilité 2, entrée en application le 1<sup>er</sup> janvier 2016, a pour but de répondre aux limites de Solvabilité 1 (nouvelle approche de calcul du capital de solvabilité requis, meilleure gestion des risques de l'assureur, amélioration du dialogue prudentiel), d'améliorer le contrôle des groupes, d'harmoniser les normes prudentielles dans l'Espace Économique Européen et de simplifier le droit communautaire. La directive a été transposée en droit français par voie d'ordonnances et de décrets.

Le régime Solvabilité 2 est obligatoire pour toutes les compagnies européennes à certaines exclusions près (en raison de la taille, des activités ou du type de société) et permet d'assurer la solvabilité de ces compagnies. Solvabilité 2 est structurée en 3 piliers : exigences quantitatives, exigences qualitatives, *reporting* prudentiel et information au public.

#### 1<sup>er</sup> pilier : exigences quantitatives

Un nouveau bilan prudentiel est mis en place où les actifs et les passifs sont évalués en valeur de marché. En *French Gaap*, les éléments sont évalués en valeur historique (la valeur à l'achat).

Le bilan sous Solvabilité 2 est décomposé comme suit :



FIGURE 2.2 – Bilan prudentiel sous Solvabilité 2. Source : [Piasser, 2023]

Les fonds propres sont composés du SCR (*Solvency Capital Requirement*) et du surplus (les fonds propres supplémentaires au delà de ceux couvrant le SCR). Deux exigences de capital sont requises pour le niveau des fonds propres : le SCR et le *Minimum Capital Requirement* (MCR). Le SCR correspond à la *value at risk* à horizon 1 an des fonds propres de base de l'entreprise avec un niveau de confiance de 99,5%. Le MCR correspond au minimum absolu de capital à détenir et assure que la compagnie ne fera pas faillite dans l'année dans 80% des cas. Le MCR ne peut être inférieur à 25% du SCR sans excéder 45% du SCR et a un montant minimum absolu : l'*Absolute floor of the Minimum Capital Requirement* (AMCR).

En cas d'insuffisance de couverture du SCR, l'organisme dispose de deux mois pour transmettre à l'ACPR un plan de rétablissement. Puis, la compagnie dispose de six mois pour rétablir le niveau de ses fonds propres afin de garantir la couverture du SCR. Après cette période, l'APCR peut prendre des décisions pour réduire le profil de risque de l'organisme et/ou renforcer les exigences de *reporting* si la couverture n'est toujours pas assurée.

En cas d'insuffisance de couverture du MCR, la compagnie dispose d'un mois pour transmettre à l'ACPR un plan de financement. Ensuite, l'organisme doit impérativement accroître ses fonds propres pour couvrir le MCR dans les trois mois sous peine du retrait de son agrément.

La directive Solvabilité 2 et son règlement délégué explicitent les calculs de ces exigences de capital. D'après [Journal officiel de l'Union européenne, 2014], le MCR se calcule comme suit :

$$MCR = \max(MCR_{\text{combiné}}, AMCR) \quad (2.1)$$

où  $AMCR$  est le "seuil plancher absolu" du MCR et  $MCR_{\text{combiné}}$  est déterminé à partir du SCR et du MCR linéaire dont le calcul dépend de la nature des engagements de l'organisme.

Pour le calcul du capital de solvabilité requis, il est possible d'utiliser la formule standard, proposée par [Journal officiel de l'Union européenne, 2009], ou un modèle interne (complet ou partiel). La formule standard applique des chocs instantanés à horizon un an afin de calculer les exigences en capital. Cette méthode est détaillée dans l'annexe E. Dans certains cas, les organismes mettent en place un modèle interne afin de mieux représenter leur profil de risque. Les modèles internes ne sont pas présentés dans le cadre de ce mémoire qui étudie une compagnie d'assurance-vie utilisant la formule standard afin de calculer son SCR.

Les provisions techniques sont la somme du *Best Estimate* (meilleure estimation des flux futurs de trésorerie) ainsi que d'une marge pour risque. Pour le calcul du *Best Estimate*, les entreprises segmentent leurs engagements par groupes homogènes de risques ou au minimum selon les lignes d'activité. La marge pour risque correspond à la part des provisions techniques représentative du coût en capital qu'engendre le portage des risques. Le détail de son calcul est fourni en annexe E.

Le ratio de solvabilité permet de quantifier la solvabilité d'un assureur et sa capacité à respecter ses engagements envers les assurés. Il est calculé ainsi :

$$\text{Ratio de solvabilité} = \frac{\text{FP éligibles}}{\text{SCR}} \quad (2.2)$$

La compagnie d'assurance est solvable si son ratio de solvabilité est supérieur à 100%.

### 2<sup>e</sup> pilier : exigences qualitatives

La gouvernance est renforcée avec notamment la création de 4 fonctions clés : actuariat, gestion des risques, conformité et audit interne. L'ORSA (*Own Risk and Solvency Assessment*) est un processus de gestion des risques qui permet d'évaluer les besoins en capital des sociétés d'assurance et réalise 3 évaluations : l'évaluation du besoin global de solvabilité, le respect permanent des exigences de capital et la déviation du profil de risque par rapport à la formule standard. Les assureurs doivent mettre en place une gestion adaptée des risques liés aux investissements réalisés.

### 3<sup>e</sup> pilier : *reporting* prudentiel et information du public

Les sociétés concernées par Solvabilité 2 doivent mettre à disposition du public davantage d'informations afin de renforcer la transparence et réaliser des *reportings* détaillés, harmonisés au plan européen, aux autorités de contrôle. Ce *reporting* quantitatif permet aussi aux dirigeants d'avoir les informations nécessaires pour prendre leurs décisions.

Les sociétés d'assurance doivent produire les informations suivantes :

| Information à produire  | Destination          | Fréquence  |
|---|----------------------|--|
| Rapport sur la solvabilité et la situation financière (SFCR) : rapport narratif, résumé, états quantitatifs | Public               | Annuel   |
| Rapport à l'autorité de contrôle (RSR) : rapport narratif, résumé, états quantitatifs                       | Autorité de contrôle | Au minimum tous les 3 ans  |
| Rapport sur l'évaluation propre des risques et de la solvabilité (ORSA)                                     | Autorité de contrôle | Annuel   |
| <i>Quantitative reporting templates</i> (QRTs)  | Autorité de contrôle | Annuel, trimestriel et semestriel (en fonction des <i>reportings</i> ) |
| <i>Reporting</i> ponctuel lorsque des événements prédéfinis se produisent                                   | Autorité de contrôle | Non régulier   |
| <i>Reporting</i> ponctuel ad hoc (contrôles sur place, contrôle permanent)                                  | Autorité de contrôle | Non régulier   |
| Rapport sur la Fonction Actuarielle   | Information interne  | Au minimum annuel  |

TABLE 2.1 – Informations à produire (propres à Solvabilité 2). Source : [Guimbretière et Pastoreli, 2023]

En France, l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution est l'ACPR, organe de supervision de la banque et de l'assurance.

Le SFCR, à destination du public, décrit l'activité, les résultats, le système de gouvernance, le profil de risque, les méthodes de valorisation et la gestion du capital de l'organisme ou le groupe d'assurance. Ce rapport permet aussi de décrire et expliquer les changements importants par rapport à l'exercice précédent.

Les QRTs sont des déclarations quantitatives annuelles et trimestrielles au niveau d'une entité ou d'un groupe d'entité. Ces QRTs, à destination de l'ACPR, permettent de standardiser et faciliter le *reporting* des données quantitatives des compagnies d'assurance. Les QRTs présentent différentes informations financières et actuarielles de la compagnie d'assurance comme par exemple les provisions techniques, les actifs, les fonds propres, le SCR et le MCR.

Les *reportings* Solvabilité 2 ont pour objectif d'harmoniser les règles au plan européen. Cependant, les spécificités des marchés des pays membres peuvent nécessiter le recueil d'informations supplémentaires pour répondre à des besoins non couverts par Solvabilité 2. L'ACPR a défini des États Nationaux Spécifiques (ENS) pour des besoins prudentiels ou statistiques et des états détaillant des postes comptables. Deux *reportings* complémentaires sont à noter : le *reporting* de stabilité financière demandé par l'EIOPA (*European Insurance and Occupational Pensions Authority*) et le *reporting* BCE (Banque Centrale Européenne).

### Qu'en est-il de la réforme de Solvabilité 2 prévue pour 2026 ?

La directive Solvabilité 2 est sujet à une revue afin de mieux refléter l'environnement économique actuel notamment en favorisant l'épargne longue des assureurs afin de financer l'économie réelle. L'entrée en application de la directive amendée est prévue courant 2026.

D'après [Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution, 2024], les principales mesures envisagées de cette revue sont les suivantes :

- Méthode d'extrapolation de la courbe des taux : cette méthode est modifiée afin de mieux prendre en compte les données de marché disponibles au delà de 20 ans (dernier point liquide) tout en augmentant la vitesse de convergence vers le taux ultime.
- Choc de taux en formule standard : le choc est revu afin de ne pas le réduire à 0 en cas de taux négatifs.
- Marge pour risque en formule standard : le paramètre de coût du capital est diminué, un nouveau paramètre "lambda" est introduit pour réduire l'importance des exigences de capital pour les engagements de long-terme.
- *Volatility adjustment* : la correction pour volatilité est revue afin de mieux s'adapter aux différentes entreprises et différents marchés.
- Actions de long-terme (*Long Term Equity Investments*) : ces actions bénéficient d'un choc réduit dans la formule standard à 22%. La revue va alléger les conditions d'accès à ce dispositif afin de favoriser les investissements de long-terme. Cette mesure aura un impact pour les assureurs retraite qui possèdent des engagements de long-terme en leur permettant de diminuer leurs exigences de capital pour ce type de placement.
- Finance durable : l'idée est d'introduire des exigences quantitatives plus élevées pour les actifs dits "bruns", liés aux énergies fossiles (par opposition aux actifs dits "verts"). De plus, il y a une volonté de prendre en compte dans le système de gouvernance les risques associés au changement climatique.
- Cadre de supervision macro-prudentielle.
- Régime de proportionnalité : la revue vient renforcer le principe de proportionnalité notamment en excluant plus fortement les petites entreprises tout en proposant la possibilité d'intégrer certaines mesures pour d'autres entreprises.

### 2.1.3 D'autres réglementations pour les assureurs : IFRS 17 et FRPS

#### IFRS 17

Les organismes d'assurance peuvent aussi être tenus de réaliser leurs comptes en IFRS. La norme IFRS 17 fait partie des *International Financial Reporting Standards* (IFRS), référentiel mondial comptable applicable aux sociétés cotées. Les normes IFRS permettent de rendre compte de l'activité d'une société et de retranscrire sa situation économique et financière. Le but de ces normes est d'harmoniser à l'échelle mondiale l'information comptable, d'intégrer au mieux les marchés financiers et d'augmenter la transparence sur les comptes des sociétés. La norme IFRS 17, entrée en vigueur à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2023, est applicable à la comptabilisation des contrats d'assurance, des contrats de réassurance et des contrats d'investissement avec participation aux bénéfices.

IFRS 17 remplace IFRS 4. Sous IFRS 4, les passifs sont évalués en valeur historique tandis que les actifs sont évalués en valeur de marché selon IFRS 9, ce qui crée un déséquilibre du bilan de la compagnie d'assurance. La norme comptable IFRS 17 est axée sur la comptabilisation des éléments en juste valeur afin de prendre en compte la réalité économique.

#### FRPS

Enfin, les FRPS sont des entités juridiques qui, d'après l'article L381-1 du Code des assurances, ont pour activité "la couverture des engagements de retraite professionnelle supplémentaire" ainsi que les activités qui en découlent comme "la couverture des garanties complémentaires en cas de décès de l'adhérent avant ou après la cessation d'activité professionnelle, ainsi qu'en cas d'invalidité et d'incapacité". La loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique, plus connue sous le nom loi Sapin 2, annonce la création des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS) en 2016. L'ordonnance n° 2017-484 du 6 avril 2017 relative à la création d'organismes dédiés à l'exercice de l'activité de retraite professionnelle supplémentaire et à l'adaptation des régimes de retraite supplémentaire en unités de rente crée les FRPS.

Un FRPS prend une des formes suivantes :

- Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS) sous la forme de Sociétés Anonymes mentionnés à l'article L381-1 du Code des assurances.
- Instituts de Retraite Professionnelle Supplémentaire (IRPS) mentionnées à l'article L942-1 du Code de la sécurité sociale.
- Une Mutuelle ou Union de Retraite Professionnelle (MRPS ou URPS) mentionnées à l'article L214-1 du Code de la mutualité.

Un FRPS est une structure liée à un groupe d'assurance. Un FRPS peut être la filiale d'un organisme d'assurance, l'ACPR doit alors donner un agrément administratif au FRPS. L'article L382-2 du Code des assurances précise les conditions à respecter pour obtenir cet agrément administratif. L'assureur peut ensuite y transférer ses encours de retraite professionnelle supplémentaire (Article 39, Article 82, Article 83, L441-1). En France, en 2022, 20 organismes sont des FRPS (contre 8 en 2021). Certains assureurs étaient en premier lieu réticents à cause du coût de mise en place et de transferts des actifs. Par la suite, la loi PACTE imposant un cantonnement obligatoire des contrats de retraite, les FRPS sont devenus plus intéressants et permettent ainsi de bénéficier du moindre coût en capital.

## 2.2 De nouvelles réglementations en matière d'investissement durable

Outre les diverses réglementations comptables et prudentielles auxquelles les assureurs doivent se conformer, l'investissement durable et responsable est un enjeu majeur et le PER s'inscrit dans cette dynamique. Pour atteindre les objectifs climatiques, il est essentiel de promouvoir la finance durable et la réglementation joue alors un rôle crucial dans ce changement. Pour les assureurs, cette démarche est d'autant plus essentielle : ils doivent et devront gérer les risques liés aux évolutions climatiques dans leur activité. De plus, en tant qu'acteurs financiers incontournables, les assureurs doivent contribuer à la transition vers des investissements plus durables.

L'objectif est alors d'intégrer des critères extra-financiers au sein des investissements afin de concilier performance économique et impacts environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) définis ci-dessous :

| Critères        | Impacts étudiés  |
|-----------------|--|
| Environnemental | Impacts de l'activité de l'entreprise sur l'environnement : émissions de gaz à effet de serre, consommation d'électricité, recyclage des déchets...                            |
| Social          | Impacts de l'activité de l'entreprise sur les collaborateurs, les clients, les fournisseurs (respect des droits, gestion des ressources humaines, prévention des accidents...) |
| De gouvernance  | Méthodes de gestion, contrôle et administration de l'entreprise (transparence, relation avec les actionnaires...)  |

TABLE 2.2 – Les critères ESG

A l'heure actuelle en France, divers labels existent pour regrouper et classer ces investissements : Investissement Socialement Responsable ou ISR, GreenFin, Finansol, Relance, créés respectivement en 2016 par le ministère de l'Économie et des Finances, en 2015 par le ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, en 1997 par FAIR (Financer Accompagner Impacter Rassembler) et en 2020 par le ministère de l'Économie et des Finances. Les caractéristiques des fonds associés aux différents labels sont :

- ISR : fonds responsable.
- Greenfin : fonds pour la transition énergétique et écologique.
- Finansol : fonds avec une démarche inclusive et solidaire.
- Relance : fonds intégrant des critères ESG et pour la relance économique à la suite de la Covid-19.

Par la suite, les réglementations majeures autour de la durabilité sont rappelées.

### *Green Deal*

Le *Green Deal*, ou Pacte vert, présenté le 11 décembre 2019, est la nouvelle stratégie de croissance de l'Union Européenne avec pour objectif d'être "le premier continent neutre pour le climat d'ici à 2050" d'après [Commission européenne, 2024] en ne comptabilisant plus d'émission nette de gaz à effet de serre d'ici 2050.

Ainsi, la Commission européenne a notamment adopté une proposition pour réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre d'au moins 55% avant 2030 par rapport à 1990. Le *Fit for 55* est créé le 14 juillet 2021 et permet d'aligner la législation de l'Union Européenne à cet objectif.

### Loi Industrie verte

Promulguée en octobre 2023, la loi française Industrie verte s'inscrit dans cette transition vers une économie plus durable et cherche à rediriger les investissements vers des actifs non cotés, en particulier ceux liés à des initiatives écologiques. Conformément à [Deloitte, 2023], le plan d'épargne avenir climat est créé et plusieurs mesures pourraient voir le jour pour le PER comme la simplification des exigences pour souscrire à certains fonds d'investissement.

Il convient de noter que, depuis la loi PACTE, les assureurs vie doivent proposer une UC solidaire, responsable ou verte pour leurs produits multisupports d'après [Mouret et Detroulleau, 2024]. La loi Industrie verte définit les labels que doivent proposer les assureurs vie pour leurs contrats UC (hors les "contrats dont l'exécution est liée à la cessation d'activité professionnelle") comme le précise l'article L131-1-2 du Code des assurances. Les labels sont le label ISR et le label GreenFin, présentés précédemment. Le PER d'entreprise doit, quant à lui, inclure au moins un profil d'investissement avec un fonds solidaire ou labellisé<sup>1</sup>.

L'arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 2024 modifiant l'arrêté du 7 août 2019 "portant application de la réforme de l'épargne retraite", qui entrera en vigueur le 24 octobre 2024, crée un nouveau profil de risque pour le PER, le profil offensif, abaisse l'indicateur synthétique de risque<sup>2</sup> pour déterminer les actifs à faible risque et fixe des proportions minimales d'actifs non cotés ou finançant les PME et les ETI dans les grilles d'investissement selon les profils de risque (prudent, équilibré, dynamique et offensif). Les profils dynamique et offensif ne se distinguent que par la proportion minimale d'actifs non cotés. Dans les grilles d'investissement de gestion pilotée, ces proportions sont les suivantes :

| Années restantes \ Profil | Prudent       | Équilibré | Dynamique | Offensif |
|---------------------------|---------------|-----------|-----------|----------|
| Entre 5 et 10 ans         | Aucun minimum | 3%        | 5%        | 6%       |
| Entre 10 et 15 ans        | 2%            | 5%        | 7%        | 9%       |
| Entre 15 et 20 ans        | 4%            | 6%        | 10%       | 12%      |
| Plus de 20 ans            | 6%            | 8%        | 12%       | 15%      |

TABLE 2.3 – Parts minimales d'actifs non cotés selon les profils de risque du PER. Source : [Journal officiel de la République française, 2024]

Ces parts minimales doivent être respectées au plus tard le 30 juin 2026 pour les plans d'épargne retraite d'entreprise.

Cet investissement non coté se fait via des fonds d'investissement alternatifs (FIA), ouverts à des investisseurs professionnels ou non, et des *European Long Term Investment Fund* (ELTIF). Les FIA sont des fonds d'investissement autre que les OPCVM et incluent à la fois des actifs cotés et non cotés avec une flexibilité accrue pour investir dans les actifs non cotés par rapport aux OPCVM. Ce sont des fonds orientés vers les actifs non cotés comme les infrastructures, les sociétés non cotées, le capital-investissement (ou *private equity*) ou encore la dette privée. Les ELTIF font partie des FIA et visent à renforcer l'économie réelle en Europe avec des financements à long terme pour les projets et notamment pour financer la transition écologique. Les conditions d'éligibilité aux ELTIF sont assouplies depuis début 2024 en réduisant notamment la proportion minimale d'actifs à long terme présente dans les fonds de 70% à 55%.

1. D'après article L224-3 du Code monétaire et financier

2. Cet indicateur synthétique de risque varie de 1 à 7, du niveau de risque le plus faible au plus élevé. Il prend en compte les risques de marché et de crédit.

Les investissements finançant les PME et ETI se font via des OPC (Organismes de Placement Collectif) investis majoritairement dans des titres destinés au financement des PME et ETI.

### ***Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)***

En application depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2024 et afin de répondre aux objectifs du *Green Deal*, la CSRD définit des normes et exigences de *reporting* extra-financier pour les grandes entreprises ainsi que pour les PME cotées en bourse et remplace la *Non-Financial Reporting Directive* (NFRD). La CSRD a pour objectifs de normaliser et standardiser les informations des entreprises sur les questions de durabilité, d'encourager le développement durable des entreprises ainsi que d'améliorer l'évaluation de l'impact de l'entreprise et de son activité sur l'environnement. D'après [Journal officiel de l'Union européenne, 2022], le premier *reporting* concerné par la CSRD est celui de 2025 pour les entreprises déjà soumises à la NFRD puis le spectre des entreprises concernées s'élargit jusqu'en 2027.

Cette CSRD instaure des changements significatifs notamment en améliorant l'exactitude et la crédibilité des données recueillies en ajoutant une vérification par un commissaire aux comptes ou un organisme dépendant du *reporting* et en intégrant la double matérialité. Ce *reporting* de durabilité se fonde sur les normes européennes *European Sustainability Reporting Standards* (ESRS) pour renforcer l'uniformisation des déclarations.

La matérialité d'une information comptable se caractérise par le fait que son montant influence la performance et les décisions économiques de l'entreprise. La double matérialité inclue alors :

- La matérialité financière : qui traite des impacts des enjeux de durabilité sur la performance financière de l'entreprise.
- La matérialité d'impact : qui étudie l'impact de l'entreprise sur son environnement économique et social.

### **Taxonomie**

La Taxonomie européenne élabore une classification des activités économiques permettant d'identifier les activités durables à travers six objectifs environnementaux définis. D'après [Autorité des marchés financiers, 2024], pour qu'une activité soit considérée comme durable, elle doit avoir un impact positif sur l'un des six objectifs sans nuire significativement aux cinq autres objectifs, et ce, dans le respect de certaines conventions internationales.

Les six objectifs sont : atténuation du changement climatique, adaptation au changement climatique, utilisation durable protection des ressources aquatiques et maritimes, transition vers une économie circulaire, prévention et contrôle de la pollution, protection et restauration de la biodiversité et des écosystèmes.

Actuellement, 90 activités sont couvertes par la taxonomie.

### ***Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR)***

Le règlement européen SFDR permet d'améliorer et harmoniser la transparence sur les caractéristiques ESG des marchés financiers.

D'après [Autorité des marchés financiers, 2024], il s'applique aux acteurs des marchés financiers et aux conseillers financiers qui doivent classer leurs investissements selon trois catégories :

- Les produits "Article 9" : produits qui ont un objectif d'investissement durable. Les critères ESG sont aussi importants que les objectifs financiers.
- Les produits "Article 8" : produits qui prennent en considération les critères environnementaux et/ou sociaux mais dont les objectifs financiers sont prioritaires.
- Les produits "Article 6" : produits qui n'intègrent pas les critères ESG dans leur objectif d'investissement.

L'ACPR veille au respect des dispositions de ce règlement.

Ces diverses réglementations montrent la volonté de l'Union Européenne et de la France de promouvoir la finance durable et renforcer la transparence des informations communiquées quelque soit les régimes comptables et prudentiels auxquels l'assureur retraite est confronté.

Le PER a comme objectif principal, avec la loi PACTE, de financer l'économie réelle et peut assurément favoriser l'investissement durable. Il est également important de noter que les réglementations, notamment la loi Industrie verte, montrent la volonté d'utiliser le PER comme tel.

C'est dans ce contexte et avec cet objectif d'inscrire le PER comme véhicule d'investissement durable que ce mémoire cherche à étudier des pistes pour améliorer sa rentabilité. Les projections et calculs seront issus de modèles ALM dont le cadre général est rappelé dans le chapitre suivant.

# Chapitre 3

## Modélisation ALM

### 3.1 La nécessité de la modélisation ALM en assurance-vie et épargne retraite

Le bilan d'une compagnie d'assurance est spécifique étant donné le cycle de production inversé. La compagnie d'assurance reçoit la prime avant de savoir combien elle va réellement devoir décaisser et doit donc provisionner le montant attendu des engagements. En assurance-vie, l'engagement évolue également avec la participation aux bénéfices : il y a donc une interaction entre la performance de l'actif et la valorisation du passif.

Il est alors nécessaire de mettre en place des modèles ALM (*Asset and Liability Management*) qui permettent de représenter les interactions entre l'actif et le passif d'une compagnie d'assurance et d'anticiper les comportements des éléments d'une compagnie d'assurance notamment en captant les garanties présentes dans ces contrats d'assurance-vie. L'assureur peut ainsi projeter son activité pour valoriser ses engagements et son portefeuille en tenant compte des interactions entre son actif et son passif.

#### 3.1.1 Assurance-vie

L'assurance-vie est un ensemble de possibilités de contrats régi par le Code des assurances qui permet de constituer un capital en effectuant des versements ou primes. En contrepartie du versement des primes par le souscripteur, l'assureur s'engage à verser une prestation lorsqu'un événement lié à la vie de l'assuré intervient. En cas de vie ou de décès de l'assuré (en fonction du contrat), un versement de prestation aux bénéficiaires du contrat sous forme de rentes ou de capital a lieu. Ces contrats permettent notamment au souscripteur de se constituer un capital retraite ou de transmettre à ses bénéficiaires un patrimoine avec un régime fiscal avantageux.

L'assurance-vie a plusieurs avantages : une liquidité (ce placement permet au bénéficiaire de racheter son contrat lorsqu'il le souhaite) et une fiscalité avantageuses. En effet, les gains sont imposables, de manière dégressive, uniquement lors d'un rachat (total ou partiel) ou lors de la clôture du contrat. Les règles d'imposition sont figées depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2018.

Les contrats proposés en assurance-vie sont :

- Les contrats mono-support où le fonds de l'épargne est unique : fonds euro, fonds euro-croissance ou UC.
- Les contrats multi-supports où il est possible d'investir son capital sur différents supports ou fonds. Ces contrats permettent de diversifier les placements (et le risque associé).

### Les principales provisions en assurance-vie

Les principales provisions de l'assurance-vie, selon l'article R343-3 du Code des assurances, sont détaillées par la suite, en se limitant aux provisions modélisées dans l'outil du chapitre 4.2.

#### Provision mathématique

La provision mathématique (PM) est définie comme la différence entre la valeur actuelle des engagements de l'assureur et la valeur actuelle des engagements de l'assuré. Ces provisions représentent la dette de l'assureur envers les assurés. Ces provisions sont constituées tête par tête et sont revalorisées annuellement.

Spécifiquement, dans le cas d'un contrat d'épargne retraite, les provisions mathématiques<sup>1</sup> pour un individu d'âge  $x$  sont calculées ainsi :

$$PM = R \times a_x \quad (3.1)$$

où :

- $R$  est la rente de l'individu.
- $a_x$  est le coefficient de conversion en rente :  $a_x = \sum_{k=1}^{w-x} \nu^k {}_k p_x$  où  $\nu = \frac{1}{1+i}$  est le facteur d'escompte financier avec  $i$  le taux technique,  $x$  est l'âge de l'individu,  $w$  est l'âge maximal dans la table de mortalité considérée et  ${}_k p_x = \frac{l_{x+k}}{l_x}$  la probabilité qu'un individu d'âge  $x$  survive au delà de  $k$  années.

#### Provision pour participation aux bénéfices

Pour les contrats en euros, les assureurs sont dans l'obligation de verser aux assurés une partie des bénéfices techniques et financiers chaque année. Réglementairement, les assureurs doivent verser a minima 85% du résultat financier et 90% du résultat technique aux assurés :

$$\text{Participation minimum des assurés aux résultats} = \max(85\% \times \text{Résultat financier}, 0) + \min(90\% \times \text{Résultat technique}, \text{Résultat technique})$$

Ces minimums réglementaires sont fixés par le Code des assurances. A cette participation réglementaire, peut s'ajouter une participation contractuelle dont le fonctionnement est décrit dans le contrat d'assurance. Les assureurs peuvent aussi décider d'ajouter une participation supplémentaire pour permettre à certains de leurs assurés d'avoir des taux plus concurrentiels, c'est la partie discrétionnaire, comme explicité dans [Benabderrahman et al., 2023]. Cette partie permet de satisfaire les assurés en servant un taux en ligne avec les performances des marchés et de la concurrence.

Lorsque la revalorisation cible est atteinte, les excédentaires sont dotés à la provision pour participation aux bénéfices (PPB), appelée aussi provision pour participation aux excédents (PPE). Cette PPB appartient aux assurés, elle permet de lisser la rémunération des contrats (et de servir de coussin lorsque l'année est mauvaise d'un point de vue des produits financiers). Elle doit néanmoins être redistribuée aux assurés sous 8 ans au maximum.

#### Réserve de capitalisation

La réserve de capitalisation (RC) est dotée ou reprise lors de plus ou moins-values réalisées sur des cessions de titres définis à l'article R343-9 du Code des assurances, à l'exception des

1. Les provisions mathématiques en phase de rentes sont définies par l'article R343-7 du Code des assurances.

obligations à taux variable. Ainsi, si le prix de vente d'un titre est supérieur (respectivement inférieur) à la valeur actuelle de ce titre, la RC est dotée (respectivement reprise). Cette réserve permet de lisser les résultats d'une compagnie d'assurance et de se protéger contre les fluctuations : c'est un levier intéressant dans le cas d'une hausse ou d'une baisse des taux.

Cette réserve a également pour but de dissuader les compagnies d'assurance de vendre leurs obligations de façon trop fréquente pour plutôt conserver une stratégie dite *buy and hold* en adossant les engagements au passif et leur duration.

#### Provision pour risque d'exigibilité

La provision pour risque d'exigibilité (PRE) est dotée en cas de moins-value latente nette de l'ensemble des actifs définis à l'article R343-10 du Code des assurances. Une moins-value latente nette globale est observée lorsque "la valeur nette comptable de ces placements est supérieure à la valeur globale de ces mêmes placements", évalués selon des modalités explicitées dans l'article R343-5 du Code des assurances.

#### Provision de diversification

La provision de diversification (PD) permet de faire face aux engagements de l'article L134-1, dit eurocroissance. Les assurés ayant souscrit à un contrat eurocroissance ont des droits exprimés sous forme de parts.

#### Provision collective de diversification différée

La provision collective de diversification différée (PCDD) permet de faire face aux engagements des contrats eurocroissance en lissant la valeur de rachat des contrats. Cette provision peut être assimilée à la PPB pour les contrats euros et doit être redistribuée aux assurés sous 15 ans. La PCDD est dotée de façon discrétionnaire (à l'appréciation de l'assureur) et reprise quand les produits financiers ne permettent pas d'atteindre une revalorisation suffisante sur le contrat eurocroissance.

#### Provision pour garantie à terme

La provision pour garantie à terme (PGT) permet de faire face aux engagements des contrats eurocroissance dans le cas où "la rente ou le capital garantis sont exprimés uniquement en parts de provisions de diversification avant l'échéance du contrat et donnent lieu à une garantie à l'échéance exprimée en euros" (d'après l'article L134-1 du Code des assurances). Cette provision est dotée dans le cas où les actifs ne suffisent pas à faire face à la garantie à l'échéance du contrat :

$$PGT = \min(PM_{\text{théorique}} - PD - PCDD, 0) \quad (3.2)$$

### 3.1.2 Épargne retraite

L'épargne retraite est un contrat d'assurance-vie dont l'évènement qui déclenche la prestation est le départ à la retraite de l'assuré. Ce contrat permet à l'assuré d'accumuler des droits différés, qui, en cas de vie lors de son départ à la retraite, seront convertis sous forme de capital ou de rentes.

#### Le taux technique

Le taux technique a un rôle central dans un contrat de retraite. Il correspond au taux de revalorisation minimum garanti contractuellement ou, dit autrement, le rendement financier minimum garanti par l'assureur à l'assuré. Ce rendement est anticipé dans le calcul des provisions

mathématiques en actualisant les flux financiers futurs.

La réglementation fixe un taux technique maximum que les compagnies d'assurance peuvent appliquer. Le taux technique vie est le maximum de 60% du TME (Taux Moyen d'Emprunt d'État) moyen des 6 derniers mois, le TME étant le "taux de rendement sur le marché secondaire des emprunts d'État à taux fixe supérieurs à 7 ans", et de 3,5% d'après l'article A132-1 du Code des assurances. Le taux technique est inchangé tant que le taux de référence (60% du TME moyen des 6 derniers mois) n'a pas augmenté d'au moins 0,35 point de base ou n'a pas diminué d'au moins 0,1 point de base. Il est augmenté ou diminué de 0,25 point de base si le taux de référence ne respecte pas les limites. Les compagnies disposent d'un délai de 3 mois pour effectuer cette augmentation ou diminution.

L'article A142-1 du Code des assurances fixe un taux technique contractuel pour les tarifs des plans d'épargne retraite au plus égal à 0%. Cet article rentre en vigueur le 12 août 2019 en période de taux bas et protège les compagnies d'assurance-vie d'une hausse rapide des taux.

En phase de constitution, le taux technique permet de revaloriser la rente viagère par anticipation. En phase de restitution, le taux technique permet de distribuer en avance le capital constitué. Plus le taux technique du contrat est élevé, plus la rente viagère est élevée les premières années de restitution, mais bénéficiera d'une revalorisation plus faible par la suite. Le graphique suivant illustre l'impact du taux technique sur le montant d'une rente revalorisée annuellement à 3% :

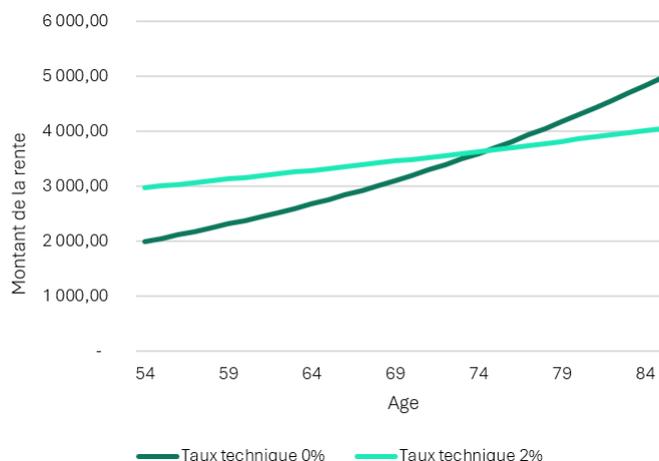


FIGURE 3.1 – Impact du taux technique sur le montant de la rente

## Les risques en épargne retraite

### Risque de taux

Le risque de taux impacte la valorisation de l'actif (pour la valorisation des obligations) et du passif (pour l'évaluation des engagements). En cas de baisse des taux, la valeur de marché des obligations augmente et les nouvelles obligations achetées sont donc moins rémunératrices. De plus, les taux peuvent ne plus permettre d'atteindre le taux technique prévu à l'origine du contrat. L'assureur perd alors la rentabilité de son contrat. En cas de hausse des taux, la valeur de marché des obligations détenues par la compagnie d'assurance diminue et l'assureur peut être confronté à une forte vague de rachats simultanément compliquant ainsi sa capacité à honorer ses engagements. Néanmoins, une hausse des taux peut être avantageuse pour l'assureur si ce dernier détient peu d'obligations et a un passif long (qui connaît alors une baisse plus forte que l'actif

via la hausse des taux d'actualisation). L'incertitude sur l'espérance de vie des assurés accentue ce risque de taux. Le financement des prestations de retraite est réalisé par des investissements dont les *cashflows* dépendent des taux.

#### Risques action et immobilier

Le risque action et le risque immobilier sont liés aux cours des actions et des actifs immobiliers. En cas de baisse des cours de l'action et l'immobilier, il peut être difficile pour l'assureur de tenir ses engagements.

#### Risque de rachat

Les rachats auxquels sont confrontés les assureurs en phase de constitution sont soit structurels soit conjoncturels. Un rachat structurel a lieu lorsque l'assuré décide de racheter son épargne pour les cas dits de déblocage ou lorsque l'assuré transfère son épargne vers un autre PER à partir de 5 ans d'ancienneté (les frais associés étant nuls). Un rachat conjoncturel ou dynamique a lieu lorsque l'assuré transfère tout ou une partie de son encours vers un compartiment de même nature d'un autre PER. Ces transferts, facilités avec la loi PACTE, ont lieu lorsque l'assuré souhaite investir sur d'autres supports plus rémunérateurs proposés par la concurrence.

Afin d'honorer ses engagements lors de rachats, l'assureur peut être contraint de vendre ses actifs en moins-values.

#### Risque de longévité

Ce risque est lié à l'espérance de vie des assurés. Si l'espérance de vie des assurés est supérieure aux prévisions, le versement des rentes viagères est plus long et les engagements de l'assureur sont sous estimés.

#### Risque de mortalité

Ce risque est aussi lié à l'espérance de vie des assurés et est présent en phase de constitution de la rente. Si l'assuré décède, l'assureur peut devoir indemniser les bénéficiaires selon les garanties afférentes au contrat d'assurance.

#### Risque d'inflation

Le risque inflation se traduit par une remontée des taux. De plus, les frais (donc dépenses) de l'assureur peuvent augmenter à cause de l'inflation.

#### Risque de marché global

Outre le risque action, le risque immobilier et le risque de taux, les risques de marché suivants sont également présents (la liste n'est pas exhaustive) : le risque de défaut, le risque de dégradation des *ratings*, le risque de taux de change. Le risque de marché est le risque lié aux fluctuations de prix des instruments financiers qui composent l'actif d'un assureur.

#### Risque de liquidité

Un assureur vie est confronté au risque de liquidité en cas de hausse des prestations. En effet, si les prestations augmentent, l'assureur doit avoir des actifs assez liquides pour honorer tous ses engagements (et éventuellement sans réaliser de moins-values). En épargne, ce risque est d'autant plus important avec les rachats massifs qui peuvent contraindre l'assureur à vendre rapidement une partie importante de son actif.

Les compagnies d’assurances sont soumises à d’autres risques : le risque opérationnel, le risque de réputation (enjeu commercial) ou encore le risque de transition.

### 3.1.3 Gestion de l’actif et du passif

Les compagnies d’assurances sont exposées à des risques à l’actif et au passif qui interagissent constamment. A l’actif, les rendements financiers évoluent en fonction de la situation économique. Ces rendements influent directement sur le passif de la compagnie d’assurance, défini comme l’estimation des flux futurs de trésorerie, à travers la participation aux bénéfices notamment.

Un modèle ALM permet de projeter les différents flux d’actif et de passif (en prenant en compte les rendements financiers, les rachats des contrats, les décès ou encore les frais) en s’appuyant sur différents scénarios économiques générés par un Générateur de Scénarios Économiques (GSE) calibré sur un horizon temporel défini. Ce modèle permet d’estimer les engagements futurs de l’assureur (*Best Estimate* ou BE) ainsi que les exigences en capital requises sous Solvabilité 2<sup>2</sup> et les profits de l’assureur via la *Net Asset Value* (NAV) notamment. La NAV est la différence entre l’actif initial en valeur de marché et le BE.

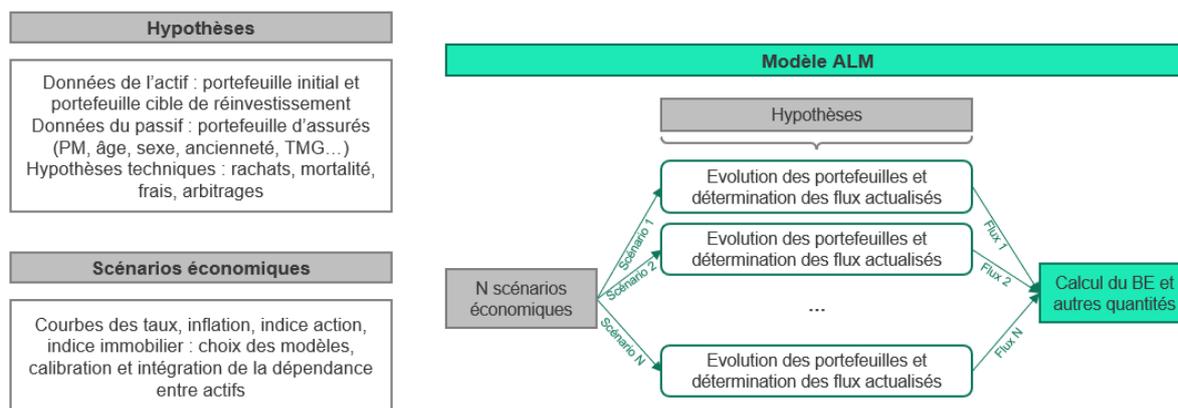


FIGURE 3.2 – Structure d’un modèle ALM. Source : [Picard, 2022]

La figure 3.2 ci-dessus présente la structure type d’un modèle ALM. Un modèle ALM dépend de nombreuses hypothèses concernant le passif, l’actif et des hypothèses techniques (mortalité du portefeuille d’assurés, rachats, frais ou chargements) qui l’alimentent. En parallèle, des scénarios économiques sont construits afin de représenter les potentielles variations des marchés financiers. Le modèle ALM permet de projeter les *cashflows* futurs de l’entreprise pour ensuite calculer l’engagement et valoriser le portefeuille d’assurance. Dans le cadre de Solvabilité 2, l’engagement de l’assureur est représenté par le BE, la formule est la suivante :

$$BE = \mathbb{E}^{\mathbb{P} \otimes \mathbb{Q}} \left[ \sum_{t \geq 1} Flux_t \times \delta_t \right] \quad (3.3)$$

où :

- $\mathbb{P}$  est la probabilité modélisant le comportement des assurés.
- $\mathbb{Q}$  est la probabilité risque-neutre modélisant les scénarios stochastiques.
- $Flux_t$  est le flux de trésorerie de l’année  $t$ .
- $\delta_t$  est le déflateur de l’année  $t$ .

2. Cette directive est explicitée dans la partie 2.1.2

Afin d'estimer les flux probables de la compagnie d'assurance, la moyenne des flux actualisés est utilisée en s'appuyant sur la méthode de Monte-Carlo :

$$BE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Flux_{i,t} \times \delta_{i,t} \quad (3.4)$$

où :

- $N$  est le nombre de scénarios économiques fournis par le GSE.
- $T$  est le nombre d'années de projection.
- $Flux_{i,t}$  est le flux de trésorerie de l'année  $t$  pour le scénario  $i$ .
- $\delta_{i,t}$  est le déflateur de l'année  $t$  pour le scénario  $i$ .

La loi forte des grands nombres assure la convergence presque sûre du *Best Estimate* calculé avec la méthode de Monte Carlo.

Loi forte des grands nombres :

Soit  $X_{i,1 \leq i \leq n}$  une suite de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées avec  $\mathbb{E}[|X_1|] < +\infty$ , alors la suite  $\frac{X_1 + \dots + X_n}{n}$  converge presque sûrement vers  $\mathbb{E}[X_1]$ .

## 3.2 Générateur de Scénarios Économiques

Cette partie est inspirée des sources suivantes : [Planchet, 2023], [Mourens et al., 2018].

L'assurance-vie se caractérise par différentes options et garanties (la participation aux bénéfices, les taux minimum garantis, les rachats, ...). L'utilisation de scénarios stochastiques est une nécessité en assurance-vie pour prendre en compte l'asymétrie du résultat (liée aux coûts des options et garanties proposées par l'assureur) qui n'est pas détectable en déterministe et dont il n'est pas possible d'étudier les conséquences.

La projection des flux d'actif et de passif d'un assureur vie se fait en utilisant des simulations stochastiques qui sont générées à l'aide d'un Générateur de Scénarios Économiques. Cela permet ainsi de projeter des facteurs de risque économiques et financiers.

### 3.2.1 Cadre général

#### Univers de projection

Les scénarios diffèrent selon l'objectif :

- **Monde réel** : cet univers est utilisé pour projeter l'activité (et notamment réaliser un *Business Plan*). Le modèle est calibré sur les données historiques de marché et des jugements d'experts pour refléter au mieux l'évolution attendue. Le taux d'actualisation utilisé prend en compte la prime de risque des actifs. Les GSE monde réel répliquent au mieux le comportement des variables modélisées.
- **Risque-neutre** : cet univers fictif permet de valoriser l'entreprise et de dresser son bilan économique. Cette approche suppose que tous les actifs ont le même rendement en moyenne, qui équivaut au taux sans risque, que les investisseurs sont rationnels et qu'il y a absence d'opportunité d'arbitrage. Les lois qui projettent les variables économiques sont exprimées sous la probabilité risque-neutre. Les prix actualisés des actifs sont des martingales sous cette probabilité, c'est à dire que le rendement moyen de ces actifs réactualisés est égal au taux sans risque. Dans ce cas, il n'y a pas de prime de risque. Les GSE risque-neutre sont

utilisés pour l'évaluation des coûts des options et garanties ainsi que pour le calcul du *Best Estimate* et de la *Net Asset Value*.

Le processus de calibrage d'un GSE risque-neutre étant long et complexe, il est nécessaire de vérifier la cohérence des scénarios produits. Pour ces GSE, deux tests doivent être effectués à minima : le test de *market consistency* et le test de risque neutralité, qui sont décrits par la suite.

### **Market consistency**

La notion de cohérence avec le marché signifie que les prix des instruments financiers utilisés pour le calibrage des GSE correspondent aux prix d'échanges sur le marché. Il est alors nécessaire de prendre en compte l'information de marché dans les modèles. Un bilan dit *market consistent* prend en compte les conditions actuelles de marché pour évaluer l'actif. Pour évaluer le passif, plusieurs approches existent : une approche déterministe prudente sans tenir compte de l'état actuel du marché ou une approche qui tient compte de l'état actuel du marché et évalue le passif de la même manière que l'actif.

### **Risque neutralité**

Le GSE risque-neutre est calibré de sorte à répliquer les conditions de marché en  $t = 0$ . L'approche risque-neutre permet de se placer dans un univers probabilité où tous les actifs rapportent le taux sans risque. Sous la probabilité dite risque-neutre, les actifs sont des martingales. Le prix  $S_t$  d'un actif a la dynamique suivante :

$$S_t = \mathbb{E}^{\mathbb{Q}}[S_T \times D(t, T) \mid F_t] \quad (3.5)$$

où :

- $\mathbb{Q}$  est la probabilité risque-neutre.
- $D(t, T) = \exp - \int_t^T r_s ds$  est le coefficient d'actualisation entre  $t$  et  $T$  où  $r_s$  est le taux court instantané.
- $F_t = \sigma(S_t, t \leq T)$  et  $\mathbb{F} = (F_t)_{t \in \mathbb{R}}$  est la filtration associée.

### **3.2.2 Mise en place d'un GSE**

Les indices à modéliser dans un GSE dépendent du portefeuille de l'assureur et sont en général les suivants : indice de taux, indice actions, indice de spread, indice immobilier et indice inflation. Les étapes simplifiées de construction d'un GSE sont les suivantes :

1. Collecte des données nécessaires (par exemple, cours d'un sous-jacent ou prix des options).
2. Choix des modèles de projection et de la structure d'agrégation.
3. Calibrage des modèles de projection et de la structure d'agrégation.
4. Validation du GSE : validation de la martingalité, validation de l'agrégation, validation de la *market consistency*.

Cette première partie a permis d'introduire et de définir les notions nécessaires pour ce mémoire : le paysage de l'assurance retraite en France ainsi que le recours nécessaire à la modélisation ALM pour un assureur vie afin de capter l'asymétrie de son résultat et le coût des options et garanties implicites de ses contrats.

La partie suivante est consacrée à la description du modèle SiALM et aux enrichissements réalisés afin de pouvoir réaliser les études portant sur les produits de retraite.

Deuxième partie

Développement du PER au sein d'un  
modèle ALM

## Chapitre 4

# Modèle ALM interne et Générateur de Scénarios Économiques

Dans cette partie, le fonctionnement du modèle ALM développé par Sia Partners, SiALM, sera expliqué et un détail sera apporté sur les hypothèses utilisées. Le GSE interne et son calibrage seront également explicités. Enfin, les changements apportés au modèle afin d'intégrer les produits retraite seront détaillés. Ces ajustements sont structurants et interviennent sur l'ensemble des étapes du modèle SiALM.

### 4.1 Le Générateur de Scénarios Économiques de Sia Partners

Cette partie est inspirée des sources suivantes : [Sia Partners, 2023], [Picard, 2022].

Les interactions actif passif ainsi que la forte dépendance à l'environnement économique et financier d'un assureur vie nécessitent l'utilisation de scénarios stochastiques produits par un GSE. En effet, les rendements financiers, dépendant de l'environnement économique, vont déterminer le taux servi aux assurés et influencer les potentiels rachats conjoncturels. Les scénarios du GSE sont ainsi des *inputs* du modèle SiALM. Ce générateur simule des évolutions possibles des indices économiques suivants : taux, immobilier, action et inflation. Pour chaque indice modélisé, un modèle de diffusion a été retenu.

Le GSE présenté est un GSE risque-neutre, les lois de diffusions des indices sont calibrées via un outil interne afin de répliquer les conditions de marché à l'instant d'évaluation. Ces lois sont exprimées sous la probabilité risque-neutre. Dans cet univers, l'espérance de rendement de tous les actifs est le taux sans risque.

#### Modèle de taux : modèle gaussien à deux facteurs

Le modèle de taux est un élément central dans un GSE, il sert également dans la modélisation des autres actifs. Le modèle de taux retenu est le modèle gaussien à deux facteurs G2++. Ce modèle, dont le calibrage est relativement simple, a été proposé dans [Brigo et Mercurio, 2006] et permet de générer des taux négatifs. Il introduit une corrélation entre taux de maturités différentes et reproduit mieux la volatilité des taux du marché qu'un modèle à un seul facteur (sans complexifier son calibrage).

Selon ce modèle, la formule du taux court instantané sous la probabilité risque-neutre est :

$$r(t) = x(t) + y(t) + \phi(t), r(0) = r_0 \quad (4.1)$$

$x$  et  $y$  vérifient les équations ci-dessous :

$$\begin{aligned} dx(t) &= -ax(t)dt + \sigma dW_1(t) \text{ avec } x(0) = 0 \\ dy(t) &= -by(t)dt + \eta dW_2(t) \text{ avec } y(0) = 0 \end{aligned}$$

où :

- $(W_1, W_2)$  est un mouvement brownien bidimensionnel dont les composantes sont corrélées tel que  $\rho : dW_1(t)dW_2(t) = \rho dt$  avec  $-1 \leq \rho \leq 1$ .
- $r_0, a, b, \sigma, \eta$  sont des constantes positives,  $a$  et  $b$  représentent les coefficients de retour à la moyenne,  $\sigma$  et  $\eta$  représentent les volatilités de chaque processus.
- $\phi$  est une fonction déterministe avec  $\phi(0) = r_0$  qui permet de reproduire la structure par terme des taux initiale (son expression est obtenue grâce au prix des zéro coupons).
- $a, b, \sigma, \eta, \rho$  seront calibrés par la suite.

L'avantage de ce modèle est qu'il induit des formules fermées au prix des obligations zéro-coupon et au prix des dérivés de taux (à partir du prix des options sur obligations zéro-coupon) à chaque pas de temps. Le modèle G2++ possède une discrétisation exacte.

Son inconvénient est qu'il n'engendre pas de taux explosifs.

### Modèles actions et immobilier : modèle de Black and Scholes

Les modèles actions et immobilier retenus pour le GSE sont des modèles de Black and Scholes. Ce modèle est usuellement choisi pour la modélisation de ces indices et très utilisé par les acteurs du marché pour évaluer les options en temps continu. L'expression du taux du modèle gaussien à deux facteurs est intégrée dans l'équation du modèle de Black and Scholes.

Selon ce modèle, la dynamique d'un processus  $(S_t)_{t \geq 0}$  décrivant le cours d'une action sous la probabilité risque-neutre est :

$$dS_t = (r_t - \delta)S_t dt + \sigma S_t dW_t \quad (4.2)$$

où :

- $r_t$  est le taux court donné par le modèle G2++.
- $\delta$  est le taux de dividendes.
- $\sigma$  est la volatilité du processus qui traduit son risque intrinsèque.
- $W_t$  est un mouvement brownien.

### Modèle inflation : modèle de Vasicek

Le modèle d'inflation retenu pour le GSE est le modèle de Vasicek. Ce modèle permet de projeter l'inflation afin que sa valeur oscille autour de sa valeur moyenne, fixée à 2% dans ce cas. En effet, la Banque Centrale Européenne a pour objectif de maintenir l'inflation à 2%.

Selon ce modèle, la dynamique du taux sous la probabilité risque-neutre est :

$$dr_t = K(\mu - r_t)dt + \sigma dW_t \quad (4.3)$$

où :

- $K$  correspond à la vitesse de retour à la moyenne.
- $\mu$  est la moyenne à long terme.

- $\sigma$  est la volatilité du taux.
- $W_t$  est un mouvement brownien.

### Calibrage

Les différents modèles sont ensuite calibrés afin de respecter la *market consistency* (notion présentée dans la partie 3.2.1), la martingalité et l'évolution des actifs utilisés. Le calibrage consiste à estimer les paramètres des modèles afin de répliquer au mieux les données de marché retenues. Les données retenues doivent être choisies afin de respecter la profondeur, la transparence et la liquidité des instruments financiers.

### Agrégation

L'agrégation des modèles permet de prendre en compte les dépendances existantes entre les évolutions de prix des différentes classes d'actifs. Le choix de la structure d'agrégation est essentiel.

Au sein du modèle SiALM, les actifs sont agrégés via la méthode des corrélations. Les projections futures des actifs sont déterminées par les corrélations historiques.

Tout d'abord, la matrice de variance-covariance (notée  $C$ ) traduisant les corrélations historiques entre les classes d'actifs est déterminée. Puis, en utilisant la décomposition de Cholesky de  $C$ , des variables aléatoires corrélées sont générées à partir de variables aléatoires indépendantes (représentant les aléas gaussiens des modèles).

#### Théorème de Cholesky :

Si  $A$  est une matrice symétrique définie positive, alors il existe au moins une matrice réelle triangulaire inférieure  $L$  telle que  $A = LL^T$ . En imposant que tous les éléments de la diagonale de  $L$  soient strictement positifs, cette décomposition est unique.

La matrice  $C$  est par définition symétrique définie positive, il existe donc une matrice  $L$  telle que  $C = LL^T$ . Le nouveau vecteur des aléas des modèles, intégrant la corrélation entre les classes d'actifs, est obtenu en multipliant le vecteur actuel des aléas gaussiens par  $L$ . C'est ce nouveau vecteur qui est utilisé dans les modèles présentés ci-dessus.

### Validations du GSE

Afin de valider le développement et le calibrage du GSE, il est nécessaire d'effectuer des tests :

- Tests de martingalité afin de s'assurer que les trajectoires sont risque-neutres.
- Test de *market consistency* afin de s'assurer que les trajectoires permettent de retrouver les prix des instruments qui ont servi au calibrage du GSE.
- Tests afin de valider la modélisation statistique (par exemple en comparant les corrélations et les volatilités implémentées et observées).

Les résultats de ces tests pour le modèle de taux du GSE de Sia Partners calibré au 31/12/2023 sont illustrés par les figures suivantes :

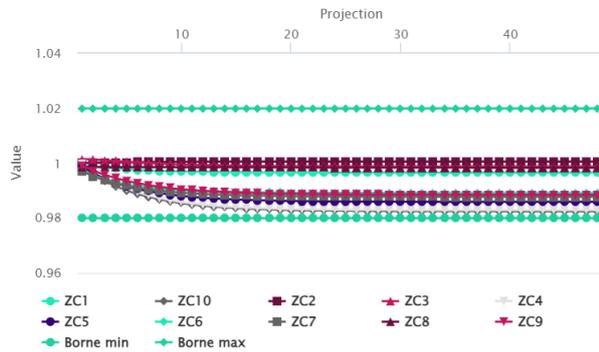
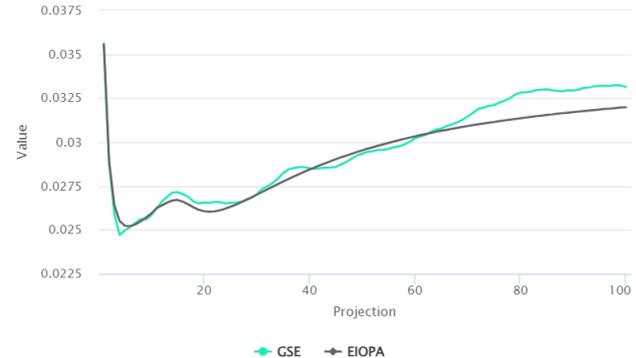


FIGURE 4.1 – Test de martingalité

FIGURE 4.2 – Test de *market consistency*

## 4.2 SiALM : le modèle interne de Sia Partners

Cette partie s’inspire des sources suivantes : [Sia Partners, 2024], [Picard, 2022], [Saade, 2024], [Tichit, 2019].

Afin de lancer les projections du modèle ALM, il est nécessaire d’effectuer des hypothèses sur l’actif, des hypothèses sur le passif ainsi que de renseigner des *inputs* divers (portefeuille de passif, portefeuille d’actifs ou encore les scénarios économiques utilisés). Cette partie explicite les hypothèses faites sur l’actif, le passif et la gestion actif / passif.

### 4.2.1 Hypothèses sur l’actif

Les hypothèses suivantes sont émises : le marché est liquide, chaque actif peut être vendu ou acheté à tout moment. Les actifs sont infiniment divisibles, c’est à dire que l’investisseur peut acheter une fraction d’un titre.

Les compagnies adoptent des stratégies d’investissement propres. Cependant, certaines catégories d’actifs sont incontournables dans les portefeuilles des assureurs :

- Obligations : ces actifs représentent une grande partie des investissements des assureurs. Ils offrent une stabilité et sécurité et ont une durée très souvent proche des engagements aux passifs associés. Ces actifs couvrent les engagements des assurés tout en générant des revenus réguliers via les coupons.
- Actions : ces actifs sont en général plus risqués que les obligations mais permettent aux assureurs d’espérer un rendement plus élevé que celui des obligations.
- Immobilier : ces actifs permettent aux assureurs de diversifier leur portefeuille tout en offrant une source de revenus réguliers via les revenus immobiliers.

Dans le modèle SiALM, l’actif est modélisé en classe d’actifs regroupés en quatre catégories : les obligations, les actions, l’immobilier et le monétaire. Les produits financiers générés par ces actifs sont les intérêts pour le monétaire, les coupons et le remboursement du nominal pour les obligations, les dividendes pour les actions ainsi que les loyers pour l’immobilier.

Des frais financiers, que l’assureur doit financer, sont modélisés au sein du modèle : des frais sur produits financiers (qui correspondent à un pourcentage des produits financiers récoltés)

ainsi que des frais de garde ou de transaction (qui sont un pourcentage des valeurs de marché des actifs).

### 4.2.2 Hypothèses sur le passif

Comme expliqué précédemment, le passif est composé du portefeuille d'assurés, des fonds propres et des provisions techniques. Dans le modèle SiALM, les assurés rachètent leurs contrats et décèdent en fin d'année. Les lois utilisées pour modéliser les rachats et les décès sont présentées dans la prochaine partie.

Plusieurs hypothèses sont prises en compte dans le modèle :

- Chargements d'acquisition : ces chargements sont prélevés à l'assuré lors de l'acquisition de primes.
- Frais d'acquisition : ces frais représentent le coût d'acquisition de nouvelles primes.
- Chargements de gestion : ces chargements sont prélevés à l'assuré pour la gestion annuelle des contrats.
- Frais de gestion : ces frais, dépenses pour l'assureur, correspondent aux frais pour assurer la gestion des contrats.
- Chargements sur prestations : ces chargements sont prélevés à l'assuré pour assurer la gestion des prestations.
- Frais sur prestations : ces frais, dépenses pour l'assureur, correspondent aux frais pour assurer les rachats de contrats et les décès des assurés.
- Frais unitaires : ces frais, dépenses pour l'assureur, sont liés à la gestion des contrats, aux rachats des contrats et aux décès des assurés et sont appliqués aux nombres de contrats.
- Commissions sur arbitrages : ces commissions, supportées par l'assureur, représentent les coûts générés par l'opération d'arbitrage.
- Chargements sur arbitrages : ces frais sont versés par l'assuré.

Le portefeuille de passif du modèle SiALM est agrégé en *Model Points*, contrats ayant des caractéristiques communes. En effet, les compagnies peuvent diviser leurs engagements par groupes de risques homogènes ou au minimum par *line of business*. Les projections peuvent être agrégées si l'agrégation ne modifie ni le risque sous-jacent ni le calcul des réserves, s'il n'y a pas de perte d'information sur le portefeuille et si l'agrégation accélère les calculs.

### 4.2.3 Le moteur SiALM

Le moteur SiALM permet de lancer différentes projections :

- Projection déterministe équivalent certain : projection sur un scénario économique unique reflétant le taux sans risque.
- Déterministe monde réel : projection sur un scénario économique qui représente les conditions du monde réel via des avis d'experts et des *benchmarks*.
- Stochastique risque-neutre : projection sur tous les scénarios risque-neutre du GSE.

Le modèle permet aussi de calculer le SCR avec la formule standard et le ratio de couverture sous Solvabilité 2.

Au sein du modèle, chaque *run* stochastique contient 1000 simulations de 50 années chacune pour garantir une convergence du modèle ainsi qu'une prise en compte totale des engagements,

ce que préconise [Benabderrahman *et al.*, 2023]. Après avoir chargé les *inputs* et mis en forme les hypothèses, les étapes du moteur SiALM chaque année<sup>1</sup> sont présentées dans la figure 4.3 ci-dessous :

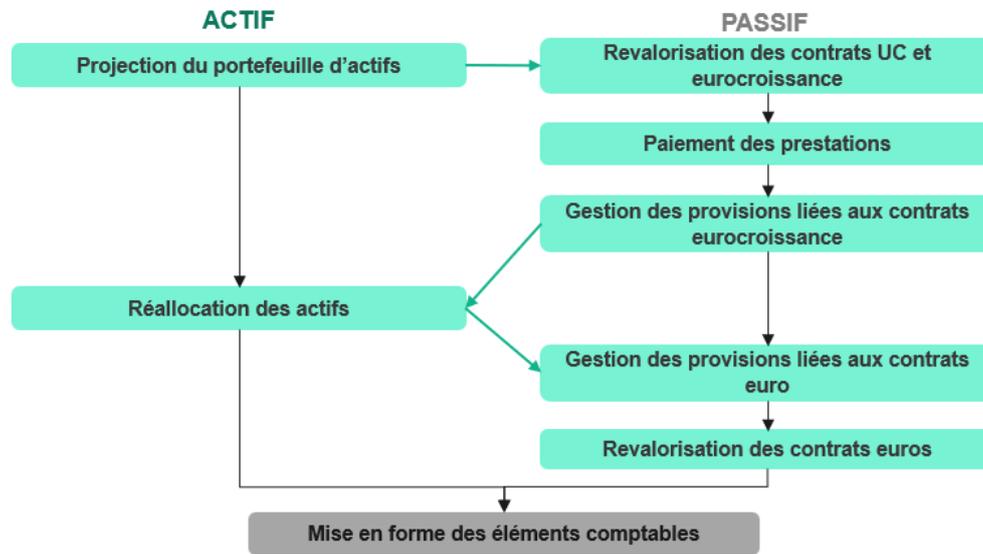


FIGURE 4.3 – Les étapes du modèle SiALM chaque année de projection

### Projection du portefeuille d'actifs

Dans cette étape, les actifs sont revalorisés, leurs produits financiers sont encaissés puis des frais financiers sont versés.

#### Actif monétaire

Les intérêts de l'actif monétaire sont calculés ainsi :

$$\text{Intérêts}_t = \text{Cash}_t \times (e^{r(t,t+1)} - 1) \quad (4.4)$$

où  $r(t, t + 1)$  est le taux sans risque 1 an en  $t$  et  $\text{Cash}_t$  est le montant de trésorerie de l'année  $t$ .

#### Actions

Les valeurs nettes comptables des actions sont leurs valeurs à l'achat. Ces valeurs ne sont pas modifiées lors de la projection.

Les valeurs de marché (VM) des actions sont revalorisées comme suit :

$$\text{VM}_t = \text{VM}_{t-1} \times e^{\text{rendement actions}_t} \quad (4.5)$$

où  $\text{rendement actions}_t$  est le rendement de l'action en année  $t$ .

Les actions génèrent chaque année des produits financiers : les dividendes. Leurs valeurs sont calculées à partir des valeurs de marché revalorisées :

$$\text{Dividendes}_t = \text{VM}_t \times \text{taux dividendes}_t \quad (4.6)$$

où  $\text{taux dividendes}_t$  est le taux de dividendes en année  $t$ .

1. Au sein du modèle SiALM, l'unité de temps est l'année.

Immobilier

L'immobilier est revalorisé comme les actions. Les valeurs nettes comptables de l'immobilier correspondent à leurs prix d'achat. Les valeurs de marché de l'immobilier sont revalorisées ainsi :

$$VM_t = VM_{t-1} \times e^{\text{rendement immobilier}_t} \quad (4.7)$$

où rendement immobilier<sub>t</sub> est le rendement de l'immobilier en année  $t$ .

L'immobilier génère chaque année des produits financiers : les loyers. Leurs valeurs sont calculées à partir des valeurs de marché revalorisées :

$$\text{Loyers}_t = VM_t \times \text{taux loyers}_t \quad (4.8)$$

où taux loyers<sub>t</sub> est le taux de loyers en année  $t$ .

Obligations du fonds euro

Le portefeuille obligataire du fonds euro est constitué d'obligations dont les caractéristiques sont explicites. Il est ainsi possible de calculer la valeur de marché et la valeur nette comptable pour chaque obligation.

La valeur nette comptable (VNC) d'une obligation correspond à la valeur actuelle des *cashflows* futurs actualisés au taux de rendement actuariel. Ce taux de rendement actuariel permet d'amortir la différence entre la valeur d'achat et la valeur de remboursement de l'obligation. Les valeurs nettes comptables des obligations sont recalculées ainsi :

$$VNC_t = \sum_{j=t+1}^n CF_j \times e^{-r_a \times (j-t)} \quad (4.9)$$

où :

- $n$  est la maturité de l'obligation.
- $CF_j$  est le *cashflow* de l'obligation à l'instant  $j$ .
- $r_a$  est le taux de rendement actuariel.

Le taux de rendement actuariel est calculé à l'achat de l'obligation afin d'égaliser la valeur nette comptable et la somme des *cashflows* actualisés avec ce taux.

Les valeurs de marché des obligations sont revalorisées comme suit :

$$VM_t = \sum_{j=t+1}^n CF_j \times e^{-(r(t,j-t)+\text{spread}) \times (j-t)} \quad (4.10)$$

où :

- $n$  est la maturité de l'obligation.
- $CF_j$  est le *cashflow* de l'obligation à l'instant  $j$ .
- $r(t, j - t)$  est le taux zéro-coupon de maturité  $j$  en année  $t$ .
- spread est le spread implicite constant de l'obligation.

Le spread de l'obligation correspond à l'écart de rendement attendu par un investisseur entre cette obligation risquée et une obligation non risquée de même maturité. Modélisant le risque de crédit, il augmente donc avec le risque de l'obligation.

Le spread du modèle provient de la risque-neutralisation des obligations (afin que le rendement moyen d'une obligation soit égal au taux sans risque) et est unique et constant sur la durée de vie de chaque obligation. Il est calculé lors de l'initialisation du modèle ALM pour égaliser la valeur de marché initiale et la somme des *cashflows* actualisés.

Ainsi, à chaque pas de temps et afin de risque-neutraliser l'obligation, son nominal est écrêté avec :  $N_t = N_{t-1} \times e^{-\text{spread}}$  où *spread* correspond au *spread* implicite constant de l'obligation présenté ci-dessus.

Les obligations génèrent chaque année des produits financiers : les coupons. La valeur d'un coupon est calculée à partir du nominal et du taux de coupon de l'obligation :

$$\text{Coupon}_t = \text{Taux}_{\text{coupon}} \times \text{Nominal} \quad (4.11)$$

Afin d'obtenir les produits financiers du portefeuille obligataire, les coupons des différentes obligations composant le portefeuille sont sommés.

De plus, les valeurs des obligations arrivées à maturité sont encaissées.

#### Portefeuille obligataire des fonds UC et eurocroissance

Le portefeuille obligataire des fonds UC et eurocroissance est modélisé par un OPCVM, défini par sa maturité résiduelle moyenne et considéré sans risque. La performance annuelle de ce placement est déterminée par :

$$\text{Performance}_t = \frac{e^{-(M-1) \times r(t, t+M-1)}}{e^{-M \times r(t-1, t-1+M)}} - 1 \quad (4.12)$$

où :

- $M$  est la maturité résiduelle de l'OPCVM.
- $r(t, t + M - 1)$  est le taux zéro-coupon de maturité  $M - 1$  en année  $t$ .
- $r(t - 1, t - 1 + M)$  est le taux zéro-coupon de maturité  $M$  en année  $t - 1$ .

Ainsi, la valeur de marché de ce placement est revalorisée comme suit :

$$\text{VM}_t = \text{VM}_{t-1} \times (1 + \text{Performance}_t) \quad (4.13)$$

Après avoir revalorisé les actifs et perçu les produits financiers, les frais financiers sont versés. Les frais financiers, exprimés en %, contiennent des frais sur produits financiers et des frais de garde sur les valeurs de marché des actifs pour les actions, les obligations et l'immobilier. Ces taux de frais sont définis par l'utilisateur dans les hypothèses, comme vu dans la partie 4.2.1.

De plus, l'assureur prélève un pourcentage de la performance de l'actif eurocroissance, qui ne doit pas dépasser 10%. Ce prélèvement a lieu uniquement si la performance de l'actif, définie par les produits nets de placements et la différence des valeurs de marché, est positive.

#### **Revalorisation des contrats UC et eurocroissance**

La revalorisation des contrats en unités de comptes est réalisée à l'aide de l'ajustement ACAV (Assurance à Capital Variable), qui correspond à la différence entre la valeur de marché des actifs à l'ouverture et après vieillissement. Ainsi, la nouvelle provision mathématique est la suivante :

$$\text{PM UC}_t = \text{PM UC}_{t-1} + \text{Ajustement ACAV}_t \quad (4.14)$$

La revalorisation des contrats eurocroissance est plus délicate.

A chaque pas de temps, un taux de revalorisation minimal est calculé afin que la valeur liquidative de la part ne soit jamais inférieure à la valeur minimale fixée dans les hypothèses. Le calcul est le suivant :

$$\text{Revalorisation minimale} = \frac{\text{Valeur minimale de la part de PD}}{\text{Valeur liquidative de la part de PD}} - 1 \quad (4.15)$$

Puis, un taux cible intermédiaire de revalorisation des contrats eurocroissance est déterminé. Il est le même pour tous les contrats et correspond à la somme du taux cible moyen des contrats euros et d'un spread fixé dans les hypothèses, rémunérant le risque de perte de garantie à tout instant pour l'assuré.

Enfin, le taux cible de revalorisation correspond à la valeur la plus élevée entre la revalorisation minimale et le taux cible intermédiaire calculés précédemment.

Pour distribuer le taux de revalorisation de la part de PD, la PCDD 15 ans, due aux assurés, est tout d'abord utilisée. Puis, la performance nette de l'actif (qui a été diminuée du prélèvement de l'assureur) vient augmenter ou diminuer ce taux de revalorisation. Par la suite, si le taux cible n'est pas atteint, la PCDD est reprise. Dans le cas contraire, l'excédent de revalorisation est dotée à cette provision. Enfin, si toutes ces étapes ne permettent pas d'atteindre la revalorisation minimale, l'assureur pioche dans ses fonds propres afin d'atteindre ce taux minimal.

Le lecteur est invité à lire le détail des étapes de revalorisation, disponible dans [Saade, 2024].

## **Paiement des prestations**

Dans cette étape, les prestations liées aux contrats d'épargne ainsi que les frais sont versés, les chargements sont encaissés. Les prestations prises en compte correspondent aux prestations de décès et de rachat (partiel ou total) du contrat d'épargne par l'assuré.

### Arbitrages

Les arbitrages entre les différents fonds (euro, UC et eurocroissance) ont lieu : les assurés transfèrent tout ou une partie de leurs épargnes vers d'autres fonds. Ces arbitrages sont dits structurels lorsqu'ils sont considérés indépendants de l'environnement économique. Les taux de transferts sont définis en *inputs* à dire d'experts et afin d'être proches de ce qui est constaté sur le marché.

Des frais, versés par l'assuré, et des commissions, supportées par l'assureur, sont modélisés pour les arbitrages. Ces frais et commissions sont définis par l'utilisateur dans les hypothèses.

### Calcul des prestations

En premier lieu, les tables réglementaires TH00-02 et TF00-02, pour les assurances en cas de décès, sont utilisées afin de modéliser les décès. Ces tables, établies à partir des données de l'INSEE issues d'observations réalisées entre 2000 et 2002 sur la population générale française, sont applicables aux contrats d'assurance-vie souscrits depuis le 1<sup>er</sup> juillet 1993.

Ainsi, les décès sont modélisés pour chaque *Model Point* de la manière suivante :

$$\begin{aligned} \text{Prestation décès euros}_t &= \text{PM euro}_t \times q_x \\ \text{Prestation décès UC}_t &= \text{PM UC}_t \times q_x \\ \text{Prestation décès eurocroissance}_t &= \text{PD}_t \times q_x \end{aligned} \quad (4.16)$$

où :

- $PM_i$  est la provision mathématique d'ouverture du fonds  $i$  sélectionné (euros ou UC).
- $PD_t$  est la provision de diversification d'ouverture du fonds eurocroissance.
- $q_x$  est le taux de mortalité instantané pour un assuré d'âge  $x$ , défini par les tables de mortalité TH00-02 et TF00-02.

Les rachats pour les contrats euro, partiels ou totaux, sont constitués des rachats structurels et conjoncturels.

Les rachats structurels des contrats euro sont modélisés à partir des données historiques de rachat. Deux tables de rachats structurels sont utilisées : une table pour les rachats totaux et une table pour les rachats partiels. Ces tables fixent un taux de rachat pour un âge et une ancienneté donnés. A l'instar des arbitrages, ces tables ont été construites à dire d'experts afin d'être proches de ce qui est constaté sur le marché.

Les rachats conjoncturels ou dynamiques dépendent de la situation économique et financière. Au sein du modèle, ces rachats pour les contrats euro suivent la loi de rachats proposée par l'ACPR<sup>2</sup>. La loi de rachats dépend de l'écart entre le taux servi et le taux concurrentiel :

$$\text{Taux de rachats conjoncturels}_t = \begin{cases} RC_{max} & \text{si } \Delta_{taux} \leq \alpha \\ RC_{max} \times \frac{\Delta_{taux} - \beta}{\alpha - \beta} & \text{si } \alpha < \Delta_{taux} \leq \beta \\ 0 & \text{si } \beta < \Delta_{taux} \leq \gamma \\ RC_{min} \times \frac{\Delta_{taux} - \gamma}{\delta - \gamma} & \text{si } \gamma < \Delta_{taux} \leq \delta \\ RC_{min} & \text{si } \delta < \Delta_{taux} \end{cases} \quad (4.17)$$

où :

- $RC_{min}$ ,  $RC_{max}$  sont des taux de rachats définis par l'utilisateur dans les hypothèses correspondant aux taux proposés par l'ACPR.
- $\Delta_{taux} = \text{Taux servi}_t - \text{Taux concurrentiel}_t$  est la différence entre le taux servi et le taux concurrentiel.
- $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  sont des seuils définis par l'utilisateur dans les hypothèses correspondant aux seuils proposés par l'ACPR.

Pour les contrats en UC, les rachats structurels sont les mêmes que pour les contrats euro. De même, les rachats conjoncturels sont identiques à ceux des contrats euro si la provision mathématique euro est non nulle. En revanche, si cette provision est nulle, les rachats conjoncturels sont nuls.

Pour les contrats eurocroissance et en présence d'euro, les rachats conjoncturels et structurels sont les mêmes que pour les engagements euro. En revanche, lorsqu'il n'y a pas de présence d'euro, les rachats structurels sont ceux des contrats euros après application d'un abattement constant, fixé dans les hypothèses. De la même manière, les rachats conjoncturels sont ceux des contrats euros après un abattement dynamique qui dépend de la différence entre le taux cible et le taux servi.

Le mémoire [Saade, 2024] explicite avec plus de détails les rachats modélisés pour les contrats eurocroissance.

---

2. La loi de rachats est proposée dans le document : Orientations Nationales Complémentaires aux Spécifications Techniques pour l'exercice 2013 de préparation à Solvabilité 2

Ainsi, les prestations liées aux rachats sont modélisées de la manière suivante :

$$\begin{aligned} \text{Prestations rachats euros}_t &= \text{PM euro}_t \times \max(0, \text{rachats}_{\text{structurels}, t}^{\text{euros}} + \text{rachats}_{\text{conjoncturels}, t}^{\text{euros}}) \\ \text{Prestations rachats UC}_t &= \text{PM UC}_t \times \max(0, \text{rachats}_{\text{structurels}, t}^{\text{UC}} + \text{rachats}_{\text{conjoncturels}, t}^{\text{UC}}) \quad (4.18) \\ \text{Prestations rachats eurocroissance}_t &= \text{PD}_t \times \max(0, \text{rachats}_{\text{structurels}, t}^{\text{eurocroissance}} + \text{rachats}_{\text{conjoncturels}, t}^{\text{eurocroissance}}) \end{aligned}$$

où :

- $\text{PM } i_t$  est la provision mathématique d'ouverture du fonds  $i$  sélectionné (euros ou UC).
- $\text{PD}_t$  est la provision de diversification d'ouverture du fonds eurocroissance.
- $\text{rachats}_{\text{structurels}, t}^i$  est le taux de rachats structurels calculé pour l'année  $t$  pour le fonds  $i$ .
- $\text{rachats}_{\text{conjoncturels}, t}^i$  est le taux de rachats conjoncturels calculé pour l'année  $t$  pour le fonds  $i$ .

Les prestations versées à l'assuré, pour les décès et pour les rachats, sont diminuées des chargements sur prestations.

Enfin, les primes versées dans l'année, diminuées des chargements d'acquisition, sont calculées pour être ajoutées aux provisions mathématiques existantes.

## Gestion des spécificités et des provisions liées aux contrats eurocroissance

### Gestion des spécificités liées aux contrats eurocroissance

À la suite du paiement des prestations, il est nécessaire de procéder à la gestion des spécificités des contrats eurocroissance. Tout d'abord, pour ce qui est des caractéristiques de l'assuré, un vieillissement de l'âge et de l'ancienneté de chaque *Model Point* est effectué, ainsi qu'un rajeunissement du terme du contrat.

La garantie à terme des contrats est recalculée à la suite des prestations suivantes : rachats, décès, arbitrages et primes versées. Lors de rachats totaux ou décès, la PD est liquidée et la garantie terme devient nulle. Lors de rachats partiels ou d'arbitrages sortants, la garantie à terme est réduite en fonction de la proportion de PD rachetée ou arbitrée. À l'inverse, les arbitrages entrants et les primes versées permettent d'augmenter la garantie à terme du contrat, selon le taux de garantie défini dans les hypothèses.

Après avoir recalculé les montants de garantie à terme du contrat, il est nécessaire d'effectuer la gestion des fins de contrats. En effet, lorsqu'un contrat eurocroissance arrive à son terme, l'assuré peut décider de ne pas renouveler son contrat et récupérer son épargne, proroger son contrat en réinvestissant une proportion de la valeur à terme ou arbitrer une proportion de la valeur à terme vers les supports euro et/ou UC.

Le lecteur est invité à consulter le mémoire [Saade, 2024] afin d'avoir le détail des calculs de cette étape.

### Gestion des provisions liées aux contrats eurocroissance

La PCDD permet de couvrir le besoin en capital calculé précédemment. Dans le cas où la valeur à terme du contrat est supérieure à la PD, la PCDD est reprise, dans la limite du montant disponible.

La PGT est ensuite utilisée en cas d'insuffisance de montant de PCDD pour couvrir le besoin en capital. Cette provision est aussi recalculée chaque année afin de prendre en compte le

vieillessement du passif avec la formule ci-dessous :

$$\text{PGT} = \text{PM théorique} - (\text{PD} + \text{PCDD}) \quad (4.19)$$

où PM théorique s'exprime en fonction de la garantie à terme du contrat, de la probabilité de survie du *Model Point* et du *TECn*, le taux de rendement actuariel d'une obligation assimilable au trésor fictive de maturité  $n$ .

Les détails de cette étape du modèle ALM sont explicités dans [Saade, 2024].

### Réallocation des actifs

L'actif doit être rebalancé selon une allocation cible définie par l'utilisateur dans les hypothèses. En effet, les projections du portefeuille d'actifs et du portefeuille de passif impactent le portefeuille d'actifs avec l'encaissement des produits financiers et le paiement des prestations.

Aux valeurs de marché de l'actif est ajouté un montant de richesse créée grâce aux étapes précédentes, puis un mécanisme d'achats / ventes est réalisé pour atteindre l'allocation cible.

#### Pour le fonds euro

Pour les actions et l'immobilier, les VNC et les VM sont mises à jour en augmentant (ou en diminuant) leurs valeurs au prorata des achats (ou des ventes).

Pour les obligations, s'il est nécessaire de vendre des titres, la VNC, la VM, la valeur d'achat et le nominal sont diminués de la proportion vendue de l'obligation. Toutes les obligations sont vendues dans la même proportion afin de conserver le profil de risque du portefeuille. S'il est nécessaire d'acheter des obligations, les obligations choisies doivent respecter la maturité du portefeuille obligataire cible.

#### Pour les fonds UC et eurocroissance

Les actifs de ces fonds sont comptabilisés en valeur de marché, la réallocation est directe et dépend de la politique choisie.

### Gestion des provisions liées aux contrats euro

Les différentes provisions en assurance-vie ont été explicitées dans la partie 3.1.1.

Dans le modèle SiALM, les provisions modélisées pour les contrats euro, autre que la provision mathématique et la provision pour participation aux excédents, sont la réserve de capitalisation et la provision pour risque d'exigibilité.

Les plus-values obligataires réalisées sont dotées à la réserve de capitalisation. Le cas échéant, les moins-values obligataires sont reprises de la réserve de capitalisation.

Si les portefeuilles d'actions et d'immobilier sont en moins-value latente nette globale, cette moins-value est dotée à la provision pour risque d'exigibilité.

### Revalorisation des contrats euro

Tout d'abord, les intérêts techniques (au titre des garanties et sur les prestations) ainsi que la participation aux bénéficiaires (PB) sur les prestations sont versés à partir de l'assiette disponible (montant disponible), il peut être nécessaire de réaliser des plus-values et, si elles ne sont pas

suffisantes, d'impacter le résultat de l'assureur. Les intérêts techniques à servir au titre des garanties sont calculés comme suit :

$$IT = \sum_{mp \in \text{Model points}} PM_{mp} \times TMG_{mp} \quad (4.20)$$

où  $TMG_{mp}$  est le taux minimum garanti pour le *Model Point*  $mp$ .

Puis, l'assureur prélève sa marge, qui doit être idéalement égale à la marge cible. La marge prélevée peut être inférieure à la marge cible si l'assiette restante et les plus-values réalisées ne sont pas suffisantes.

Ces deux premières étapes de l'algorithme de participation aux bénéfices sont synthétisées dans la figure 4.4 ci-dessous :

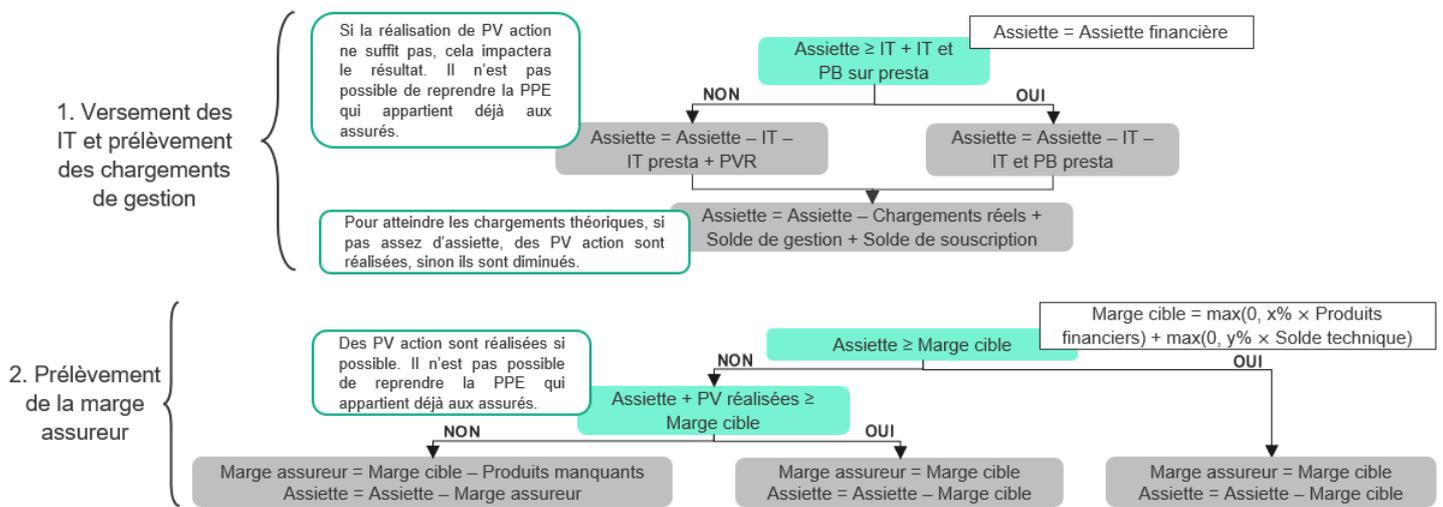


FIGURE 4.4 – Les deux premières étapes de l'algorithme de PB. Source : [Picard, 2022]

L'assureur verse ensuite la participation aux bénéfices cible à partir de l'assiette restante et de la provision pour participation aux bénéfices disponible. Si ce montant permet de distribuer la PB, la marge assureur est augmentée et la PB distribuée peut être supérieure à la PB cible. Si ce montant ne permet pas de distribuer la PB cible, la marge assureur est diminuée.

Enfin, il faut vérifier si la PB distribuée par l'assureur est supérieure à la PB minimum réglementaire. Les assureurs doivent distribuer aux assurés à minima 85% du résultat financier et 90% du résultat technique. Si ce n'est pas le cas, l'assureur dote à la PPE la différence.

La figure 4.5 de la page suivante résume ces deux dernières étapes.

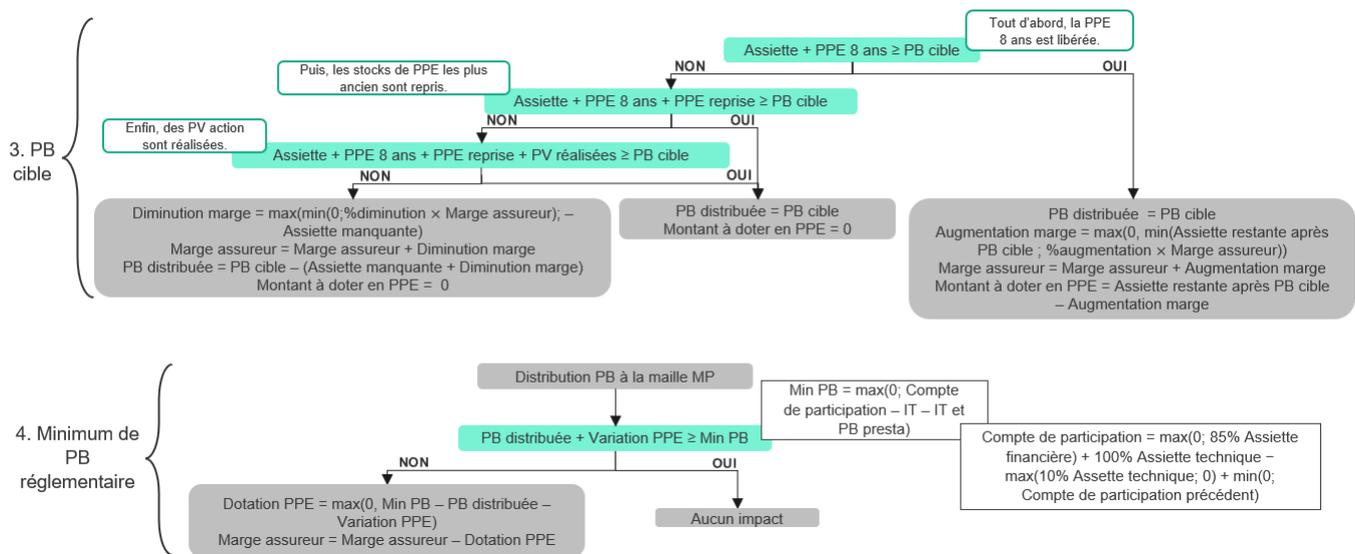


FIGURE 4.5 – Les deux dernières étapes de l'algorithme de PB. Source : [Picard, 2022]

Le mémoire [Picard, 2022] explique en détails le fonctionnement de l'algorithme de PB implémenté au sein du modèle SiALM.

### Fin de projection et répartition des richesses

En fin de projection, les portefeuilles sont liquidés et il est nécessaire de séparer les richesses entre les assurés et l'assureur. Au sein du modèle, la séparation se déroule comme suit :

- Pour les assurés : PM euro, PM UC, PD, PPE, PCDD.
- Pour l'assureur : FP, PGT.

Les plus ou moins-values réalisées sur les fonds euro, la réserve de capitalisation ainsi que la PRE sont distribuées à l'assureur et à l'assuré à partir de la proportion de résultat financier distribué définie dans les hypothèses et du ratio suivant :  $\min(1, \frac{PPE+PM\ euro}{FP+PPE+PM\ euro})$ .

### Évaluation de l'écart de convergence

L'écart de convergence est calculé afin de vérifier que le modèle n'ait pas de fuite. Il est défini par l'écart entre les richesses initiales (somme des valeurs de marché du portefeuille) et projetées :

$$\text{Écart de convergence} = 1 - \frac{\text{Richesse initiale}}{\text{Richesse projetée}} \quad (4.21)$$

Si cet écart est non nul, cela relève des limites du modèle de projection et des problèmes de convergence des scénarios économiques. Cet écart correspond à la part de richesse non distribuée. Dans le cadre de cette étude, l'écart de convergence est nul en équivalent certain et très faible (au point d'être non significatif) sur les scénarios stochastiques.

Ce chapitre a introduit le modèle SiALM et a expliqué son fonctionnement.

Les deux prochains chapitres seront consacrés à l'explication de la mise en place du cantonnement et de l'intégration de produits de retraite au sein du modèle, enrichissements significatifs développés pour les besoins de ce mémoire. Ces développements répondent à un besoin du cabinet afin de réaliser des études, tant en interne que pour des clients, sur des produits d'épargne retraite.

# Chapitre 5

## Cantonnement des actifs et des passifs

Ce chapitre est inspiré des sources suivantes : [Jonglez de Ligne, 2022].

Le cantonnement d'un actif permet de l'isoler financièrement et juridiquement. Par exemple, lorsqu'un fonds euro est cantonné, les actifs de ce contrat sont gérés distinctement des actifs des autres contrats et des fonds propres de la société d'assurance. Les cantons ne communiquent pas entre eux : la gestion financière de l'un n'impacte pas les autres. Le cantonnement des actifs permet aussi d'avoir différentes stratégies d'investissement et performances entre les cantons.

Cette partie est ainsi consacrée à l'explication de l'implémentation du cantonnement au sein du modèle SiALM ainsi qu'aux tests ayant permis sa validation.

### 5.1 Mise en place du cantonnement au sein du modèle

D'après l'article L142-4 du Code des assurances, les compagnies d'assurance doivent établir une comptabilité auxiliaire pour les plans d'épargne retraite depuis la loi PACTE. Le cantonnement permet de protéger les droits des assurés détenant un contrat d'épargne retraite ainsi que de distribuer équitablement les produits financiers, comme explicité dans la partie 1.2.4.

La figure ci-dessous synthétise les changements effectués au sein du modèle SiALM :

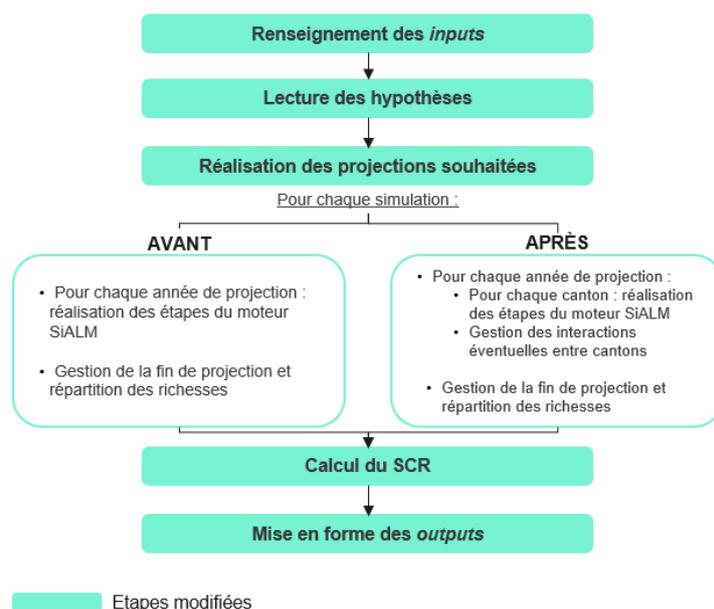


FIGURE 5.1 – Les étapes d'un *run* du modèle SiALM avant et après cantonnement

Comme indiqué sur la figure 5.1, les étapes colorées en vert ont été modifiées et témoignent d'impacts majeurs sur l'ensemble de l'outil. Le changement principal réside sur la manière d'effectuer la projection des flux pour chaque simulation. En effet, avant le cantonnement, les étapes du moteur SiALM, présentées dans la partie 4.2.3, se réalisaient de manière successive pour chaque année projetée.

Après le cantonnement, pour chaque année projetée, les étapes du moteur SiALM se réalisent consécutivement pour chaque canton. Ainsi, il est possible de modéliser des interactions entre les cantons à la fin de chaque année. Ces interactions permettent essentiellement de transférer le résultat du canton assureur, contenant l'actif en face des fonds propres, vers le ou les cantons assurés afin de respecter le mécanisme de participation aux bénéfices réglementaire.

Les modifications des étapes principales du modèle ALM, représentées en vert, sont explicitées dans les prochaines sections.

### 5.1.1 Modification des hypothèses du modèle

Au sein du modèle SiALM, un canton est défini dans le fichier d'*inputs* et correspond à un produit spécifique que l'assureur doit ou souhaite cantonner.

Le cantonnement modifie le paradigme de lecture et de sélection des hypothèses dans le code. Ainsi, l'utilisateur doit maintenant définir les cantons qu'il souhaite projeter dans un nouvel onglet, et les hypothèses associées : l'actif, le passif et les actions de gestion. L'utilisateur peut choisir de lancer autant de cantons qu'il souhaite sur un *run* pour plus de flexibilité. Pour le passif, l'utilisateur peut désormais isoler les fonds propres dans un canton, avec des hypothèses de gestion différentes d'un canton assuré. De la même manière, les actions de gestion sont maintenant définies à la maille canton afin d'offrir à l'utilisateur plus de flexibilité.

Avant le lancement des *runs*, les tests de validation des *inputs* sont désormais effectués à la maille des cantons. Ces tests comprennent la vérification de l'équilibre du bilan initial ou encore le contrôle de la somme des proportions de chaque actif pour la réallocation cible chaque année de projection (cette somme doit être égale à 100%). De plus, le bilan avant projection est calculé unitairement pour chaque canton puis collectivement pour l'ensemble des cantons du *run* à l'aide d'une macro VBA.

La lecture des hypothèses au sein du code a donc été modifiée afin de s'adapter au nouveau format d'hypothèses. Notamment, il a été nécessaire de lire au préalable les hypothèses de tous les cantons du *run*, faisant référence aux différentes hypothèses de projection pour chaque canton : portefeuille d'actifs, portefeuille d'assurés, provisions, hypothèses sur la participation aux bénéfices, hypothèses sur les rachats ou encore arbitrages.

### 5.1.2 Adaptation de la structure du modèle SiALM

En plus d'être une étape essentielle pour intégrer les produits de retraite au sein du modèle, qui doivent être cantonnés, le cantonnement offre la possibilité de définir un nouveau canton assureur.

Avant l'intégration du cantonnement, les fonds propres n'étaient pas cantonnées et intégraient donc le fonds général. Des ratios permettaient de ventiler le résultat financier et les frais financiers entre l'assureur et les assurés ainsi que de distribuer les richesses résiduelles aux assurés et à l'assureur en fin de projection. Avec le cantonnement, un canton est créé spécialement pour l'assureur afin de permettre une gestion propre des fonds propres.

Ainsi, avant le cantonnement, la projection se déroulait comme suit, sans distinction entre l'assureur et les assurés :

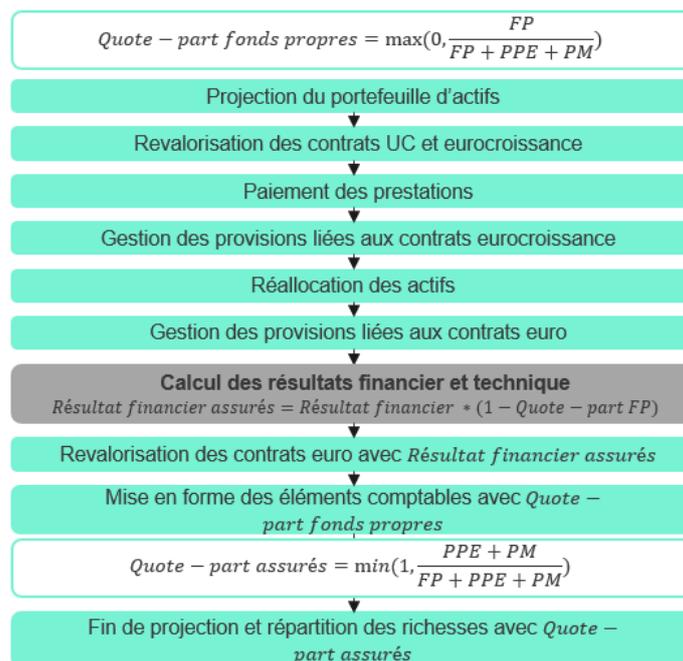


FIGURE 5.2 – Les étapes d'une année de projection du modèle SiALM avant le cantonnement

### Déroulement de la projection

Avec l'intégration du cantonnement, les ratios présentés précédemment sont supprimés et le déroulement de la projection est différent, même si les mêmes étapes sont effectuées.

Pour chaque année de projection, les étapes du moteur SiALM sont réalisées pour chaque canton de la manière suivante :

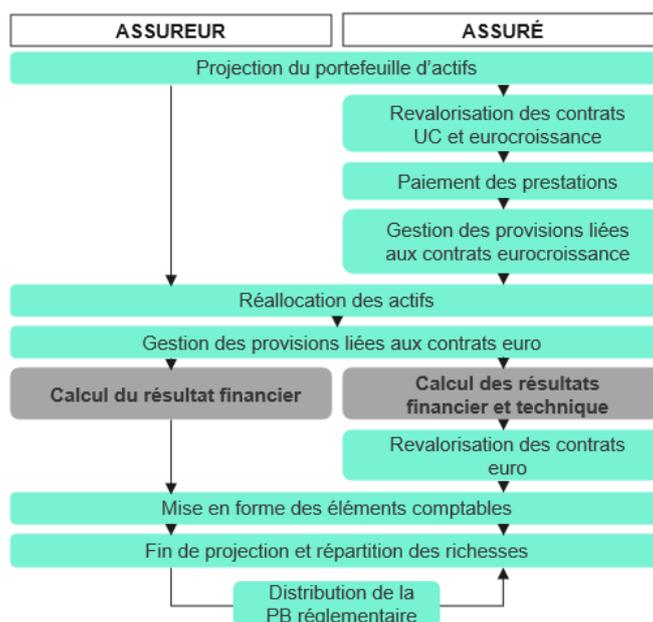


FIGURE 5.3 – Les étapes d'une année de projection du modèle SiALM après le cantonnement

De cette manière, la projection pour un canton de type assuré, défini avec un portefeuille d'assurés, suit la même hiérarchie des étapes que le modèle avant cantonnement. Un canton de type assureur, défini avec des fonds propres, suit uniquement les étapes présentées dans la figure 5.3 ci-dessus.

A la fin d'une année de projection, les interactions entre les cantons ont lieu : l'assureur distribue sa PB réglementaire (provenant des résultats sur fonds propres) aux cantons assurés au prorata des PM euro.

En fin de projection, d'après les recommandations de [Benabderrahman *et al.*, 2023], les richesses résiduelles du canton d'un assuré se partagent comme suit :

|                | Assureur   | Assuré  |
|----------------|--|---|
| Euro           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profit euro</li> <li>• <math>(1 - \text{Taux de PB}) \times \text{Réserve de capitalisation}</math></li> <li>• <math>(1 - \text{Taux de PB}) \times \text{PRE}</math></li> <li>• <math>(1 - \text{Taux de PB}) \times \text{Plus ou moins-values réalisées}</math></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PM euro</li> <li>• PPE</li> <li>• <math>\text{Taux de PB} \times \text{Réserve de capitalisation}</math></li> <li>• <math>\text{Taux de PB} \times \text{PRE}</math></li> <li>• <math>\text{Taux de PB} \times \text{Plus ou moins-values réalisées}</math></li> </ul> |
| UC             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profit UC</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PM UC</li> </ul>   |
| Eurocroissance | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profit eurocroissance</li> <li>• PGT</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PD</li> <li>• PCDD</li> </ul>  |

TABLE 5.1 – Partage des richesses résiduelles en fin de projection

Ce taux de PB correspond au taux de participation aux bénéfices financier défini dans les *inputs* pour le canton.

### Calcul du SCR

Le calcul du SCR est effectué selon la formule standard au sein du modèle SiALM dont le calcul est rappelé en annexe E.

D'après l'article 217 du [Journal officiel de l'Union européenne, 2014], pour calculer le SCR de la compagnie, il faut considérer qu'il n'existe pas de diversification des risques entre les fonds cantonnés. Ainsi, les SCR des différents cantons sont calculés (en agrégant les exigences de capital pour chaque sous-module et module de risque) puis sommés :

$$SCR_{\text{compagnie}} = \sum_{i \in \text{cantons}} SCR_i \quad (5.1)$$

Il est important de noter que lorsque l'exigence de capital d'un sous-module est calculée à partir de plusieurs scénarios (c'est le cas par exemple pour le SCR de taux), le scénario "ayant l'incidence la plus négative sur les fonds propres de base de l'entreprise" est retenu. Ce scénario retenu est celui dont la somme des SCR de tous les fonds cantonnés est la plus défavorable pour l'assureur, il est le même pour tous les cantons. Par exemple, pour effectuer le calcul du SCR de taux pour deux cantons (un canton d'épargne et un de retraite), la formule suivante est utilisée :

$$SCR_{\text{taux}} = \max(SCR_{\text{taux } up}^{\text{canton épargne}} + SCR_{\text{taux } up}^{\text{canton retraite}}, SCR_{\text{taux } down}^{\text{canton épargne}} + SCR_{\text{taux } down}^{\text{canton retraite}}) \quad (5.2)$$

Puis, le SCR de taux retenu sur le canton épargne dépend de la valeur du  $SCR_{\text{taux}}$  de la manière suivante :

$$SCR_{\text{taux}}^{\text{canton épargne}} = \begin{cases} \max(SCR_{\text{taux up}}^{\text{canton épargne}}, 0) & \text{si } SCR_{\text{taux}} = SCR_{\text{taux up}}^{\text{canton épargne}} + SCR_{\text{taux up}}^{\text{canton retraite}} \\ \max(SCR_{\text{taux down}}^{\text{canton épargne}}, 0) & \text{si } SCR_{\text{taux}} = SCR_{\text{taux down}}^{\text{canton épargne}} + SCR_{\text{taux down}}^{\text{canton retraite}} \end{cases} \quad (5.3)$$

Le calcul du SCR de taux retenu pour le canton retraite s'effectue de la même manière. Dans ce cas, il est clair que le même scénario est appliqué et retenu sur l'ensemble des cantons.

### 5.1.3 Ajustement de la sortie du modèle

Enfin, pour terminer la mise en place du cantonnement, il a été nécessaire d'adapter la sortie du modèle. Tout d'abord, des variables différentes sont récupérées dans le code en fonction du type de canton (assureur ou assuré). Pour un canton assuré, les primes, les arbitrages, les prestations liées aux rachats et aux décès ou encore les frais d'acquisition et de gestion doivent être extraits afin de construire le compte de résultat, ce qui n'est pas nécessaire pour un canton assureur. Ainsi, la partie du code permettant de faire le lien entre les résultats de la projection et les sorties générées de manière claire et organisée diffère selon le type de canton.

De plus, le *template* d'*output* a été ajusté afin de s'adapter au cantonnement. A présent, le modèle génère un *output* par canton et un *output* regroupant tous les résultats des cantons afin d'avoir les résultats à la maille entité.

## 5.2 Validation des développements

Cette partie s'intéresse à la validation de la mise en place du cantonnement et aux tests de recette effectués afin de s'assurer que le modèle fonctionne correctement. En effet, lors de toute modification de modèle, il est nécessaire de veiller au bon fonctionnement des développements réalisés.

Il convient de noter que toutes les projections associées aux tests effectués ont un écart de convergence nul en équivalent certain et très faible sur les scénarios stochastiques. Cela permet de s'assurer que ce développement n'a pas entraîné de fuite supplémentaire.

Tout d'abord, des tests sur le modèle cantonné ont été effectués indépendamment du modèle existant. Les tests ont permis de vérifier les points suivants :

- Projection d'un canton assureur : aucune provision pour participation aux bénéfices ne doit se créer.
- Projection d'un canton 100% UC sans transfert : aucun résultat euro, aucune provision euro, aucun résultat eurocroissance et aucune provision eurocroissance ne doivent se créer au sein du canton de l'assuré.
- Projection d'un canton 100% eurocroissance sans transfert : aucun résultat euro, aucune provision euro, aucun résultat UC ne doivent se créer au sein du canton de l'assuré.

Une fois ces tests préliminaires effectués et validés, il est nécessaire de comparer le modèle avant et après cantonnement et vérifier que les résultats obtenus correspondent. Pour ce faire, les sorties de projection dites de référence ont été comparées afin de s'assurer de l'égalité des flux calculés. Les projections comparées sont :

- Projection avec un canton assuré avec un portefeuille d'assurés euro et UC et un canton assureur.

- Projection avec un canton assuré avec un portefeuille d'assurés euro et un canton assureur.
- Projection avec un canton assuré avec un portefeuille d'assurés UC et un canton assureur.
- Projection avec un canton assuré avec un portefeuille d'assurés eurocroissance et un canton assureur.

Pour la première projection, les résultats obtenus en fin de projection sont les suivants :

| en euros             | Modèle non cantonné | Modèle cantonné    |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| BEL                  | 1 315 933 458       | 1 315 933 456      |
| <i>dont euro</i>     | <i>852 235 100</i>  | <i>852 235 098</i> |
| <i>dont UC</i>       | <i>463 698 358</i>  | <i>463 698 358</i> |
| NAV                  | 45 492 596          | 45 492 595         |
| <i>dont euro</i>     | <i>13 266 224</i>   | <i>13 266 224</i>  |
| <i>dont UC</i>       | <i>32 226 372</i>   | <i>32 226 371</i>  |
| SCR                  | 94 115 777          | 94 115 783         |
| Écart de convergence | -0,44%              | -0,44%             |

TABLE 5.2 – Résultats obtenus en fin de projection pour la première projection

Ces résultats obtenus avant et après cantonnement pour une projection risque-neutre avec 1000 scénarios sur 50 années sont quasiment identiques. Les écarts proviennent du ratio assureur/assuré qui existait avant la mise en place de ce développement. Les résultats avant et après cantonnement pour les trois autres projections sont les suivants :

| en euros             | Modèle non cantonné | Modèle cantonné |
|----------------------|---------------------|-----------------|
| BEL euro             | 851 784 450         | 851 784 450     |
| NAV euro             | 12 678 199          | 12 678 199      |
| SCR                  | 78 455 310          | 78 455 310      |
| Écart de convergence | -0,33%              | -0,33%          |

TABLE 5.3 – Résultats obtenus en fin de projection pour la seconde projection

| en euros             | Modèle non cantonné | Modèle cantonné   |
|----------------------|---------------------|-------------------|
| BEL UC               | 454 271 387         | 454 271 387       |
| NAV                  | 41 322 016          | 41 322 016        |
| <i>dont euro</i>     | <i>1 295 266</i>    | <i>1 295 266</i>  |
| <i>dont UC</i>       | <i>40 026 750</i>   | <i>40 026 750</i> |
| SCR                  | 18 380 878          | 18 380 878        |
| Écart de convergence | -0,89%              | -0,89%            |

TABLE 5.4 – Résultats obtenus en fin de projection pour la troisième projection

Lors de la troisième projection, une NAV euro se crée et est liée aux résultats générés par le canton de l'assuré.

| en euros                   | Modèle non cantonné | Modèle cantonné   |
|----------------------------|---------------------|-------------------|
| BEL                        | 43 750 885          | 43 750 888        |
| <i>dont euro</i>           | <i>3 473 414</i>    | <i>3 473 417</i>  |
| <i>dont eurocroissance</i> | <i>40 277 471</i>   | <i>40 277 471</i> |
| NAV                        | 2 531 263           | 2 531 300         |
| <i>dont euro</i>           | <i>-62 487</i>      | <i>-62 450</i>    |
| <i>dont eurocroissance</i> | <i>2 593 750</i>    | <i>2 593 749</i>  |
| SCR                        | 3 152 189           | 3 152 181         |
| Écart de convergence       | -1,18%              | -1,18%            |

TABLE 5.5 – Résultats obtenus en fin de projection pour la quatrième projection

Pour cette quatrième et dernière projection, un BEL ainsi qu'une NAV euro se créent, liés aux arbitrages des contrats eurocroissance vers des contrats euro dont les modalités sont définies dans les hypothèses.

Pour trois dernières projections, d'après les tableaux 5.3, 5.4 et 5.5, les résultats étaient aussi quasiment les mêmes voire strictement identiques. Cela a permis de valider le changement de modèle et l'implémentation du cantonnement.

Ce chapitre a décrit l'implémentation du cantonnement au sein du modèle ainsi que les tests effectués pour garantir son bon fonctionnement.

Une fois le cantonnement mis en place, l'intégration de produits de retraite peut être réalisée. Le chapitre suivant permet d'expliquer les enrichissements apportés afin d'intégrer des produits de retraite au sein du modèle SiALM.

## Chapitre 6

# Intégration de produits de retraite au sein du modèle SiALM

Ce chapitre s’inspire des sources suivantes : [Tammar, 2014], [Octavia, 2021], [Bouheddou, 2021] et [Chaudhry, 2019].

Comme les produits d’épargne, les produits de retraite mettent en relation l’actif et le passif d’une compagnie d’assurance. C’est pourquoi il est nécessaire d’utiliser un modèle ALM pour étudier les produits de retraite, qui sont des engagements longs pour les assureurs.

Actuellement, au sein du modèle ALM, une phase de constitution est présente. Il est nécessaire de modifier cette phase de constitution (afin de prendre en compte les caractéristiques d’un produit d’épargne-retraite) puis d’intégrer les phases de liquidation et de restitution. Le portefeuille d’assurés spécifié en *inputs* intégrera les informations des assurés des deux phases confondues, c’est à dire l’information du type de contrat, de l’âge du terme ou du départ à la retraite, du montant de rentes ou encore du taux de sortie en capital si ces informations sont nécessaires.

### 6.1 Intégration du PER au sein du modèle SiALM

#### 6.1.1 Initialisation des hypothèses du modèle

L’ajout d’assurés pouvant bénéficier ou bénéficiant d’une rente ou d’une sortie en capital a pour conséquence l’introduction de nouvelles hypothèses, qui s’intègrent directement au portefeuille d’assurés déjà existant.

Ainsi, les données suivantes ont été ajoutées pour chaque assuré :

- Type de contrat : permet de spécifier le contrat de l’assuré (épargne ou PER).
- Terme du contrat : permet de spécifier la fin de contrat de l’assuré, si l’assuré a un contrat de type contrat à terme ou retraite.
- Âge et sexe du réversataire : permet de spécifier l’âge et le sexe de la personne qui bénéficiera de la rente de réversion, si cette dernière est prévue.
- Taux technique du contrat.
- Taux d’indexation du contrat : en plus du taux technique et de la participation aux bénéfices, l’assureur peut décider de garantir un taux dit d’indexation<sup>1</sup>. Au sein du modèle SiALM, la rente est indexée soit sur l’inflation (avec un plancher à 0) soit sur un taux fixe défini dans les hypothèses.

---

1. D’après l’article A132-8 du Code des assurances.

- Pourcentage de sortie en capital : permet de définir la part de PM liquidée qui sera destinée à la sortie en capital et donc d'en déduire la part destinée à la sortie en rentes.
- Taux de réversion.
- Montant annuel de rente pour les assurés en phase de restitution.
- Taux de frais et chargements spécifiques aux phases de liquidation et restitution.

De plus, un canton pour les assurés ayant un PER a été créé au sein du modèle SiALM.

#### Calcul des valeurs actuelles probables

Lors de l'initialisation des hypothèses du modèle, les valeurs actuelles probables des rentes viagères doivent être calculées pour chaque *Model Point* et dépendent de leurs caractéristiques.

La valeur actuelle probable d'une rente viagère à terme échu pour un assuré d'âge  $x$  se calcule de la manière suivante :

$$a_x = \sum_{k=1}^{w-x} v^k {}_k p_x \quad (6.1)$$

où :

- $w$  est l'âge maximal de la table de mortalité considérée.
- $v = \frac{1}{1+i}$  est le facteur d'escompte financier avec  $i$  le taux technique.
- ${}_k p_x = \frac{l_{x+k}}{l_x}$  est la probabilité qu'un individu d'âge  $x$  survive au delà de  $k$  années.

Il est aussi possible d'écrire cette valeur actuelle en fonction des nombres de commutations en considérant :

$$a_x = \sum_{k=1}^{w-x} v^k {}_k p_x = \sum_{k=1}^{w-x} {}_k E_x = \sum_{k=1}^{w-x} \frac{D_{x+k}}{D_x} = \frac{N_{x+1}}{D_x} \quad (6.2)$$

où :

- $D_x = l_x v^x$ .
- $N_x = \sum_{k=0}^{w-x} l_{x+k} v^{x+k} = \sum_{k=0}^{w-x} D_{x+k}$ .

Dans le cas d'un contrat avec réversion, la valeur actuelle probable d'une rente viagère à terme échu pour un couple d'assurés d'âges  $x$  et  $y$  se calcule de la manière suivante :

$$a_{x,y} = \sum_{k=1}^{\min(w-x, w-y)} v^k {}_k p_x \times {}_k p_y \quad (6.3)$$

#### Réajustement du montant de rentes ou de PM renseignés en hypothèses

Dans les hypothèses, pour les assurés en restitution avant le début de la projection, cohabitent un montant de rentes et une *PM euro* pour chaque *Model Point*, qui peuvent (ou non) être correctement ajustés avec la valeur actuelle probable d'une rente viagère associée aux caractéristiques du *Model Point*.

Dans ce cas, plusieurs possibilités s'offrent à l'utilisateur : ajuster le montant de la rente avec la *PM euro*, ajuster la *PM euro* avec le montant de la rente ou reconnaître le gain (ou la perte)

en résultat lors du recalcul de la  $PM$  euro en fin d'année de projection. Pour chaque *Model Point*, ce choix peut être paramétré dans les hypothèses.

Actuellement, au sein du modèle SiALM, l'ajustement de la rente a été choisi pour tous les *Model Points*. Cet ajustement est réalisé de la manière suivante (la deuxième formule correspond au cas d'une rente avec réversion) :

$$\begin{aligned} Rente_1 &= \frac{PM_{ouverture}}{a_x \times \text{Nombre de contrats}_0} \\ Rente_1 &= \frac{PM_{ouverture}}{(a_x + \beta \times (a_y - a_{x,y})) \times \text{Nombre de contrats}_0} \end{aligned} \quad (6.4)$$

où  $\beta$  est le taux de réversion.

Cet ajustement permet à l'assureur de ne pas reconnaître de perte ou de gain la première année de projection.

Après avoir initialisé les hypothèses, il est nécessaire d'adapter la phase de constitution et de mettre en place les phases de liquidation et restitution. Le graphique ci-dessous récapitule les différentes étapes du modèle SiALM après l'intégration d'un produit de retraite qui sont explicitées dans les parties suivantes :

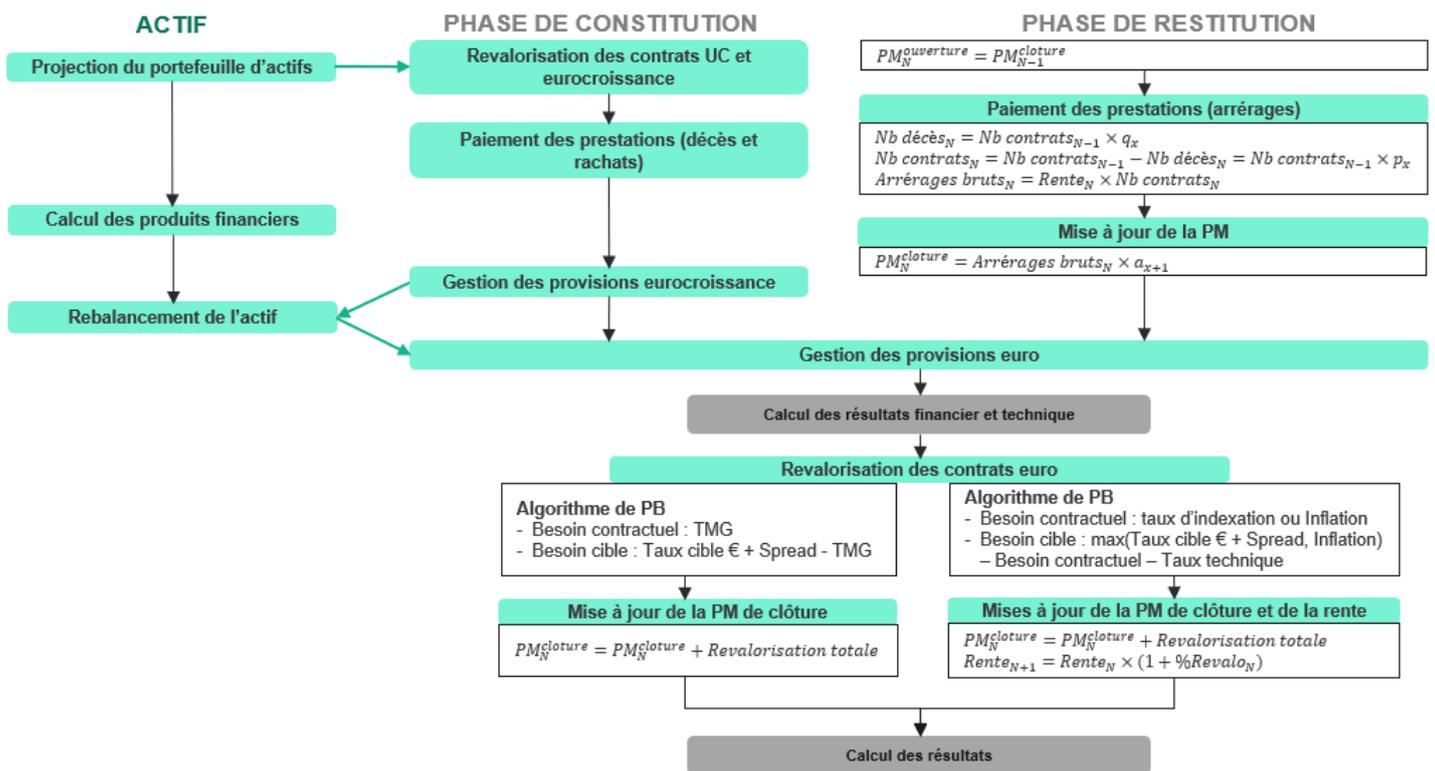


FIGURE 6.1 – Les phases de constitution et restitution au sein du modèle SiALM

### 6.1.2 Adaptation de la phase de constitution

La phase de constitution du PER s'aligne sur le produit d'épargne déjà implémenté en y apportant des ajustements nécessaires.

Tout d'abord, il convient de noter que la loi PACTE fixe un taux technique contractuel pour les tarifs des plans d'épargne retraite "donnant lieu à l'adhésion à un contrat d'assurance de

groupe" au plus égal à 0% pour les PER, d'après l'article A142-1 du Code des assurances. Ainsi, dans les *inputs* du modèle, le taux technique de tous les assurés est fixé à 0%. Le taux minimum garanti existe uniquement en phase de constitution, il peut être égal ou non au taux technique.

## Les prestations

En phase de constitution, les sorties possibles sont : les départs à la retraite, les rachats (conjoncturels et structurels) et les décès.

Les départs à la retraite ont lieu lorsque l'assuré atteint l'âge fixé dans les hypothèses en début de projection : c'est la phase de liquidation de son épargne. L'intégration de cette nouvelle sortie au modèle est présentée dans la partie 6.1.3.

Les rachats dits structurels correspondent aux rachats en cas de déblocage anticipés du PER, explicités dans la partie 1.2.4. S'ajoutent aussi à ces rachats les transferts qui sont facilités avec des frais limités à 1% des montants transférés puis supprimés à partir de cinq années d'ancienneté. Afin d'intégrer cette nouvelle dimension au modèle, une loi de rachats structurels, totaux et partiels, a été créée. Cette loi, décrivant des taux de rachats plus faibles que pour l'euro, est construite de la manière suivante : le taux de rachats est fixé à 1% les cinq premières années d'ancienneté, puis un pic de rachats est observé à cinq ans (et correspond aux frais qui sont supprimés à partir de cinq années d'ancienneté), enfin, le taux de rachats décroît progressivement pendant dix ans pour se stabiliser à 1%. Cette décroissance représente le fait que les rachats sont moins fréquents à l'approche de la retraite. Les graphiques 6.2 et 6.3 ci-dessous représentent les taux de rachats structurels partiels et totaux (pour trois âges différents dans ce dernier cas) en fonction de l'ancienneté du contrat :



FIGURE 6.2 – Taux de rachats structurels partiels en fonction de l'ancienneté du contrat

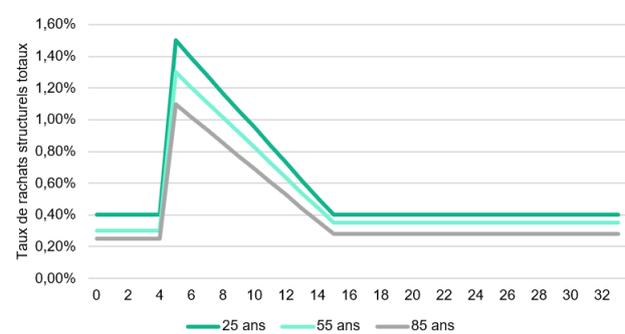


FIGURE 6.3 – Taux de rachats structurels totaux en fonction de l'ancienneté du contrat

Les rachats dynamiques sont représentés par les transferts volontaires des assurés lorsque ces derniers vont investir sur des supports plus rémunérateurs proposés par la concurrence. Pour rappel, ces transferts sont possibles uniquement entre compartiments de même nature. Pour refléter ce phénomène tout en simplifiant sa modélisation, les rachats dynamiques sont modélisés de la même manière que pour un produit d'épargne, à l'aide de la loi proposée par l'APCR et présentée dans la partie 4.2.3. Le taux de rachats dynamiques dépend du taux concurrentiel, calibré sur l'euro, auquel un *spread* est ajouté :

$$\begin{aligned} \text{Taux concurrentiel retraite}_t &= \text{Taux concurrentiel euro}_t \\ &+ \text{Spread déterministe retraite pour la constitution} \end{aligned} \quad (6.5)$$

Le *spread* peut être positif ou négatif selon ce que l'utilisateur souhaite définir. Ce taux de rachats conjoncturels dépend aussi du taux servi, qui correspond au taux de revalorisation du contrat de l'année passée.

Enfin, la dernière sortie possible pour un assuré est le décès, modélisé avec les tables réglementaires TH00-02 et TF00-02. L'article L224-4 du Code monétaire et financier affirme que le décès de l'assuré entraîne la fermeture du PER. Lors du décès de l'assuré, les sommes épargnées sont versées aux bénéficiaires mentionnés dans le contrat, selon des modalités qui varient en fonction de l'âge au décès. Cette sortie est modélisée de la même manière que pour le produit d'épargne.

### L'algorithme de participation aux bénéfices

Au sein de l'algorithme de PB, au delà du besoin contractuel, défini par les intérêts techniques, un besoin cible est calculé à partir d'un taux cible. Ce dernier dépend d'un taux concurrentiel et permet à l'assureur de contrôler les rachats conjoncturels (qui dépendent de l'écart entre le taux servi et le taux concurrentiel comme expliqué dans la partie 4.2.3).

Pour un PER, les rachats conjoncturels, assimilés aux transferts volontaires des assurés entre compartiments de même nature pour investir sur des supports plus rémunérateurs, sont moins importants qu'en épargne. Ainsi, comme présenté dans la partie 6.1.2, le taux concurrentiel de la retraite est dérivé du taux concurrentiel euro et diminué avec un *spread* déterministe (négatif). Le taux cible pour chaque *Model Point* en constitution est calculé de la même manière que pour l'euro, en utilisant ce taux concurrentiel diminué, de la manière suivante :

$$\text{Taux cible retraite}_t = \max(\max(\text{Taux lissage} \times PB_{t-1}, \text{Taux concurrentiel retraite}_{t-1} \times (1 + \text{Ajustement})) - TMG, 0) \quad (6.6)$$

Ce taux cible est le taux que l'assureur va chercher à distribuer au sein de l'algorithme de participation aux bénéfices.

### 6.1.3 Mise en place d'une phase de liquidation

Pour la liquidation, il est considéré que les assurés du portefeuille liquident leur PER à l'âge de départ à la retraite, défini dans les hypothèses pour chaque assuré. L'âge de liquidation est donc différent pour chaque *Model Point*. Il convient de noter que l'exercice des droits de l'assuré dans le cadre du PER peut débuter au plus tôt entre : la date de liquidation de sa pension liée à un régime obligatoire d'assurance vieillesse, 64 ans pour les assurés nés à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1968 (l'âge est fixé à 62 ans pour les assurés nés avant le 1<sup>er</sup> janvier 1961 et augmente de trois mois par génération pour atteindre les 64 ans pour la génération 1968)<sup>2</sup>.

De plus, plusieurs sorties sont possibles :

- Une sortie en capital.
- Une sortie en rentes.
- Une sortie mixte : en capital et en rentes.

En effet, la sortie est libre pour l'épargne des compartiments 1 et 2 tandis que l'épargne du compartiment 3 est liquidée uniquement en rentes viagères<sup>3</sup>. Pour rappel, le compartiment 1 correspond aux versements volontaires de l'assuré. Le compartiment 2 correspond à l'épargne salariale (intéressement, participation ou encore abondement). Enfin, le compartiment 3 correspond aux cotisations obligatoires (du salarié et de l'employeur).

2. D'après l'article L224-1 du Code monétaire et financier.

3. D'après l'article L224-5 du Code monétaire et financier.

Les modalités de liquidation de l'épargne de l'assuré sont fixées à la souscription du contrat. Au sein du modèle SiALM, aucune modification de ces modalités n'a lieu au cours de la projection.

Ainsi, lorsque l'assuré atteint l'âge de liquidation, la provision mathématique constituée est séparée en deux parties en fonction du taux de sortie en capital défini dans les hypothèses :

$$\begin{aligned} \text{Part } PM_{\text{capital}}^{\text{liquidée}} &= \text{Taux sortie en capital} \times PM^{\text{liquidée}} \\ \text{Part } PM_{\text{rentes}}^{\text{liquidée}} &= (1 - \text{Taux sortie en capital}) \times PM^{\text{liquidée}} = PM^{\text{liquidée}} - \text{Part } PM_{\text{capital}}^{\text{liquidée}} \end{aligned} \quad (6.7)$$

avec  $PM^{\text{liquidée}} = PM \text{ euro} + PM \text{ UC} + PD$ , définie comme la somme des provisions mathématiques euro, UC et de la provision de diversification accumulées par l'assuré tout au long de sa phase de constitution.

De cette manière, lors de la phase de liquidation, l'assuré perçoit alors une prestation suivant son choix de sortie : arrérage, capital ou les deux. Il convient de noter que lorsque le montant de la rente mensuelle est inférieur à 110 euros, le bénéficiaire peut décider de sortir en capital pour le compartiment 3. De plus, cette possibilité de rachats de rentes peut être exercée lorsque le bénéficiaire est en phase de restitution<sup>4</sup>.

### Cas de la sortie en capital

Le montant de capital en sortie est :  $\text{Capital} = \text{Part } PM_{\text{capital}}^{\text{liquidée}}$ . L'assuré perçoit alors le capital net de chargements, si l'assureur en prélève :

$$\text{Prestations capital} = \text{Capital} \times (1 - \text{Taux de chargements sur sortie en capital}) \quad (6.8)$$

Par hypothèse, le taux de chargements sur sortie en capital est le même quelque soit le support considéré (euro, UC et eurocroissance). L'assureur supporte également des frais de sortie en capital, identiques quel que soit le support et ajustés en fonction des hypothèses.

Les prestations de capital sont ajoutées aux prestations calculées pour chaque support.

### Cas de la sortie en rentes

Tout d'abord, il convient de noter que les rentes modélisées dans le cadre de ce mémoire sont viagères, annuelles et à terme échu.

Le graphique 6.4 ci-dessous présente les différentes étapes de liquidation d'un *Model Point* (sans option de réversion) dans le cas de la sortie en rentes qui seront détaillées par la suite.

4. D'après l'arrêté du 17 juillet 2023 portant soutien au pouvoir d'achat des épargnants bénéficiaires de rentes inférieures à un certain montant minimal.

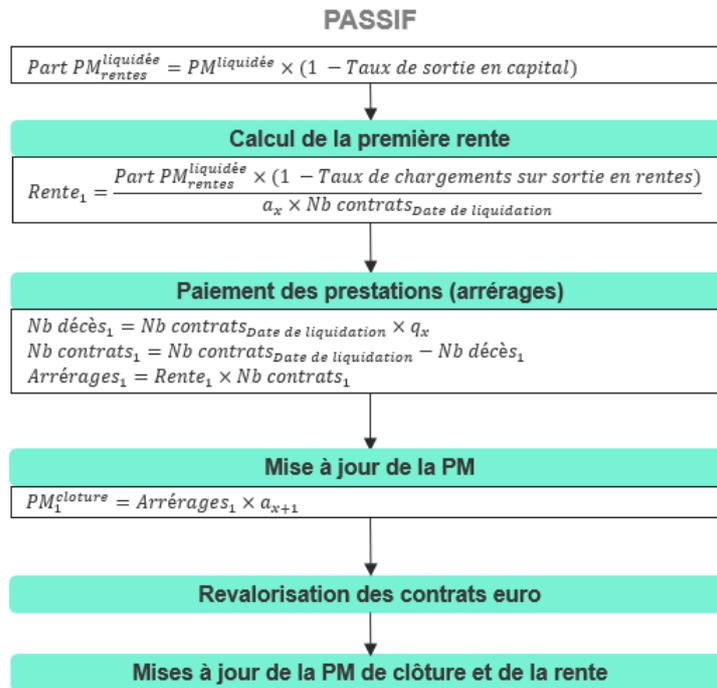


FIGURE 6.4 – Les étapes de liquidation au sein du modèle SiALM

Le montant de  $PM_{rentes}^{liquidée}$  pour chaque support est diminué des chargements :

$$PM_{rentes}^{liquidée} = \text{Part } PM_{rentes}^{liquidée} \times (1 - \text{Taux de chargements sur sortie en rentes}) \quad (6.9)$$

Le taux de chargements sur sortie en rentes est le même pour les différents supports considérés, à l'image du cas de la sortie en capital. Pareillement, l'assureur prend en charge les frais de conversion en rentes lorsqu'ils sont spécifiés, de manière identique quel que soit le support.

Ainsi, la  $PM_{rentes}$  utilisée pour calculer le montant de la première rente est calculée avec la formule suivante :

$$PM_{rentes} = PM_{rentes}^{euro\ liquidée} + PM_{rentes}^{UC\ liquidée} + PD_{rentes}^{liquidée} \quad (6.10)$$

Lors de la liquidation, l'ensemble de l'épargne est arbitrée vers le fonds en euros pour sécuriser la gestion des rentes viagères.

Le premier montant de rente d'un assuré appartenant à un *Model Point* peut ainsi être calculé avec la formule suivante :

$$Rente_1 = \frac{PM_{rentes}}{a_x \times \text{Nombre de contrats}_0} \quad (6.11)$$

où :

- $a_x = \sum_{k=1}^{w-x} v^k p_x$  est le coefficient de conversion en rente avec  $x$  l'âge de l'assuré et  $w$  l'âge maximal dans la table de mortalité.
- Nombre de contrats<sub>0</sub> est le nombre de contrats du *Model Point* considéré au début de la première année de restitution (lors de la liquidation).

Ainsi, pour un *Model Point*, le montant total de rentes est  $Rente_1 \times \text{Nombre de contrats}_0$ .

De plus, d'après l'article L224-1 du Code monétaire et financier, le PER prévoit une option de réversion au profit d'un bénéficiaire désigné en cas de décès de l'assuré. Si ce dernier a choisi l'option de réversion, le montant de rente d'un assuré appartenant à un *Model Point* est diminué et calculé ainsi :

$$\begin{aligned} \text{Rente}_1 &= \frac{PM_{\text{rentes}}}{(a_x + \beta(a_y - a_{x,y})) \times (\text{Nombre de contrats}_0 + \beta \times (\text{Nombre de contrats}_{y,0} - \text{Nombre de contrats}_{xy,0}))} \\ &= \frac{PM_{\text{rentes}}}{(a_x + \beta(a_y - a_{x,y})) \times \text{Nombre de contrats}_0} \end{aligned} \quad (6.12)$$

où :

- $a_x = \sum_{k=1}^{w-x} \nu^k {}_k p_x$  est le coefficient de conversion en rente avec  $x$  l'âge de l'assuré et  $w$  l'âge maximal dans la table de mortalité.
- $a_{x,y} = \sum_{k=1}^{\min(w-x, w-y)} \nu^k {}_k p_x \times {}_k p_y$  est le coefficient de conversion en rente avec  $x$  l'âge de l'assuré,  $y$  l'âge de son conjoint et  $w$  l'âge maximal dans la table de mortalité.
- $\beta$  est le taux de réversion.
- Nombre de contrats<sub>0</sub> correspond au nombre de contrats du *Model Point* considéré.
- Nombre de contrats<sub>y,0</sub> correspond au nombre de contrats évoluant chaque année de projection à l'aide des probabilités de survie d'un assuré d'âge  $y$  (âge du réversataire).
- Nombre de contrats<sub>xy,0</sub> correspond au nombre de contrats évoluant chaque année de projection à l'aide des probabilités de survie conjointes pour des assurés d'âges  $x$  (âge de l'assuré) et  $y$ .

De la même manière que dans le cas sans réversion, pour un contrat du *Model Point*, le montant total de rentes est  $\text{Rente}_1 \times \text{Nombre de contrats}_0$ . En effet, en phase de constitution, un seul nombre de contrats existe (et par conséquent les valeurs des trois nombres de contrat sont égales) :  $\text{Nombre de contrats}_t = \text{Nombre de contrats}_{y,t} = \text{Nombre de contrats}_{xy,t}$ .

A partir de la liquidation, l'évolution de ces trois nombres de contrats est la suivante :

$$\begin{aligned} \text{Nombre de contrats}_t &= \text{Nombre de contrats}_{t-1} \times p_x \\ \text{Nombre de contrats}_{y,t} &= \text{Nombre de contrats}_{y,t-1} \times p_y \\ \text{Nombre de contrats}_{xy,t} &= \text{Nombre de contrats}_{xy,t-1} \times p_x \times p_y \end{aligned} \quad (6.13)$$

où :

- $p_x$  est la probabilité de survie d'une personne d'âge  $x$  déterminée à partir de la table de mortalité générationnelle TGH 05 ou TGF 05 en fonction du sexe de l'assuré.
- $p_y$  est la probabilité de survie d'une personne d'âge  $y$  déterminée à partir de la table de mortalité générationnelle TGH 05 ou TGF 05 en fonction du sexe du réversataire.

Le *Model Point* perçoit l'année de sa liquidation son premier arrérage, net de chargements, déterminé par la formule suivante :

$$\text{Arrérage}_1 = \text{Rente}_1 \times (\text{Nombre de contrats}_1 + \beta \times (\text{Nombre de contrats}_{y,1} - \text{Nombre de contrats}_{xy,1})) \quad (6.14)$$

où  $\beta$  est le taux de réversion et les trois nombres de contrats ont évolué d'après les formules (6.13). La formule (6.14) convient aux assurés ayant souscrit à une option de réversion. Lorsque  $\beta = 0$ , pour les assurés n'ayant pas d'option de réversion, la formule (6.14) devient :

$$\text{Arrérage}_1 = \text{Rente}_1 \times \text{Nombre de contrats}_1 \quad (6.15)$$

Dans ce cas, les décès surviennent avant le versement des arrérages, lesquels sont donc à terme échu, comme mentionné précédemment.

Ces arrérages versés sont ajoutés aux prestations euro. Enfin, à la fin de l'année de projection, la provision mathématique de clôture, les résultats technique et financier ainsi que les frais sur arrérages sont calculés, de la même manière que pour la phase de restitution. De plus, la rente est revalorisée par la règle de participation aux bénéfices. Ces calculs, représentés par les trois dernières étapes de la figure 6.4, seront présentés par la suite dans la partie 6.1.4.

#### Cas où la rente est inférieure à 110 euros

Juste après la séparation de la provision mathématique constituée, notée  $PM^{\text{liquidée}}$  précédemment, le calcul de la rente mensuelle de chaque assuré du *Model Point* est effectué et comparé au montant de rente minimum souhaité par l'assuré (défini en *inputs*). En effet, d'après l'article A160-2 du Code des assurances, le bénéficiaire de la rente peut opter pour une sortie en capital si le montant de rente mensuelle est inférieur à 110 euros. Ainsi, ce montant minimum est défini dans les hypothèses et est compris entre 0 et 110 euros pour chaque *Model Point*.

Si la rente mensuelle est inférieure au montant de rente minimum défini dans les hypothèses, la sortie du *Model Point* est modifiée et devient une sortie 100% en capital. De plus, si lors de la projection la rente mensuelle du *Model Point* est inférieure à ce montant minimum, une sortie en capital de la provision mathématique résiduelle est effectuée.

#### **6.1.4 Mise en place d'une phase de restitution**

La phase de restitution concerne les assurés ayant choisi une sortie en rentes. En effet, si le choix de l'assuré s'est porté sur une sortie 100% en capital, ce dernier sort simplement du portefeuille lors de la liquidation.

#### **Les ajustements réalisés en première année de restitution**

Lors de la première année de restitution, un ajustement est effectué afin de garantir une cohérence des données. Il est considéré que les trois nombres de contrat présentés précédemment sont égaux en début de restitution. Ainsi, cela permet à l'assureur de renseigner un unique nombre de contrats en hypothèses. L'ajustement suivant est réalisé :

$$\text{Nombre de contrats}_{y,0} = \text{Nombre de contrats}_{xy,0} = \text{Nombre de contrats}_0 \quad (6.16)$$

#### **Les sorties possibles**

L'article L132-23 du Code des assurances précise que les rentes viagères en cours de service ne peuvent être soumises ni à des rachats ni à des réductions. C'est donc le cas pour les rentes versées dans le cadre du PER. De plus, l'article L224-4 du Code monétaire et financier explicite que les droits peuvent être rachetés ou liquidés avant la liquidation du contrat dans certains cas. Au sein du modèle SiALM, les transferts, qui dépendent des clauses du contrat, ne sont pas modélisés.

Lors du décès du titulaire, l'épargne résiduelle peut être reversée selon les modalités du contrat. Si aucune réversion n'est définie, alors le versement des rentes s'arrête et aucun autre paiement n'est réalisé. Les tables de mortalité générationnelles (ou tables prospectives) sont utilisées afin de modéliser la mortalité des assurés. Ces tables, établies à partir du niveau de mortalité de bénéficiaires de contrats de rentes observés entre 1993 et 2005 (et reprenant les tendances de la population générale de l'INSEE), sont applicables pour les produits d'assurance-vie viagers

depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007. Ces tables imposent également un tarif minimal<sup>5</sup>.

### Les étapes de la phase de restitution

Lors de la phase de restitution, les étapes sont les suivantes : versements des arrérages, calcul de la PM de clôture, calcul des résultats technique et financier, calcul de la participation aux bénéficiaires puis revalorisation des rentes (et de la PM associée).

#### Versements des arrérages

Il est important de rappeler que les rentes sont viagères, annuelles et à terme échu. Ainsi, le nombre de contrats, utilisé pour calculer le montant réel d'arrérages versé pour des assurés d'âge  $x$ , est diminué à l'aide de la formule suivante pour une rente sans réversion :

$$\begin{aligned} \text{Nombre de contrats}_t &= \text{Nombre de contrats}_{t-1} \times (1 - q_x) \\ &= \text{Nombre de contrats}_{t-1} \times p_x \end{aligned} \quad (6.17)$$

où  $p_x$  est la probabilité de survie d'un assuré d'âge  $x$ .

Dans le cas d'une rente avec réversion, les trois nombres de contrats sont diminués chaque année à l'aide des formules (6.13).

Après avoir déterminé ces nombres de contrats, le versement des prestations pour la phase de restitution, les arrérages, a lieu. Le montant d'arrérages bruts est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Arrérage}_t = \text{Rente}_t \times (\text{Nombre de contrats}_t + \beta \times (\text{Nombre de contrats}_{y,t} - \text{Nombre de contrats}_{xy,t})) \quad (6.18)$$

où  $\beta$  est le taux de réversion et les trois nombres de contrats ont évolué d'après les formules (6.13). Pour les assurés n'ayant pas d'option de réversion, lorsque  $\beta = 0$ , la formule (6.18) devient :

$$\text{Arrérage}_t = \text{Rente}_t \times \text{Nombre de contrats}_t \quad (6.19)$$

Les assurés reçoivent alors les arrérages bruts auxquels sont retranchés les chargements (si l'assureur décide d'en prélever), appelés arrérages nets.

#### Calcul de la PM de clôture

La provision mathématique est calculée à la fin de chaque année de projection après le paiement des arrérages à l'aide de la formule suivante :

$$\text{PM}_t = \text{Arrérage}_t \times a_{x+1} = \text{PM}_{x,t} \quad (6.20)$$

où :

- $\text{Arrérage}_t$  est l'arrérage payé l'année  $t$  à l'assuré.
- $a_x = \sum_{k=1}^{w-x} \nu^k {}_k p_x$  est la valeur actuelle probable de la rente avec  $\nu = \frac{1}{1+i}$  le facteur d'es-compte financier où  $i$  est le taux technique,  ${}_k p_x$  est la probabilité qu'un assuré d'âge  $x$  soit vivant jusqu'au paiement du prochain arrérage.

5. D'après l'article A132-18 du Code des assurances.

Pour une rente avec réversion, la provision mathématique est calculée selon la formule suivante :

$$\begin{aligned} \text{PM}_t^{\text{réversion}} &= \text{Rente}_t \times (a_{x+1} \times \text{Nombre de contrats}_t + \beta \times \\ &\quad (a_{y+1} \times \text{Nombre de contrats}_{y,t} - a_{x+1,y+1} \times \text{Nombre de contrats}_{xy,t})) \\ &= \text{PM}_t + \beta \times (\text{PM}_{y,t} - \text{PM}_{xy,t}) \end{aligned} \quad (6.21)$$

où :

- $a_{x,y} = \sum_{k=1}^{\min(w-x,w-y)} \nu^k {}_k p_{xy} = \sum_{k=1}^{\min(w-x,w-y)} \nu^k {}_k p_x \times {}_k p_y$  est la valeur actuelle probable de la rente basée sur un couple d'assurés d'âges  $x$  et  $y$ .  ${}_k p_{xy} = {}_k p_x \times {}_k p_y$  car les probabilités des deux évènements sont indépendantes.
- $\text{PM}_t$  et  $\text{PM}_{y,t}$  sont les provisions mathématiques calculées à la fin de l'année de projection pour des assurés d'âges  $x$  et  $y$  respectivement à l'aide de la formule (6.20).
- $\beta$  est le taux de réversion.
- $\text{PM}_{xy,t}$  est la provision mathématique calculée pour le couple d'assurés d'âges  $x$  et  $y$ .

#### Calcul des résultats technique et financier

Tout d'abord, afin de calculer ces résultats, il est nécessaire d'estimer les frais liés aux versements des arrérages, qui peuvent être de deux types : les frais unitaires sur arrérages, les frais de gestion des arrérages. Les formules utilisées sont les suivantes :

$$\text{Frais unitaires sur arrérages}_t = \delta \times \text{Nombre de contrats}_t \quad (6.22)$$

$$\begin{aligned} \text{Frais unitaires sur arrérages}_t &= \delta \times (\text{Nombre de contrats}_t + \beta \times \\ &\quad (\text{Nombre de contrats}_{y,t} - \text{Nombre de contrats}_{xy,t})) \end{aligned} \quad (6.23)$$

$$\text{Frais de gestion sur arrérages}_t = \alpha \times \text{Arrérage}_t \quad (6.24)$$

où :

- $\alpha$  est le taux de frais de gestion sur arrérages.
- $\delta$  est le montant de frais unitaires de gestion sur arrérages.

Les formules (6.22) et (6.23) sont respectivement pour les contrats sans et avec option de réversion. La formule adaptée doit être utilisée pour chaque *Model Point*.

Pour l'ensemble d'un portefeuille d'assurés retraite, le résultat technique est la somme du solde de souscription, de la marge sur arbitrages et du solde de gestion (ou résultat administratif) pour chaque support :

$$\text{Résultat technique} = \text{Solde de souscription} + \text{Marge sur arbitrages} + \text{Solde de gestion} \quad (6.25)$$

Le solde de souscription (ou résultat de mortalité) et le solde de gestion, calculés pour chaque support, contiennent respectivement les éléments des tableaux 6.1 et 6.2 suivants.

|                                       |
|---------------------------------------|
| + Variation de <i>PM</i> ou <i>PD</i> |
| - Chargements de gestion              |
| + Arbitrages entrants nets            |
| - Arbitrages sortants bruts           |
| - Prestations nettes                  |
| - Chargements sur prestations         |
| + Primes versées nettes               |
| <b>= Solde de souscription</b>        |

TABLE 6.1 – Les éléments du solde de souscription

|                               |
|-------------------------------|
| + Chargements d'acquisition   |
| + Chargements de gestion      |
| - Frais                       |
| + Chargements sur prestations |
| <b>= Solde de gestion</b>     |

TABLE 6.2 – Les éléments du solde de gestion

De plus, la marge sur arbitrages ainsi que le résultat financier euro dépendent des éléments suivants :

|                               |
|-------------------------------|
| - Commissions sur arbitrages  |
| + Frais sur arbitrages        |
| <b>= Marge sur arbitrages</b> |

TABLE 6.3 – Les éléments de la marge sur arbitrages

|                                  |
|----------------------------------|
| + Plus ou moins-values réalisées |
| + Produits financiers            |
| - Frais financiers               |
| + Variation VNC obligataire      |
| - Variation RC                   |
| - Variation PRE                  |
| <b>= Résultat financier</b>      |

TABLE 6.4 – Les éléments du résultat financier

A cette marge sur arbitrages euro sont ajoutés les chargements sur sortie en rentes UC et eurocroissance. En effet, lors de la liquidation, la PM UC et la PD eurocroissance sont transférées vers le fonds euro, à l'instar d'arbitrages. Les potentiels chargements prélevés sur ces transferts sont de ce fait considérés comme des chargements sur arbitrages et ajoutés à la marge sur arbitrages.

Le résultat financier euro est utilisé au sein de l'algorithme de participation aux bénéfices.

#### Calcul de la participation aux bénéfices

Le lecteur est invité à consulter le mémoire [Picard, 2022] afin d'avoir plus de détails sur l'algorithme de participation aux bénéfices du modèle SiALM.

Dans le cadre du modèle SiALM, la participation aux bénéfices est distribuée selon différentes strates : contractuelle (les intérêts techniques), réglementaire et discrétionnaire (à la convenance de l'assureur).

En début d'algorithme, deux besoins sont calculés :

- Un besoin contractuel au titre des garanties et des prestations (correspondant au TMG pour les contrats d'épargne) : il correspond au taux d'indexation pour les contrats en phase de restitution. Le besoin contractuel au titre des garanties est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Besoin contractuel}_t = \sum_{mp \in \text{Model points}} PM \text{ euro}_{mp,t} \times \text{Taux d'indexation}_{mp,t} \quad (6.26)$$

- Un besoin cible (correspondant au taux cible présenté dans la partie 6.1.2 multiplié par la *PM euro*) calculé avec la formule suivante :

$$\begin{aligned} \text{Besoin cible}_t = & \\ & \sum_{mp \in \text{Model points}} PM \text{ euro}_{mp,t} \times \max(\max(\text{Taux cible retraite restitution}_{mp,t}, \text{Inflation}_t) \\ & - \text{Taux d'indexation}_{mp,t} - \text{Taux technique}_{mp}, 0) \end{aligned} \quad (6.27)$$

où :

$$\begin{aligned} \text{Taux cible retraite restitution}_t = \max(\max(\text{Taux lissage} \times PB_{t-1}, \\ \text{Taux concurrentiel retraite restitution}_{t-1} \times (1 + \text{Ajustement})), 0) \end{aligned} \quad (6.28)$$

avec :

$$\begin{aligned} \text{Taux concurrentiel retraite restitution}_t = \text{Taux concurrentiel euro}_t \\ + \text{Spread déterministe retraite pour la restitution} \end{aligned} \quad (6.29)$$

Le *Spread* déterministe retraite pour la restitution est supérieur au *Spread* déterministe retraite pour la constitution présenté dans la partie 6.1.2, pour illustrer le fait que les retraités exigent un rendement inférieur à celui des personnes en activité, et qu'ils ont une possibilité réduite d'effectuer des rachats. Ces deux besoins sont calculés différemment pour les produits d'épargne. L'algorithme de PB se déroule ensuite de la même manière que décrite dans la partie 4.2.3.

Une autre modification a été effectuée au sein de l'algorithme : celle de la distribution de la PB au delà des intérêts techniques. Actuellement, deux cas sont possibles.

Si le montant cible de PB est atteint, tous les assurés sont satisfaits et pour chaque *Model Point* :

$$\text{Revalorisation cible}_t = \text{Besoin cible}_t \quad (6.30)$$

Si le montant cible de PB n'est pas atteint, la PB est répartie de manière à lisser le taux de revalorisation entre les assurés. Les *Model Points* avec les plus faibles taux techniques sont favorisés.

Dans ce deuxième cas, l'ajustement réalisé permet d'appliquer le même algorithme de répartition de la PB au TMG pour les contrats d'épargne et la phase de constitution des contrats de retraite et au taux technique pour la phase de restitution des contrats de retraite. Pour les contrats de retraite, l'assureur distribue la PB proportionnellement aux provisions mathématiques des assurés en phase de constitution et restitution. Ainsi, les montants suivants sont à distribuer en entrée de l'algorithme :

- Pour la phase de constitution :  $\text{Montant de PB} \times \frac{\text{PM constitution}}{\text{PM constitution} + \text{PM restitution}}$ .
- Pour la phase de restitution :  $\text{Montant de PB} \times \frac{\text{PM restitution}}{\text{PM constitution} + \text{PM restitution}}$ .

#### Revalorisation des PM et des rentes

Pour rappel, les rentes sont revalorisées chaque année à l'aide du taux d'indexation indépendamment du taux technique du contrat et de la participation aux bénéfices au delà du taux technique. De plus, une revalorisation additionnelle peut être ajoutée aux différents contrats indistinctement. Elle est effectuée au prorata de la PM.

Finalement, chaque *Model Point* acquiert une revalorisation totale définie par :

$$\begin{aligned} \text{Revalorisation totale}_t &= \text{Revalorisation contractuelle}_t + \text{Revalorisation cible}_t \\ &\quad + \text{Revalorisation additionnelle}_t \end{aligned} \quad (6.31)$$

Ainsi, la PM de chaque *Model Point* est majorée par sa revalorisation totale. De plus, pour les contrats de retraite en phase de restitution, la rente de chaque *Model Point* est augmentée avec un taux de revalorisation de la manière suivante :

$$\text{Rente}_{t+1} = \text{Rente}_t \times (1 + \text{Taux de revalorisation}_t) \quad (6.32)$$

où  $\text{Taux de revalorisation}_t = \frac{\text{Revalorisation totale}_t}{\text{PM euro}_t}$  est le taux de revalorisation associé au *Model Point*.

### 6.1.5 Changements additionnels

#### Ajout d'un sous-module de calcul du SCR

Le sous-module risque de révision, appartenant au module risque de souscription en vie, a été intégré au sein du modèle SiALM. Ainsi, d'après [Journal officiel de l'Union européenne, 2014] et pour calculer le SCR risque de révision, les montants des arrérages en cours de versement subissent une hausse soudaine permanente de 3%. L'assureur doit reconnaître la première année un résultat technique négatif, venant de la différence entre la PM d'ouverture et la PM de clôture recalculée avec le nouveau montant de rentes.

La hausse de l'engagement de 3% se répercute bien sur toutes les années même si l'assureur reconnaît un résultat technique négatif uniquement la première année. De cette manière, le montant de rentes pour chaque *Model Point* est recalculé la première année de projection pour les assurés en phase de restitution de la manière suivante :

$$\text{Rente}_1 = \text{Rente}_1 \times (1 + 3\%) \quad (6.33)$$

Le SCR lié au risque de révision se calcule alors à l'aide de la formule suivante :

$$\text{SCR}_{\text{révision}} = \max(\text{NAV}_{\text{central}} - \text{NAV}_{\text{choquée}}, 0) \quad (6.34)$$

De plus, la matrice de corrélations a été modifiée afin d'agréger ce sous-module au sein du module souscription vie et de garantir un calcul correct du SCR.

## 6.2 Validation de l'intégration de produits PER individuel

Tout d'abord, il convient de noter que les scénarios centraux de référence avec des contrats épargne uniquement (euro, UC, eurocroissance) produisent les mêmes résultats avant et après l'intégration des produits de retraite. En effet, les développements réalisés ne doivent pas entraîner une régression des résultats avec le portefeuille sans retraite.

Afin de mener à bien ces tests, un principe de *retro-engineering*, déjà mis en œuvre pour les tests de non régression sans retraite, a été mis en place en effectuant une analyse détaillée de l'architecture et des fonctionnalités des développements relatifs à l'intégration des produits de retraite. Ainsi, l'idée est de partir d'une situation initiale simple puis de complexifier au fur et à mesure des *runs* de tests les hypothèses et paramètres. Cette méthode est dénommée *testing* progressif.

### Les paramètres étudiés

Lors du lancement de chaque scénario, un certain nombre de KPI (*key performance indicator*), postes de *reporting* et résultats sont étudiés.

Tout d'abord, il est indispensable de vérifier la valeur de l'écart de convergence défini par l'écart entre la richesse initiale, la somme des valeurs de marché du portefeuille, et la richesse projetée. Cet écart doit être de 0% pour un *run* équivalent certain et quasiment nul pour un *run* stochastique risque-neutre. Puis, les indicateurs de projection sont étudiés pour chaque support : *Best Estimate*, NAV et SCR. Enfin, les flux projetés sont analysés afin de vérifier leurs cohérences. Il est essentiel de s'assurer que le bilan est équilibré chaque année de projection, que le résultat obtenu à partir des flux entrants et sortants correspond bien au montant inscrit au bilan et que les impacts sont cohérents avec ceux attendus.

Pour tous les scénarios lancés, le temps d'exécution du modèle est relevé. Ainsi, cela permet de s'assurer que l'intégration de la partie retraite au sein du modèle n'a pas entraîné une augmentation significative de ce temps. Il est en effet essentiel de conserver un temps d'exécution raisonnable pour pouvoir notamment mener les études de manière efficace.

### Les scénarios lancés

En s'inspirant de la méthode de *testing* progressif, le premier scénario lancé utilise une configuration simple puis les paramétrages sont complexifiés au fur et à mesure. Cette méthode permet notamment d'isoler les effets d'un paramétrage.

Les scénarios lancés sur un unique *Model Point* sont les suivants, chaque nouveau scénario reprend en général les hypothèses du scénario précédent :

- Sortie 100% en capital pour un assuré en phase de constitution avec les supports euro, UC et eurocroissance, les autres paramètres étant fixés à 0.
- Intégration de frais et chargements sur une sortie en capital.
- Sortie mixte en capital et rentes.
- Intégration de frais et chargements sur arrérages.
- Modification du taux technique et du taux d'indexation.
- Ajout d'un taux de réversion.
- Modification du montant de rente minimale mensuelle.
- Sortie 100% en rentes.
- Réalisation d'un choc de mortalité et d'un choc de longévité.
- Diminution puis augmentation de l'âge de l'assuré.
- Modification des supports pour la constitution.
- Modification du terme de l'eurocroissance pour s'assurer de la prise en compte de la garantie lors de la liquidation.
- Calcul du SCR (dont le SCR de révision).
- Intégration de primes et d'affaires nouvelles au sein du portefeuille.

Les mêmes scénarios sont effectués cette fois-ci pour un portefeuille de 20 *Model Points* ayant des âges et des modalités de sortie différents dont certains sont déjà en phase de restitution.

## Analyses d'une sélection de scénarios

### Choc de mortalité et longévité

Au sein du modèle SiALM, comme les mêmes tables de mortalité TGF ou TGH sont utilisées, la mortalité observée est exactement la mortalité prédite. En effet, les  $a_x$  sont calculés avec les tables de mortalité générationnelles, au même titre que les probabilités de survie  $p_x$  utilisées dans le calcul du nombre de contrats (6.13) pour déterminer par la suite le montant des arrérages versés. Dans le cas où une dérive de mortalité est observée, un résultat de mortalité doit apparaître. La réalisation du choc de longévité (ou mortalité), lors duquel les  $p_x$  utilisées pour mettre à jour les formules (6.13) sont choquées à la hausse (ou à la baisse), permet de faire apparaître cette dérive.

L'application d'un choc de longévité, représentant le cas où la mortalité des assurés est plus faible que prévue, est reflétée en diminuant la probabilité de décès des assurés (et réversataires) comme suit :

$$q_x^{\text{choqué}} = q_x \times (1 - \rho) \quad (6.35)$$

où  $\rho > 0$  est le coefficient impactant les probabilités de décès.

Pour ce scénario, le choix s'est porté sur  $\rho = 0,2$ . Dans ce cas, le BE augmente, la NAV diminue et un résultat technique négatif apparaît chaque année. Ces résultats sont cohérents et reflètent le fait que l'assureur n'a pas prévu cette plus faible mortalité dans son provisionnement.

### Activation de la garantie de l'eurocroissance lors de la liquidation

Afin de vérifier que, dans le cas où l'instant de liquidation coïncidait avec le terme de l'eurocroissance, la garantie eurocroissance s'activait bien lors de la liquidation, le terme de l'eurocroissance a été modifié. Ainsi, il a été confirmé que la garantie eurocroissance était respectée et qu'une prestation supplémentaire s'activait si la provision de diversification était inférieure à la garantie.

### Modification du taux technique

Enfin, le dernier scénario présenté dans ce mémoire a permis de s'assurer que, malgré un taux technique fixé à 0% pour le PER, le modèle fonctionne et retourne des résultats cohérents avec un taux technique strictement positif. Lorsque le taux technique est supérieur à 0, un résultat technique négatif apparaît chaque année de projection, et correspond à la revalorisation prévue de la rente au taux technique. Les performances du fond, anticipées par l'assureur avec un taux technique positif, doivent compenser ce résultat technique négatif.

Il convient de noter que tous les scénarios lancés ont un écart de convergence quasiment nul et que les résultats sont cohérents, ce qui a permis de valider le bon fonctionnement de ce produit PER individuel.

Ce chapitre, portant sur l'implémentation des produits de retraite au sein du modèle SiALM et les étapes de validation de son bon fonctionnement, clôture cette deuxième partie.

Ce modèle est essentiel pour la suite qui tend à trouver des pistes d'optimisation de la rentabilité du PER pour répondre à la problématique posée.

## Troisième partie

# Pistes d'optimisation de la rentabilité du PER, levier pour l'investissement durable

# Chapitre 7

## Mise en place de la situation initiale

### 7.1 Modélisation de l'actif durable

Afin d'étudier l'intérêt du PER pour l'investissement durable, un nouvel indice actions représentant un actif responsable est modélisé au sein du GSE de manière similaire aux indices actions et immobilier présentés dans la partie 4.1. Le modèle retenu est celui de Black and Scholes calibré sur l'indice FlexShares STOXX US ESG Select Index Fund ([Yahoo finance, 2024]).

Ce fonds indiciel permet de refléter la performance de sociétés obtenant, dans l'ensemble, de meilleurs résultats sur divers indicateurs clés de performance ESG par rapport aux entreprises américaines de l'indice STOXX Global 1800 (représentation des marchés mondiaux les plus développés). L'indice permet aux investisseurs d'encourager des entreprises engagées dans des pratiques ESG tout en recherchant des gains financiers. Ce fonds couvre les secteurs suivants :

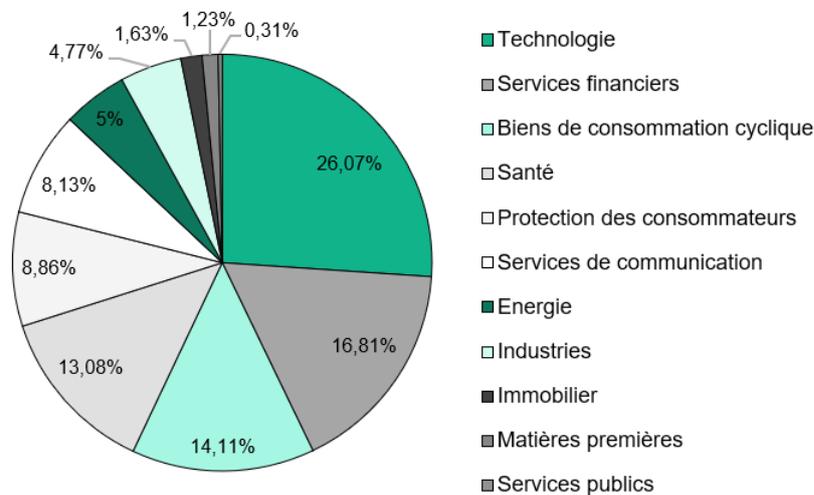


FIGURE 7.1 – Les secteurs composant l'indice responsable. Source : [Yahoo finance, 2024]

Bien que ce mémoire s'intéresse au marché français, le choix de cet indice américain se justifie par son historique plus profond que d'autres indices ESG, la plupart étant très récent et manquant de données.

La volatilité du modèle de Black and Scholes est calibrée à partir des données de 2015 à 2023 à l'aide de la méthode moyenne mobile pondérée exponentiellement ou *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) suivante :

1. Calcul de la série des log-rendements :  $\text{Log-rendement}_t = \mu_t = \ln\left(\frac{\text{indice}_t}{\text{indice}_{t-1}}\right)$ .

2. Estimation de la variance :

$$\text{Variance}_m = \sigma_m^2 = \sum_{i=1}^m (1-\lambda) \times \lambda^{m-i} \times \mu_i^2 = (1-\lambda) \sum_{i=1}^m \lambda^{m-i} \mu_i^2 \quad (7.1)$$

où  $m$  est la longueur de la série des log-rendements et  $(1-\lambda) \times \lambda^{m-i}$  les poids associés aux log-rendements.

Ainsi, pour chaque année,  $\sigma_{m+1}^2 = (1-\lambda) \sum_{i=1}^{m+1} \lambda^{m+1-i} \mu_i^2 = \lambda \sigma_m^2 + (1-\lambda) \mu_{m+1}^2$ .  $\lambda$  détermine alors le poids du log-rendement à l'instant  $m$  par rapport à celui de la tendance actuelle pour calculer la volatilité  $\sigma_m$ .

Au sein du modèle SiALM, pour satisfaire les critères de la loi Industrie verte, ce nouvel indice action est considéré comme un actif non coté durable. Par conséquent, ces actions sont des actions de type 2 pour le calcul du SCR et subissent un choc de 49% de leurs valeurs de marché.

## 7.2 Présentation de la situation initiale

Afin de répondre à la problématique, les études sont réalisées en date du 31 décembre 2023 à partir d'une société-type et d'une situation centrale dite initiale. Cette situation initiale est ensuite projetée sur cinquante années pour établir le bilan économique et calculer les indicateurs de la projection.

### 7.2.1 Composition de la société-type

La société-type étudiée est une société d'assurance-vie commercialisant un PER, représentative du marché français afin de garantir la robustesse des études et l'alignement avec un marché connu et déployé dans l'outil. Ainsi, le portefeuille est constitué de contrats de retraite avec des assurés actifs et retraités. Cette société est construite à l'aide de *benchmarks*, de données de France Assureurs, et de la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES) ainsi que d'avis d'experts.

Dans la situation initiale, l'assureur commercialise uniquement les fonds euro et UC.

### L'actif

#### Le portefeuille d'actifs

Le portefeuille d'actifs est construit à partir des données de France Assureurs ([France Assureurs, 2022]) et de la Banque de France. En 2022, les placements des assureurs sur les fonds euro se répartissaient de la façon suivante : 24% d'actions, 58% d'obligations (dont 25% souveraines et 33% d'entreprises), 10% d'immobiliers et prêts, 4% de trésorerie et 4% d'autres placements.

Ainsi et afin de refléter ces données, le portefeuille d'actifs du fonds euro a une valeur nette comptable de 181 204 217 euros. Les graphiques 7.2 et 7.3 illustrent la répartition des actifs en face des engagements en euro en valeur nette comptable et en UC (pour les assurés en phase de constitution uniquement) respectivement.

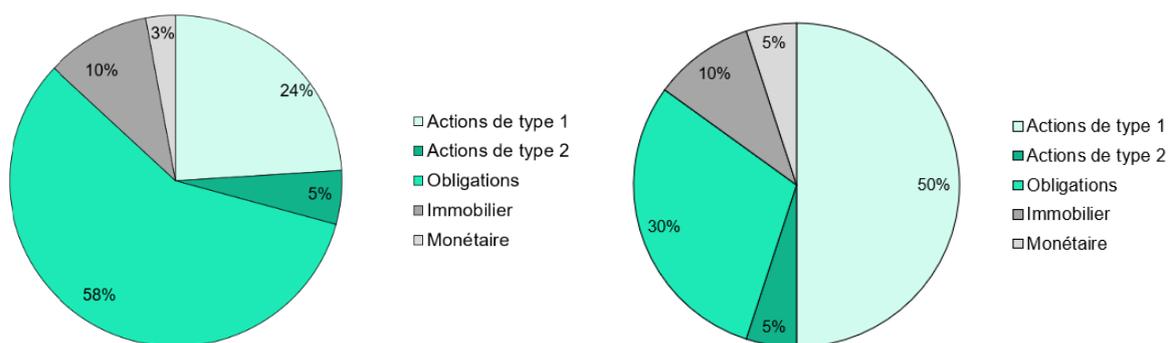


FIGURE 7.2 – Composition initiale de l'actif en face des engagements en euro

FIGURE 7.3 – Composition initiale de l'actif en face des engagements en UC

Les actions de type 2 représentent 5% des actifs en face des engagements en euro et en UC et permettent ainsi de s'approcher de la proportion minimale d'actifs non cotés pour le profil prudent. La cible d'actions de type 2 diminue au fil de la projection pour atteindre 3%, cible du profil équilibré jusqu'à 5 ans avant le départ à la retraite.

La valeur de marché du portefeuille d'actifs du fonds euro s'élève à 199 343 639 euros et est en plus-value latente globale de 10% environ. Les plus ou moins-values latentes en fonction du type d'actifs sont les suivantes :

| Actions | Obligations | Immobilier | Monétaire |
|---------|-------------|------------|-----------|
| +32%    | -3,3%       | +25%       | 0%        |

TABLE 7.1 – Plus ou moins-values latentes en fonction du type d'actifs au sein du modèle SiALM. Source : [ACPR, 2024].

L'actif en face des engagements en UC, promettant une espérance de rendement plus élevée, est composé davantage d'actions que pour les contrats euro. Le portefeuille d'obligations occupe une place moins importante que pour les contrats euro, 30% pour l'UC contre 58% pour l'euro.

Il convient de noter que, pour les actifs du fonds euro ou des UC, les actions sont séparées entre les actions de type 1 et de type 2. Dans ce mémoire, ces dernières sont considérées comme des investissements durables, il s'agit de produits "Article 8" au sens du SFDR (règlement européen présenté dans la partie 2.2).

### Les frais financiers

Au sein du modèle, comme expliqué dans la partie 4.2, les frais financiers contiennent des frais sur produits financiers et des frais de garde sur les valeurs de marché, en fonction du type d'actifs.

Les frais financiers sur ce canton de retraite sont les mêmes que pour le canton d'épargne de référence du modèle.

## **Le passif**

### Le portefeuille d'assurés

Le portefeuille d'assurés de la société-type est composé de 62 *Model Points* dont 32 en constitution et 30 en restitution. Les provisions mathématiques des fonds euro et UC de la phase de constitution s'élèvent à 310 000 000 euros contre une PM euro qui s'élève 66 670 717 euros pour

la restitution représentant ainsi environ 18% des provisions comme mentionné dans [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b].

L'âge des différents *Model Points* en phase de constitution varie de 20 à 68 ans, avec une moyenne pondérée calculée sur la base des encours des contrats s'élevant à 47,5 ans. Les taux minimum garantis sont fixés à 0% pour tous les assurés. Les graphiques suivants permettent d'illustrer la répartition des provisions mathématiques en fonction de l'âge de l'assuré et celle du nombre de contrats en fonction de l'âge de l'assuré, tout en distinguant le sexe de ce dernier :

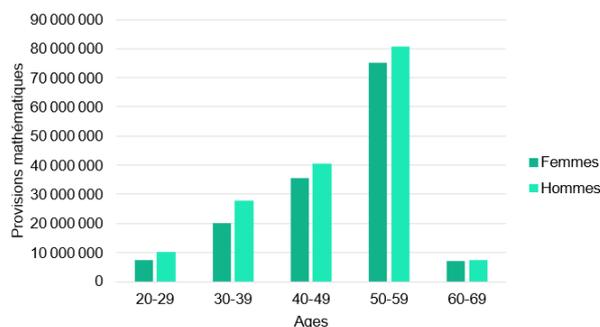


FIGURE 7.4 – Provisions mathématiques en fonction de l'âge et du sexe de l'assuré

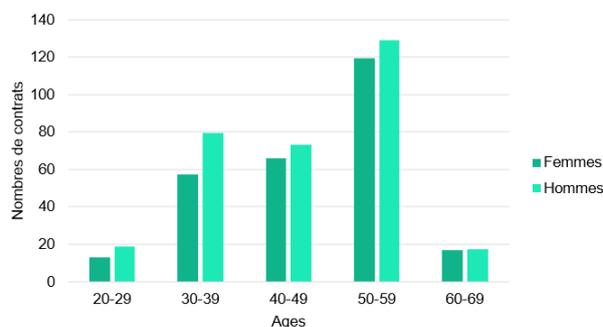


FIGURE 7.5 – Nombres de contrats en fonction de l'âge et du sexe de l'assuré

L'âge de liquidation du PER est fixé entre 64 et 70 ans, et la moyenne pondérée de l'âge de liquidation par les provisions mathématiques est de 65,4 ans.

Le taux de sortie en capital est compris entre 0% (sortie en rentes viagères uniquement) et 100%. La proportion moyenne de sortie en capital pondérée par rapport aux nombres de contrats est de 7,8%, afin de s'approcher des chiffres fournis par [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b], où le taux de sortie en capital indiqué est de 5%.

Les taux d'indexation des rentes sont fixés entre 0% et 3%.

Les retraités, assurés en phase de restitution, sont âgés de 64 à 100 ans et la moyenne pondérée par les encours des contrats est de 71,8 ans. Les retraités représentent 26% du nombre de contrats sur le portefeuille d'assurés (phases de constitution et restitution confondues). Les données de [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b] sont utilisées afin de déterminer le poids des différents âges et la proportion hommes / femmes au sein de la population de retraités :

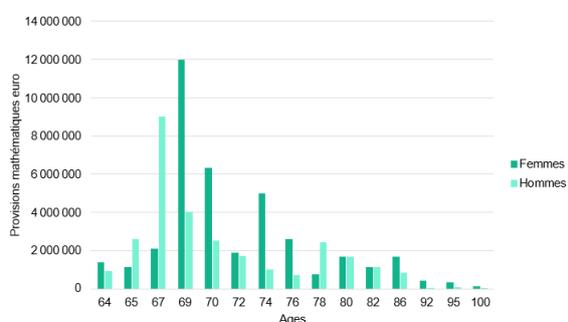


FIGURE 7.6 – Provisions mathématiques euro en fonction de l'âge et du sexe de l'assuré



FIGURE 7.7 – Nombres de contrats en fonction de l'âge et du sexe de l'assuré

La figure 7.7 met en évidence un nombre de contrats qui augmente avec l'âge des assurés

jusqu'à 70 ans puis qui diminue lentement jusqu'à l'âge maximal du portefeuille. Les femmes apparaissent plus présentes au sein du portefeuille que les hommes en phase de restitution. De plus, les provisions mathématiques des retraités progressent avec l'âge jusqu'à 69 ans puis diminuent progressivement d'après la figure 7.6.

Les montants de rentes et provisions mathématiques pour les assurés en phase de restitution sont déterminés en restant fidèle à l'utilisation de *benchmarks* et des données [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b]. Au sein du modèle et avec les hypothèses utilisées, il convient de noter que les montants de rente sont recalculés à partir des provisions mathématiques lors de la première année de projection afin de faire correspondre les deux montants. Les montants de rente sont définis de façon à répliquer au mieux les données [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b] et notamment la répartition des montants mensuels d'une rente viagère pour un PER individuel. A partir de ces montants et à l'aide de l'outil valeur cible d'Excel, les provisions mathématiques et les nombres de contrats sont calculés pour chaque *Model Point* afin de respecter la proportion de provisions mathématiques de restitution par rapport à celles de constitution.

Le montant de rente moyen au sein de la population des retraités est ainsi de 1 387 euros. Les montants de rente sont répartis de la manière suivante :

| Moins de 500 euros | De 500 à 999 euros | De 1 000 à 1 999 euros | De 2 000 à 4 999 euros | Plus de 5 000 euros |
|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| 20,8%              | 25%                | 31,7%                  | 18,5%                  | 3,9%                |

TABLE 7.2 – Répartition des montants de rentes au sein du portefeuille. Source : [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b].

Les retraités ont tous un taux technique fixé à 0% et des taux d'indexation compris entre 0% et 3% comme pour la phase de constitution. Il convient de noter que ce taux d'indexation est déterminé au début du contrat et est ainsi renseigné pour les assurés en phase de constitution même s'il ne s'applique qu'à la phase de restitution.

A l'instar de la construction des hypothèses précédentes, 80% des rentes sont sans réversion. Les rentes avec réversion ont des taux de réversion compris entre 20% et 100% afin de s'approcher des données fournies par [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b].

#### Les frais et chargements

Pour la phase de constitution, les chargements et frais de gestion sont plus faibles que pour le canton d'épargne. Cela s'explique par le fait que sur les contrats de retraite les assurés ont tendance à moins racheter leurs contrats, ce qui engendre moins de frais de gestion pour l'assureur.

A l'image du canton d'épargne, les frais et chargements de conversion sont nuls. Les taux de frais et chargements sur arrérages sont plus faibles que ceux de frais et de chargements de gestion sur la partie constitution.

#### Les hypothèses propres au canton de retraite

De plus, afin de refléter le fait que les rachats en retraite sont encadrés (possibles dans les cas présentés dans la partie 1.2.4) et moins fréquents que les rachats en épargne, un *spread* est ajouté au taux concurrentiel lors du calcul des rachats dynamiques et lors de la distribution de la participation aux bénéfices. En effet, les assurés détenant un contrat de retraite s'attendent à

une plus faible revalorisation de leur contrat en constitution et en restitution, les *spreads* associés sont :

| <i>Spread en constitution</i> | <i>Spread en restitution</i> |
|-------------------------------|------------------------------|
| -1%                           | -2%                          |

TABLE 7.3 – *Spreads* diminuant le taux concurrentiel épargne pour déterminer le taux de rachats dynamiques (en phase de constitution) et le taux cible de revalorisation des contrats de retraite

Il convient de noter que le *spread* en restitution est plus élevé, représentant le fait que l'assureur applique un taux cible plus faible pour les retraités, qui peuvent difficilement racheter leurs contrats de retraite.

#### Les autres provisions

La PPE en début de projection équivaut à 2% des provisions mathématiques euro et suit la même ventilation sur huit ans que pour le canton d'épargne, définie à l'aide de *benchmarks* ainsi que d'avis d'experts.

#### **Le bilan initial**

Avec ces hypothèses, le bilan comptable initial sur le canton de retraite est le suivant :

| Actif                |               | Passif                    |               |
|----------------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Actions              | 53 000 000 €  | Réserve de capitalisation | 1 000 000 €   |
| Obligations          | 104 489 622 € | PRE                       | 0 €           |
| Immobilier           | 18 500 000 €  | PPE                       | 3 533 410 €   |
| Monétaire            | 5 214 505 €   | PM euro                   | 176 670 717 € |
| Investissements UC   | 200 000 000 € | PM UC                     | 200 000 000 € |
| <b>381 204 127 €</b> |               | <b>381 204 127 €</b>      |               |

TABLE 7.4 – Bilan comptable initial du canton de retraite du scénario central

Les fonds propres de l'assureur sont cantonnés et représentés par le canton regroupant l'actif général. Le bilan comptable pour ce canton est le suivant :

| Actif               |              | Passif              |              |
|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| Actions             | 23 300 000 € | Fonds propres       | 62 500 000 € |
| Immobilier          | 38 200 000 € |                     |              |
| Monétaire           | 1 000 000 €  |                     |              |
| <b>62 500 000 €</b> |              | <b>62 500 000 €</b> |              |

TABLE 7.5 – Bilan comptable initial du canton de fonds propres du scénario central

Chaque année, l'assureur doit distribuer la participation aux bénéfices générée par le canton de fonds propres aux autres cantons. Ainsi, le canton de retraite reçoit chaque année un montant supplémentaire de participation aux bénéfices provenant des fonds propres de l'assureur.

### 7.2.2 Résultats de la projection et indicateurs de performance

La suite des études est consacrée à la recherche de leviers de rentabilité afin de répondre à la problématique à partir de différents scénarios économiques :

- Scénarios économiques risque-neutre (1 000 scénarios sur cinquante ans) qui permettent d'étudier la rentabilité ainsi que la solvabilité de l'assureur via la NAV, le SCR et le ratio de solvabilité.
- Scénario économique monde réel (1 scénario sur cinquante ans), présenté dans l'annexe F, qui permet d'étudier la rentabilité de l'assureur via la PVFP à chaque pas de temps.

Ces indicateurs sont étudiés tout d'abord sur le scénario central (projection avec les hypothèses présentées précédemment) et sont les suivants :

| en euros                    | Risque-neutre       | Monde réel         |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| <b>NAV</b>                  | <b>39 118 356</b>   | <b>144 697 992</b> |
| <i>dont euro</i>            | <i>15 563 409</i>   | <i>117 274 047</i> |
| <i>dont UC</i>              | <i>23 554 948</i>   | <i>27 423 945</i>  |
| <i>dont eurocroissance</i>  | <i>0</i>            | <i>0</i>           |
| <b>TVOG</b>                 | <b>- 22 260 442</b> |                    |
| <i>dont euro</i>            | <i>- 19 470 813</i> |                    |
| <i>dont UC</i>              | <i>- 2 789 629</i>  |                    |
| <i>dont eurocroissance</i>  | <i>0</i>            |                    |
| <b>BEL</b>                  | <b>359 560 983</b>  | <b>743 804 907</b> |
| <i>dont euro</i>            | <i>270 874 222</i>  | <i>632 496 141</i> |
| <i>dont UC</i>              | <i>88 686 761</i>   | <i>111 308 765</i> |
| <i>dont eurocroissance</i>  | <i>0</i>            | <i>0</i>           |
| <b>SCR</b>                  | <b>38 528 945</b>   |                    |
| <b>Ratio de solvabilité</b> | <b>177%</b>         |                    |

TABLE 7.6 – Résultats obtenus en fin de projection pour le scénario central

Pour la projection stochastique risque-neutre, il est clair que la rentabilité du fonds UC est plus élevée que celle du fonds euro auquel est associée une *Time Value of Options and Guarantees* (TVOG) élevée. En effet, pour les contrats euro, l'assureur doit faire face à de nombreuses options et garanties qui affectent sa rentabilité.

Le SCR vie a une influence plus prononcée sur le SCR (65% du BSCR) que le SCR marché (62% du BSCR). Le sous-module risque de longévité constitue une part très importante de ce SCR vie (59%) tandis que le sous-module actions contribue fortement au SCR marché (83%).

Les fonds propres du canton de l'assureur s'élèvent à 62 500 000 euros et permettent d'obtenir un ratio de solvabilité de 177% largement supérieur à 100%. Pour calculer ce ratio, la PPE admissible est ajoutée aux fonds propres éligibles. L'objectif par la suite est de conserver autant que possible la valeur de ce ratio tout en améliorant la rentabilité de l'assureur : il s'agit d'optimiser le couple rentabilité / solvabilité.

En monde réel, la PVFP qui reflète la rentabilité de l'assureur n'est pas détériorée par le coût des options et garanties. En effet, le scénario monde réel est réaliste en anticipant des taux de rendement sur les actions et l'immobilier supérieurs à 6% ainsi qu'un taux de revalorisation de l'actif monétaire et des valeurs de marché obligataires à plus de 4%. L'assureur peut facilement servir les taux attendus à ses assurés détenant des contrats euro sans affecter son résultat, ce qui résulte en une rentabilité élevée pour l'assureur.

Les indicateurs permettant de mener les études en comparant les scénarios dans le but d'explorer les pistes de rentabilité pour un assureur retraite sont la NAV (indicateur de rentabilité) ainsi que le SCR et le ratio de solvabilité (indicateurs de solvabilité) pour une projection risque-neutre. En monde réel, la *Present Value of Future Profits* (PVFP), somme actualisée des résultats futurs sur ce scénario déterministe, est l'indicateur qui permet d'analyser les différents scénarios.

### 7.2.3 Intégration d'investissements durables dans le portefeuille de l'assureur

Tout d'abord, avant d'explorer les pistes de rentabilité du PER, un scénario privilégiant les actions durables, représentées par des actions de type 2 pour les considérer comme des actifs non cotés respectant les critères d'éligibilité de la loi industrie verte, est comparé avec le scénario central pour le canton de retraite présenté précédemment.

Ainsi, en début de projection, les répartitions d'actifs au sein du portefeuille de l'assureur sont modifiées de la manière suivante :

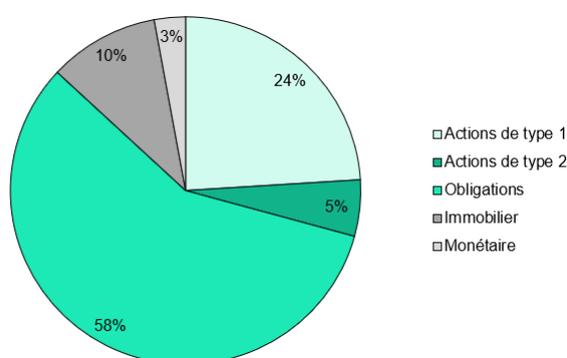


FIGURE 7.8 – Composition initiale de l'actif pour le scénario central

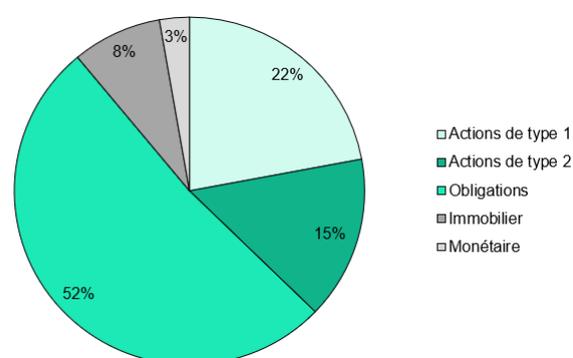


FIGURE 7.9 – Composition initiale de l'actif pour le scénario privilégiant les actions durables

La proportion d'actions de type 2 dans le portefeuille d'actifs de l'assureur est augmentée de 10% (variant de 5% à 15%). Les parts des obligations, des actions de type 1 et de l'immobilier sont quant à elle diminuées respectivement de 6%, 2% et 2%.

Les résultats obtenus sont les suivants :

| en euros             | Scénario central | Scénario privilégiant les actions durables | Delta   |
|----------------------|------------------|--|---------|
| NAV                  | 39 118 356       | 26 000 539                                 | -33,53% |
| dont euro            | 15 563 409       | 2 454 146                                  | -84,23% |
| dont UC              | 23 554 948       | 23 546 393                                 | -0,04%  |
| SCR                  | 38 528 945       | 40 567 330                                 | +5,29%  |
| Ratio de solvabilité | 177%             | 138%                                       | -21,97% |
| PVFP                 | 144 697 992      | 157 387 094                                | +8,77%  |
| dont euro            | 117 274 047      | 129 963 149                                | +10,82% |
| dont UC              | 27 423 945       | 27 423 945                                 | 0%      |

TABLE 7.7 – Indicateurs pour le scénario privilégiant les actions durables

La plus grande proportion d'actions durables dans le bilan initial et dans la réallocation cible des actifs euro a pour conséquence de diminuer la NAV de l'assureur en risque-neutre. La NAV connaît une variation de -33,53%. Au sein du modèle, avec la hausse de la proportion d'actions

durables, les produits financiers ainsi que les plus-values réalisées de l'assureur augmentent, tout comme la PB distribuée les premières années à ses assurés. En augmentant la part d'actions, la volatilité des rendements ainsi que l'asymétrie du résultat augmentent ce qui entraîne une diminution de la NAV.

Quant à lui, le SCR augmente reflétant le risque associé aux actions durables (de type 2) qui contribuent très fortement à l'augmentation du SCR. La hausse du SCR du sous-module de taux contribue aussi à l'augmentation du SCR marché, tandis que les SCR immobilier et *spread* diminuent. Le ratio de solvabilité se voit ainsi dégradé en évoluant de 177% à 138%.

A l'inverse, en monde réel, la PVFP de l'assureur croît avec une variation de +8,77%. Contrairement à la projection risque-neutre, les actions rapportent plus que les obligations et le monétaire en monde réel en raison de leurs primes de risque. La PVFP augmente donc lorsque les actions sont privilégiées.

Ce chapitre a permis de présenter l'actif durable modélisé au sein du modèle SiALM ainsi que la situation initiale et les indicateurs de référence qui sont utilisés tout au long des études.

A l'aide des premiers résultats quantitatifs, il apparaît que l'intégration d'actifs durables dans la gestion du PER dégrade la situation de l'assureur. C'est dans ce contexte que la suite du mémoire étudie les pistes de rentabilité du PER tout en favorisant une allocation durable et en intégrant les proportions minimales d'actifs non cotés fixées par la loi Industrie verte.

## Chapitre 8

# Mesures d'optimisation de la rentabilité du PER

### 8.1 Recherches et identification des leviers de rentabilité

Afin d'optimiser la rentabilité du PER, plusieurs scénarios proposant des pistes d'amélioration de cette rentabilité sont étudiés et comparés au scénario central présenté dans la partie 7.2.

#### 8.1.1 Intégration de nouveaux fonds UC et eurocroissance

Ces premiers scénarios permettent d'analyser les conséquences de l'introduction de nouveaux fonds UC et eurocroissance disponibles pour rediriger l'épargne des assurés en phase de constitution et pour diversifier les primes des affaires nouvelles. Ces fonds doivent permettre à l'assureur d'envisager une rentabilité plus élevée que sur le fonds euro, et une charge en capital plus faible. L'idée de ces scénarios est de privilégier un mix produits pour l'investissement des assurés.

#### Réalisation d'arbitrages du fonds euro vers les fonds UC et eurocroissance

Quatre différents scénarios sont étudiés et mettent en place des arbitrages les trois premières années de projection. Les deux premiers réalisent des arbitrages de 10% par an des encours du fonds euro vers l'UC ou vers l'eurocroissance. Enfin, les deux derniers scénarios réalisent des arbitrages vers les deux fonds simultanément et équitablement de 10% (5% vers les UC et 5% vers l'eurocroissance) puis 20%.

Tout d'abord, les résultats des scénarios arbitrant 10% par an les trois premières années de projection vers l'UC, vers l'eurocroissance et vers l'UC et l'eurocroissance (5% vers chaque fonds) sont présentés dans le tableau 8.1 suivant :

| <b>en euros</b>             | Scénario central   | Scénario arbitrages euro vers UC | Scénario arbitrages euro vers eurocroissance | Scénario arbitrages euro vers UC et eurocroissance |
|-----------------------------|--------------------|----------------------------------|--|--|
| <b>NAV</b>                  | <b>39 118 356</b>  | <b>41 212 891</b>                | <b>39 577 085</b>                            | <b>40 418 035</b>                                  |
| <i>dont euro</i>            | <i>15 563 409</i>  | <i>15 174 013</i>                | <i>15 118 652</i>                            | <i>15 182 458</i>                                  |
| <i>dont UC</i>              | <i>23 554 948</i>  | <i>26 038 877</i>                | <i>23 576 891</i>                            | <i>24 794 802</i>                                  |
| <i>dont eurocroissance</i>  | <i>0</i>           | <i>0</i>                         | <i>881 541</i>                               | <i>440 774</i>                                     |
| <b>SCR</b>                  | <b>38 528 945</b>  | <b>38 509 492</b>                | <b>38 460 638</b>                            | <b>38 419 379</b>                                  |
| <b>Ratio de solvabilité</b> | <b>177%</b>        | <b>180%</b>                      | <b>178%</b>                                  | <b>180%</b>  |
| <b>PVFP</b>                 | <b>144 697 992</b> | <b>143 342 034</b>               | <b>142 969 974</b>                           | <b>142 836 571</b>                                 |
| <i>dont euro</i>            | <i>117 274 047</i> | <i>113 027 592</i>               | <i>113 330 815</i>                           | <i>112 981 408</i>                                 |
| <i>dont UC</i>              | <i>27 423 945</i>  | <i>30 314 442</i>                | <i>27 423 945</i>                            | <i>28 747 555</i>                                  |
| <i>dont eurocroissance</i>  | <i>0</i>           | <i>0</i>                         | <i>2 215 215</i>                             | <i>1 107 607</i>                                   |

TABLE 8.1 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario réalisant des arbitrages de l'euro vers l'UC, l'eurocroissance et les deux fonds

En risque-neutre, lors d'arbitrages du fonds euro vers l'UC et/ou l'eurocroissance, la rentabilité de l'assureur est améliorée. En effet, les actifs adossés sont plus risqués donc plus rentables. Le scénario avec les arbitrages réalisés de l'euro vers l'UC promet à l'assureur une meilleure rentabilité que celui avec les arbitrages réalisés de l'euro vers l'eurocroissance. Le fonds UC est ainsi plus performant que l'euro et que l'eurocroissance en risque-neutre.

La réalisation d'arbitrages permet à l'assureur de diminuer son SCR. En effet, en transférant les encours de l'euro vers l'UC ou l'eurocroissance, le risque financier est davantage porté par l'assuré que par l'assureur. Ce transfert de risque est un élément fondamental des UC où l'assuré porte seul le risque de marché. Cependant, l'assureur porte toujours le risque de liquidité lié à ces fonds en cas de rachats.

Par ailleurs, le ratio de solvabilité augmente et la solvabilité de l'assureur est renforcée. Le ratio de solvabilité est plus élevé lorsque les arbitrages ont lieu de l'euro vers l'UC ou vers l'UC et l'eurocroissance. Il convient de noter que, malgré une rentabilité plus faible que pour le scénario réalisant les arbitrages de l'euro vers l'UC, le scénario avec des arbitrages de l'euro vers l'UC et l'eurocroissance a un ratio de solvabilité intéressant (aussi élevé que pour les arbitrages de l'euro vers l'UC) grâce à un SCR plus faible que celui des autres scénarios d'arbitrages.

Le scénario qui réalise des arbitrages de l'euro vers l'UC est donc plus bénéfique que celui qui les réalise vers l'eurocroissance pour l'assureur. Toutefois, avec un SCR diminué, un ratio de solvabilité augmenté et une rentabilité intermédiaire (améliorée par rapport à des arbitrages uniquement vers l'eurocroissance), le scénario réalisant des arbitrages de l'euro vers l'UC et l'eurocroissance semble être un bon compromis.

En monde réel, la rentabilité de l'assureur est légèrement détériorée pour les trois scénarios présentés comme l'illustre le tableau 8.1, avec une diminution maximale de 1,29%. Cette baisse s'explique par la plus grande influence du fonds euro sur la PVFP de l'assureur. La rentabilité du fonds euro diminue et impacte à la baisse la PVFP globale de l'assureur malgré une augmentation de la PVFP des UC et de l'eurocroissance. Ainsi, pour le scénario mettant en place des arbitrages de l'euro vers l'UC, malgré un gain de rentabilité du fonds UC (+10,54%) plus élevée que la baisse sur le fonds euro (-3,62%), la rentabilité globale est tout de même diminuée. Cette explication est valable aussi pour les deux autres scénarios présentés où le fonds euro occupe une place plus importante dans la PVFP de l'assureur.

Enfin, le dernier scénario présenté est celui qui arbitre 20% des encours de manière égale de l'euro vers l'UC et l'eurocroissance les trois premières années de projection, chaque nouveau fonds recevant 10%. Ce scénario permet aux assurés de bénéficier d'une diversification des fonds de placement pour mieux répartir leur risque et optimiser leur rendement. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 8.2 suivant.

| <b>en euros</b>             | Scénario central   | Scénario arbitrages<br>euro vers UC et<br>eurocroissance | Delta         |
|-----------------------------|--------------------|--|---------------|
| <b>NAV</b>                  | <b>39 118 356</b>  | <b>41 378 364</b>  | <b>+5,78%</b> |
| <i>dont euro</i>            | <i>15 563 409</i>  | <i>14 760 034</i>  | <i>-5,16%</i> |
| <i>dont UC</i>              | <i>23 554 948</i>  | <i>25 813 391</i>  | <i>+9,59%</i> |
| <i>dont eurocroissance</i>  | <i>0</i>           | <i>804 938</i>   | <i>+100%</i>  |
| <b>SCR</b>                  | <b>38 528 945</b>  | <b>38 474 709</b>  | <b>-0,14%</b> |
| <b>Ratio de solvabilité</b> | <b>177%</b>        | <b>181%</b>  | <b>+2,68%</b> |
| <b>PVFP</b>                 | <b>144 697 992</b> | <b>141 842 627</b>                                       | <b>-1,97%</b> |
| <i>dont euro</i>            | <i>117 274 047</i> | <i>109 844 959</i>                                       | <i>-6,33%</i> |
| <i>dont UC</i>              | <i>27 423 945</i>  | <i>30 004 660</i>  | <i>+9,41%</i> |
| <i>dont eurocroissance</i>  | <i>0</i>           | <i>1 993 007</i>   | <i>+100%</i>  |

TABLE 8.2 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario réalisant des arbitrages de l'euro vers l'UC et l'eurocroissance

En risque-neutre, la NAV augmente grâce à l'augmentation de la NAV UC et à l'apparition d'une NAV eurocroissance malgré la baisse de la NAV euro. Le SCR diminue de 0,14% comme l'illustre le tableau 8.2 ci-dessus. Cette diminution du SCR est liée à la diminution du SCR marché en raison de la baisse de tous les sous-modules du SCR marché calculés au sein du modèle. En effet, ces arbitrages permettent de transférer le risque de marché de l'assureur vers l'assuré. A l'inverse, le SCR vie augmente avec la hausse de tous ses sous-modules exceptés le sous-module de révision. Ainsi, la solvabilité et la rentabilité de l'assureur sont consolidées en risque-neutre avec une NAV en hausse de 5,78% et un ratio de solvabilité en croissance de 2,68%.

Par ailleurs, le fonds eurocroissance a une rentabilité intermédiaire entre le fonds euro et le fonds UC en risque-neutre lorsque ces résultats sont rapportés aux VAN de PM<sup>1</sup>. De plus, en cas d'arbitrages massifs, l'assureur peut faire face à un risque de liquidité. Ce dernier n'est pas étudié dans le cadre des études.

En monde réel, la PVFP euro diminue et la PVFP UC augmente comme l'illustre le tableau 8.2. Au global, la rentabilité de l'assureur est diminuée. En effet, le fonds euro, auquel est associée une rentabilité en baisse par rapport au scénario central, occupe une place plus importante dans la PVFP de l'assureur.

Ainsi, les arbitrages réalisés du fonds euro vers d'autres fonds disponibles sont intéressants pour l'assureur tant pour améliorer sa rentabilité que sa solvabilité.

1. La VAN de PM se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$\text{VAN de PM}_t = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \sum_{i=t}^T D_{i,n} \times \text{PM}_{i,n}$$

avec  $D_{i,n}$  le facteur d'actualisation de l'année  $i$  du scénario  $n$ ,  $N$  le nombre de scénarios de l'univers de projection et  $T$  le nombre d'années de projection (50 dans le cas de ce mémoire).

### Arrivées d'affaires nouvelles sur les fonds UC et eurocroissance

Ces nouveaux scénarios étudient l'arrivée d'affaires nouvelles dans le portefeuille de l'assureur selon les supports d'investissement disponibles : euro, UC et eurocroissance. Les affaires nouvelles, représentées par 32 nouveaux *Model Points*, arrivent les trois premières années de projection avec les mêmes caractéristiques que les 32 *Model Points* déjà présents en constitution au sein du portefeuille tout en étant plus jeunes. Ainsi, en première année, ces nouveaux *Model Points* entrent en portefeuille avec une prime représentant 3,5% des PM initiales (du *Model Point*) ventilée différemment selon les sept scénarios étudiés.

Afin de mener à bien ces études d'arrivées d'affaires nouvelles, les scénarios sont comparés au scénario central affaires nouvelles où ces dernières versent des primes avec les mêmes proportions d'euro et d'UC que les *Model Points* en portefeuille.

Les sept scénarios étudiés sont les suivants :

| Scénario | Caractéristique  | Répartition des primes  |
|----------|--|---|
| Central  | Primes euro et UC  | Ventilées selon les mêmes proportions que les <i>Model Points</i> en portefeuille   |
| 1        | Primes euro et UC en privilégiant l'UC                                     | 30% de la PM euro pour chaque <i>Model Point</i> est transférée vers la PM UC   |
| 2        | Primes euro, UC et eurocroissance en privilégiant l'eurocroissance         | 30% de la PM euro pour chaque <i>Model Point</i> est transférée vers la PD eurocroissance                                     |
| 3        | Primes euro, UC et eurocroissance en privilégiant l'UC et l'eurocroissance | 15% de la PM euro pour chaque <i>Model Point</i> est transférée vers la PM UC et 15% est transférée vers la PD eurocroissance |
| 4        | Primes UC  | 100% en UC  |
| 5        | Primes eurocroissance  | 100% en eurocroissance  |
| 6        | Primes euro et eurocroissance  | Ventilées selon les mêmes proportions que les <i>Model Points</i> en portefeuille en remplaçant les UC par l'eurocroissance   |

TABLE 8.3 – Scénarios étudiant les arrivées d'affaires nouvelles

Pour le scénario 1 qui permet de booster l'UC (et donc d'augmenter la proportion des encours UC par rapport au *Model Point* correspondant en portefeuille), les primes initiales sur chaque fonds pour chaque *Model Point* sont :

- Fonds euro : Prime initiale<sub>euro</sub> = 3,5% × 70% × PM<sub>euro</sub>
- Fonds UC : Prime initiale<sub>UC</sub> = 3,5% × (30% × PM<sub>euro</sub> + PM<sub>UC</sub>)

Pour le scénario 2 intégrant des affaires nouvelles privilégiant l'eurocroissance, la construction des montants de primes initiales (euro, UC et eurocroissance) est réalisée de la même manière.

Enfin, pour le scénario 3 permettant de booster l'UC et l'eurocroissance, les primes initiales sur chaque fonds sont déterminées de la manière suivante :

- Fonds euro : Prime initiale<sub>euro</sub> = 3,5% × 70% × PM<sub>euro</sub>
- Fonds UC : Prime initiale<sub>UC</sub> = 3,5% × (15% × PM<sub>euro</sub> + PM<sub>UC</sub>)
- Fonds eurocroissance : Prime initiale<sub>eurocroissance</sub> = 3,5% × 15% × PM<sub>euro</sub>

Pour ces trois premiers scénarios ainsi que pour le scénario central, les résultats obtenus sont les suivants :

| <b>en euros</b>                 | Scénario central | Scénario 1 (UC) | Scénario 2<br>(eurocroissance) | Scénario 3 (UC &<br>eurocroissance) |
|---------------------------------|------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| <b>NAV</b>                      | 41 822 797       | 42 114 232      | 41 895 762                     | 42 004 446                          |
| <i>dont NAV euro</i>            | 15 904 099       | 15 850 798      | 15 851 225                     | 15 850 408                          |
| <i>dont NAV UC</i>              | 25 918 698       | 26 263 434      | 25 922 356                     | 26 092 947                          |
| <i>dont NAV eurocroissance</i>  | 0                | 0               | 122 181                        | 61 091                              |
| <b>SCR</b>                      | 39 181 186       | 39 239 502      | 39 183 378                     | 39 202 457                          |
| <b>Ratio de solvabilité</b>     | 173%             | 173%            | 174%                           | 174%                                |
| <b>PVFP</b>                     | 152 482 420      | 152 399 352     | 152 305 442                    | 152 352 397                         |
| <i>dont PVFP euro</i>           | 122 194 001      | 121 668 381     | 121 702 390                    | 121 685 385                         |
| <i>dont PVFP UC</i>             | 30 288 419       | 30 730 971      | 30 288 419                     | 30 509 695                          |
| <i>dont PVFP eurocroissance</i> | 0                | 0               | 314 633                        | 157 317                             |

TABLE 8.4 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité des premiers scénarios avec des affaires nouvelles

Ces quatre scénarios montrent une NAV croissante pour l'assureur en risque-neutre les trois premières années où les affaires nouvelles sont intégrées. En effet, la NAV est en hausse grâce aux affaires nouvelles. L'assureur est plus rentable et par conséquent plus sensible aux sorties des assurés comme les décès et les rachats. Le SCR connaît ainsi une augmentation par rapport au scénario sans affaire nouvelle. Le ratio de solvabilité est diminué, en raison également de la diminution des fonds propres éligibles suite à la hausse de la marge pour risque, illustrant une altération de la solvabilité de l'assureur.

En risque-neutre, lorsque l'on compare ces trois scénarios avec le scénario central d'affaires nouvelles, la rentabilité ainsi que la solvabilité sont améliorées. La rentabilité subit une plus forte hausse lorsque les UC sont privilégiés. Par ailleurs, le SCR augmente pour le scénario avec des affaires nouvelles privilégiant les UC. Cette hausse est liée à une hausse du SCR vie malgré une diminution du SCR marché grâce au transfert de risque de l'assureur vers l'assuré. Le SCR vie augmente avec la hausse de tous les SCR modulaires, exceptés le SCR du sous-module risque de révision. Cette augmentation s'explique par la plus forte rentabilité de l'assureur par rapport au scénario central qui le rend plus sensible aux sorties. Notamment, le SCR du sous-module risques de rachats est en hausse. En effet, les assurés qui entrent en portefeuille connaissent un pic de rachats à cinq ans qui est déjà dépassé pour certains assurés présents au sein du portefeuille depuis plus de cinq ans.

En monde réel, la PVFP est légèrement en baisse par rapport au scénario central affaires nouvelles. Comme pour les arbitrages, malgré une augmentation des PVFP UC et eurocroissance, la diminution de la PVFP euro vient impacter plus fortement la rentabilité de l'assureur et ainsi la diminuer. Le fonds euro est le plus représenté dans la rentabilité de l'assureur en monde réel.

Enfin, les résultats des trois derniers scénarios ainsi que du scénario central sont les suivants :

| en euros                        | Scénario central   | Scénario 4 (100% UC) | Scénario 5 (100% eurocroissance) | Scénario 6 (euro & eurocroissance) |
|---------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| NAV                             | 41 822 797         | 43 352 781           | 40 269 817                       | 40 174 715                         |
| <i>dont NAV euro</i>            | <i>15 904 099</i>  | <i>15 903 554</i>    | <i>15 614 181</i>                | <i>15 824 395</i>                  |
| <i>dont NAV UC</i>              | <i>25 918 698</i>  | <i>27 449 228</i>    | <i>23 552 946</i>                | <i>23 538 875</i>                  |
| <i>dont NAV eurocroissance</i>  | <i>0</i>           | <i>0</i>             | <i>1 102 690</i>                 | <i>811 445</i>                     |
| SCR                             | 39 181 186         | 39 535 325           | 38 827 517                       | 38 872 313                         |
| Ratio de solvabilité            | 173%               | 171%                 | 173%                             | 173%                               |
| PVFP                            | 152 482 420        | 154 028 321          | 153 388 582                      | 151 266 518                        |
| <i>dont PVFP euro</i>           | <i>122 194 001</i> | <i>122 051 290</i>   | <i>122 467 870</i>               | <i>121 657 853</i>                 |
| <i>dont PVFP UC</i>             | <i>30 288 419</i>  | <i>31 977 031</i>    | <i>27 423 945</i>                | <i>27 423 945</i>                  |
| <i>dont PVFP eurocroissance</i> | <i>0</i>           | <i>0</i>             | <i>3 496 768</i>                 | <i>2 184 719</i>                   |

TABLE 8.5 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité des derniers scénarios avec des affaires nouvelles

Des affaires nouvelles investies uniquement sur l'UC permettent à l'assureur de gagner fortement en rentabilité en risque-neutre et en monde réel, mais son ratio de solvabilité est diminué. Par ailleurs, en investissant uniquement sur l'eurocroissance, sa rentabilité est diminuée en risque-neutre et son ratio de solvabilité très peu modifié. De plus, des affaires nouvelles investissant sur l'euro et l'eurocroissance diminuent la rentabilité de l'assureur par rapport à un investissement uniquement en UC ou en eurocroissance.

#### Focus sur le scénario privilégiant l'UC et l'eurocroissance

Ainsi, le scénario d'affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance (investissant sur l'euro, l'UC et l'eurocroissance) constitue un bon compromis entre un scénario axé sur l'UC et un autre axé sur l'eurocroissance. En effet, la rentabilité et le ratio de solvabilité de ce scénario se situent à un niveau intermédiaire entre les indicateurs des deux scénarios distincts. Avec une rentabilité améliorée et un ratio de solvabilité plus élevé, ce scénario se positionne comme une excellente alternative.

Par conséquent, l'assureur doit privilégier des affaires nouvelles diversifiant ses fonds et ses risques (notamment en transférant le risque de marché de l'assureur vers l'assuré en privilégiant les UC). Ainsi, pour le scénario qui booste à la fois l'UC et l'eurocroissance en transférant 30% des encours euro vers l'UC et 30% vers l'eurocroissance, les résultats pour les trois premières années de projection sont présentés dans les tableaux ci-dessous. Ils sont comparés au scénario avec des affaires nouvelles ayant les mêmes répartitions entre les fonds que les assurés en portefeuille (scénario central affaires nouvelles).

Première année de projection

| <b>en euros</b>             | Scénario central   | Scénario affaires nouvelles UC et eurocroissance | Delta         |
|-----------------------------|--------------------|--|---------------|
| <b>NAV</b>                  | <b>41 822 797</b>  | <b>42 196 513</b>                                | <b>+0,89%</b> |
| <i>dont euro</i>            | <i>15 904 099</i>  | <i>15 806 864</i>                                | <i>-0,61%</i> |
| <i>dont UC</i>              | <i>25 918 698</i>  | <i>26 267 422</i>                                | <i>+1,35%</i> |
| <i>dont eurocroissance</i>  | <i>0</i>           | <i>122 226</i>                                   | <i>+100%</i>  |
| <b>SCR</b>                  | <b>39 181 186</b>  | <b>39 274 418</b>                                | <b>+0,24%</b> |
| <b>Ratio de solvabilité</b> | <b>173%</b>        | <b>173%</b>                                      | <b>-0,08%</b> |
| <b>PVFP</b>                 | <b>152 482 420</b> | <b>152 125 485</b>                               | <b>-0,23%</b> |
| <i>dont euro</i>            | <i>122 194 001</i> | <i>121 079 880</i>                               | <i>-0,91%</i> |
| <i>dont UC</i>              | <i>30 288 419</i>  | <i>30 730 971</i>                                | <i>+1,46%</i> |
| <i>dont eurocroissance</i>  | <i>0</i>           | <i>314 633</i>                                   | <i>+100%</i>  |

TABLE 8.6 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec des affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance la première année de projection

Concernant la première année de projection pour ce scénario, les NAV euro et UC augmentent tandis qu'une NAV eurocroissance se crée grâce à l'arrivée de *Model Points* avec une prime initiale investie sur les trois fonds disponibles dont l'eurocroissance. La hausse du SCR est portée par l'augmentation du SCR vie malgré une diminution, moins prononcée, du SCR de marché. Par ailleurs, les fonds propres éligibles augmentent en raison de l'augmentation de la NAV, ce qui entraîne la stabilisation du ratio de solvabilité. Il convient de noter la hausse de la marge pour risque en raison de la hausse du SCR vie ainsi que de la durée du passif, liée à une augmentation des prestations de décès et de rachats pour les fonds UC et eurocroissance. La NAV augmente notablement face aux hausses du SCR et de la marge pour risque afin de maintenir la solvabilité de l'assureur.

En monde réel, la rentabilité de l'assureur est diminuée avec l'arrivée d'affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance. En effet, à l'instar des arbitrages, la PVFP euro occupe une place importante dans la PVFP totale comme l'illustre le tableau 8.6. Sa diminution impacte ainsi la rentabilité de l'assureur bien que les PVFP UC et eurocroissance augmentent.

Deuxième année de projection

| <b>en euros</b>            | Scénario central affaires nouvelles | Scénario affaires nouvelles UC et eurocroissance | Delta         |
|----------------------------|-------------------------------------|--|---------------|
| <b>NAV</b>                 | <b>38 564 991</b>                   | <b>38 912 790</b>                                | <b>+0,90%</b> |
| <i>dont euro</i>           | <i>14 636 482</i>                   | <i>14 512 673</i>                                | <i>-0,85%</i> |
| <i>dont UC</i>             | <i>23 928 510</i>                   | <i>24 277 234</i>                                | <i>+1,46%</i> |
| <i>dont eurocroissance</i> | <i>0</i>                            | <i>122 883</i>                                   | <i>+100%</i>  |
| <b>PVFP</b>                | <b>148 775 461</b>                  | <b>148 384 418</b>                               | <b>-0,26%</b> |
| <i>dont euro</i>           | <i>120 489 208</i>                  | <i>119 340 981</i>                               | <i>-0,95%</i> |
| <i>dont UC</i>             | <i>28 286 252</i>                   | <i>28 728 804</i>                                | <i>+1,56%</i> |
| <i>dont eurocroissance</i> | <i>0</i>                            | <i>314 633</i>                                   | <i>+100%</i>  |

TABLE 8.7 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec des affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance la deuxième année de projection

Pour cette deuxième année de projection, les conclusions sont les mêmes que pour la première année de projection. Elles sont toutefois plus marquées.

#### Troisième année de projection

| en euros                   | Scénario central affaires nouvelles | Scénario affaires nouvelles UC et eurocroissance | Delta         |
|----------------------------|-------------------------------------|--|---------------|
| <b>NAV</b>                 | <b>35 538 641</b>                   | <b>35 862 184</b>                                | <b>+0,91%</b> |
| <i>dont euro</i>           | <i>13 643 414</i>                   | <i>13 511 546</i>                                | <i>-0,97%</i> |
| <i>dont UC</i>             | <i>21 895 227</i>                   | <i>22 232 659</i>                                | <i>+1,54%</i> |
| <i>dont eurocroissance</i> | <i>0</i>                            | <i>117 979</i>                                   | <i>+100%</i>  |
| <b>PVFP</b>                | <b>145 356 871</b>                  | <b>144 940 264</b>                               | <b>-0,29%</b> |
| <i>dont euro</i>           | <i>118 917 726</i>                  | <i>117 760 102</i>                               | <i>-0,97%</i> |
| <i>dont UC</i>             | <i>26 439 145</i>                   | <i>26 871 007</i>                                | <i>+1,63%</i> |
| <i>dont eurocroissance</i> | <i>0</i>                            | <i>309 155</i>                                   | <i>+100%</i>  |

TABLE 8.8 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec des affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance la troisième année de projection

Cette troisième année de projection a des résultats similaires aux deux premières années, mais ils sont néanmoins plus prononcés.

L'assureur doit favoriser l'arrivée d'affaires nouvelles privilégiant l'eurocroissance et l'UC conjointement plutôt que de garder les proportions des différents fonds identiques aux assurés déjà en portefeuille ou privilégier uniquement un des deux fonds. Cela lui permet d'optimiser sa rentabilité, en l'augmentant en risque-neutre tout en la diminuant très faiblement en monde réel, et n'a pas d'impact sur sa solvabilité.

Ces résultats sont similaires à ceux concernant les arbitrages. Ainsi, il est intéressant de favoriser les UC et l'eurocroissance pour les arbitrages tout comme pour les affaires nouvelles. Enfin, la stratégie de proposer plusieurs supports peut être bénéfique afin d'attirer un plus grand nombre d'assurés.

### 8.1.2 Modification de la stratégie d'investissement et de réallocation

#### Sécurisation progressive de l'allocation cible

Afin de sécuriser le portefeuille de retraite, une allocation privilégiant les obligations aux actions et à l'immobilier au fur et à mesure de la projection est mise en place. En fin de projection, le portefeuille d'actifs du fonds euro est ainsi composé principalement d'obligations. Sous Solvabilité 2, la projection est réalisée en *run-off* et le portefeuille d'assurés vieillit au fur et à mesure de la projection. Ce portefeuille est composé majoritairement de retraités en fin de projection. Il est donc intéressant de sécuriser progressivement cette allocation.

Cette piste étudie la pertinence de mettre en place une allocation cible modifiée à chaque pas de temps et sécurisée au fur et à mesure des années. Cette sécurisation permet alors de passer d'un profil de gestion dynamique à un profil plus équilibré en ce qui concerne la part minimale d'actifs à faible risque du PER.

Dans le cadre de ce scénario, plusieurs cibles d'allocation privilégiant les obligations au fur et à mesure de la projection sont testées. Finalement, l'allocation retenue est la suivante en

fin de projection : 8% d'actions de type 1, 1% d'actions de type 2, 80% d'obligations, 10% d'immobilier et 1% de monétaire. L'allocation de la cinquième année est la même que pour le scénario central présenté dans la partie 7.2 puis converge linéairement vers l'allocation cible présentée précédemment. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 8.9 suivant :

| en euros             | Scénario central | Scénario sécurisation progressive de l'allocation | Delta   |
|----------------------|------------------|---|---------|
| NAV                  | 39 118 356       | 41 784 535  | +6,82%  |
| <i>dont euro</i>     | 15 563 409       | 18 229 563  | +17,13% |
| <i>dont UC</i>       | 23 554 948       | 23 554 971  | 0%      |
| SCR                  | 38 528 945       | 39 225 840  | +1,81%  |
| Ratio de solvabilité | 177%             | 180%  | +1,60%  |
| PVFP                 | 144 697 992      | 143 598 770                                       | -0,76%  |
| <i>dont euro</i>     | 117 274 047      | 116 174 825                                       | -0,94%  |
| <i>dont UC</i>       | 27 423 945       | 27 423 945  | 0%      |

TABLE 8.9 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario sécurisant progressivement l'allocation

Comme les obligations sont privilégiées et sont moins volatiles que les actions en risque-neutre, la rentabilité de l'assureur augmente.

Malgré une augmentation du SCR indiquant que l'assureur doit disposer d'un capital plus important pour garantir sa solvabilité, le ratio de solvabilité est aussi augmenté grâce à la hausse des fonds propres éligibles. L'augmentation du SCR est liée à la hausse du SCR marché portée par les sous-modules actions, immobilier et *spread* ainsi que la hausse du SCR vie portée par les sous-modules mortalité, frais et rachats. Cette hausse du SCR marché est due à la cristallisation des pertes. En sécurisant l'allocation, l'assureur doit se réallouer vers des obligations ce qui réduit les plus-values réalisées sur les actions et l'immobilier, dont les valeurs de marché ont diminué. La hausse des fonds propres éligibles est quant à elle liée à la hausse de la NAV de l'assureur.

La solvabilité ainsi que la rentabilité de l'assureur sont améliorées en risque-neutre par rapport au scénario central grâce à la sécurisation de l'allocation de ses actifs au fil de la projection.

En monde réel, comme les obligations sont privilégiées aux actions alors qu'elles rapportent moins que les actions dans cet univers de projection, la rentabilité de l'assureur est diminuée. En effet, les actions ont une prime de risque due à l'incertitude de leurs rendements et à leurs volatilités à court terme qui se voit récompensée en monde réel (où tous les actifs ne rapportent pas le taux sans risque comme en risque-neutre). Au sein du modèle, la majorité des obligations sont souveraines et ont une faible prime de risque. Les obligations *corporate* modélisées sont bien notées, avec une notation moyenne AA, reflétant un faible risque de défaut. Ainsi, les actions rapportent plus que les obligations en monde réel où une prime de risque est ajoutée et influence le rendement des actifs.

### Alignement de la durée du portefeuille obligataire cible avec la durée des passifs

Pour matcher et piloter les durations de l'actif et du passif, les proportions des obligations du portefeuille obligataire cible sont modifiées au fil de la projection afin de s'aligner avec la durée du passif. Au sein du modèle, le réinvestissement obligataire a lieu en achetant un portefeuille cible qui contient un ensemble d'obligations de différentes maturités. Lors de la réallocation du fonds en euros et s'il est nécessaire d'acheter des obligations, ces dernières proviennent de ce por-

tefeuille cible. Les proportions permettent alors de déterminer le poids des différentes obligations achetées provenant du portefeuille.

La duration résiduelle du passif est calculée chaque année  $t$  à partir des résultats du scénario central et de la formule suivante :

$$\text{Duration résiduelle } t = \frac{\text{VAN de PM}_t}{\text{PM}_t} \quad (8.1)$$

Ce sont les proportions des différentes obligations au sein du portefeuille qui sont modifiées afin de s'approcher de l'égalité suivante :

$$\sum_{o \in \text{Obligations}} \delta_{o,t} \times \text{Duration}_o \approx \text{Duration résiduelle } t \quad (8.2)$$

où  $\delta_{o,t}$  est la proportion de l'obligation  $o$  au sein du portefeuille obligataire cible l'année  $t$ , avec chaque année de projection  $\sum_{o \in \text{Obligations}} \delta_{o,t} = 1$ .

Pour ce scénario, l'évolution de la duration résiduelle du passif en fonction des années est la suivante :

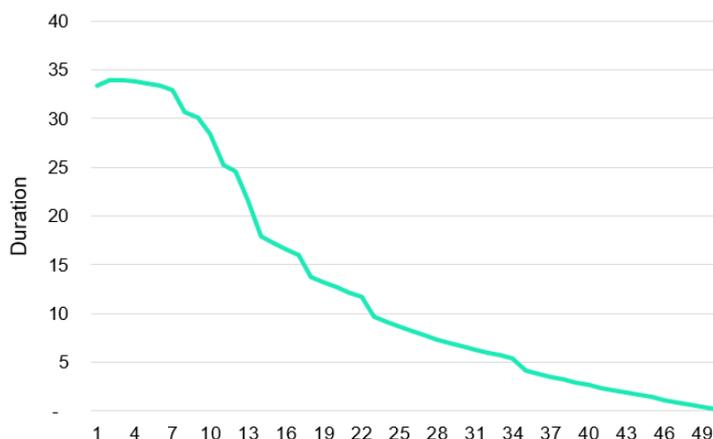


FIGURE 8.1 – Duration résiduelle du passif en fonction des années de projection

Les résultats obtenus avec ce nouveau portefeuille obligataire cible dont la duration s'approche de la chronique présentée dans la figure 8.1 ne sont pas concluants. La solvabilité de l'assureur est détériorée. En effet, la proportion d'obligations avec des maturités plus élevées possédant ainsi un risque associé plus élevé augmente dans le portefeuille de l'assureur.

Cette dernière piste ne semble pas intéressante pour les objectifs de ce mémoire. De plus, l'ajout de cette piste avec la sécurisation progressive de l'allocation présentée précédemment n'améliore pas les résultats. Ces résultats ne sont pas intuitifs et n'excluent pas une anomalie dans le modèle ou dans le calibrage des scénarios économiques.

### 8.1.3 Pilotage des *leeways*

Les *leeways* représentent un intervalle défini autour de l'allocation cible où les actifs peuvent évoluer librement. La mise en place et le pilotage des *leeways* permettent ainsi à l'assureur de laisser évoluer ses actifs dans un corridor défini et de ne pas effectuer une réallocation (et donc des achats ou ventes de titres) lorsque l'allocation actuelle est proche de l'allocation cible.

En effet, l'assureur retraite ayant une vision long-terme, il est d'autant plus facile pour lui de ne pas réaliser des achats ou ventes d'actifs lorsque l'allocation actuelle est proche de l'allocation

cible. En plus d'être économiquement avantageuse (en envisageant notamment une diminution des frais de gestion des actifs), si cette mesure permet d'augmenter sa rentabilité, l'assureur profite d'un double bénéfice.

Pour cette approche, de multiples bornes sont testées, sur les différents actifs, afin de trouver les bornes les plus pertinentes. Il est à noter que, avec la mise en place des *leeways*, il est possible d'avoir de l'actif monétaire négatif au sein du modèle.

Tout d'abord, la mise en place de *leeways* sur les actifs du fonds euro avec une borne inférieure à -4% et une borne supérieure à 4% sur les actions de type 2 uniquement est testée et se révèle très prometteuse. Les résultats obtenus sont les suivants :

| en euros             | Scénario central | Scénario <i>leeways</i> sur les actions de type 2 | Delta   |
|----------------------|------------------|---|---------|
| NAV                  | 39 118 356       | 40 849 210  | +4,42%  |
| dont euro            | 15 563 409       | 17 303 369  | +11,18% |
| dont UC              | 23 554 948       | 23 545 841  | -0,04%  |
| SCR                  | 38 528 945       | 37 737 307  | -2,05%  |
| Ratio de solvabilité | 177%             | 183%  | +3,61%  |
| PVFP                 | 144 697 992      | 150 311 614                                       | +3,88%  |
| dont euro            | 117 274 047      | 122 887 669                                       | +4,79%  |
| dont UC              | 27 423 945       | 27 423 945  | +0%     |

TABLE 8.10 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec les *leeways* sur les actions de type 2

Avec la mise en place de ces *leeways*, la NAV de l'assureur augmente en risque-neutre et sa rentabilité est améliorée. En effet, le taux de plus ou moins-values réalisées à chaque pas de temps est plus faible lorsque les *leeways* sont activés comme l'illustre la figure ci-dessous :

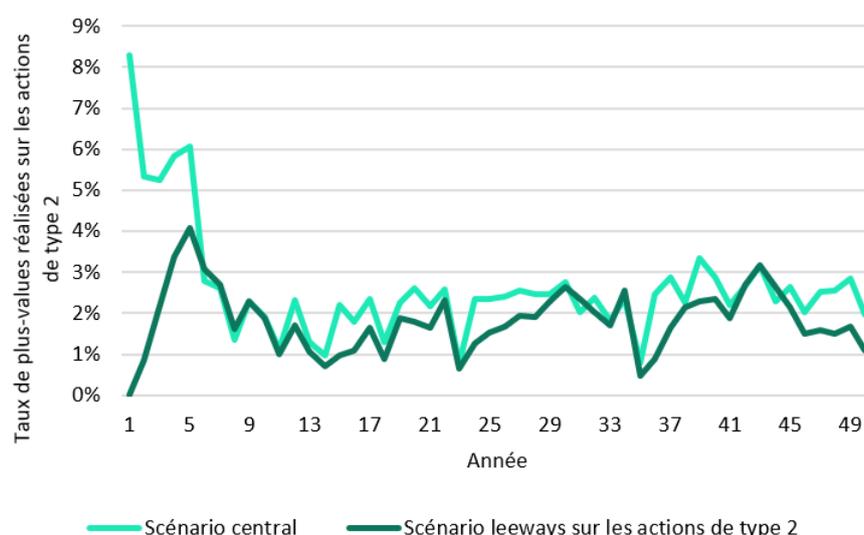


FIGURE 8.2 – Taux de plus-values réalisées sur les actions de type 2 en fonction de l'année de projection

L'assureur réalise ainsi moins de plus-values latentes ce qui entraîne un résultat financier plus faible. Cela se traduit par une participation aux bénéfices réduite les premières années, ce qui avantage l'assureur. Il convient de noter que les rachats deviennent alors plus nombreux et

sur la base d'une PM revalorisée plus faiblement. Ainsi, le *Best Estimate* est diminué au même titre que la duration du passif. Par ailleurs, l'assureur conserve cette poche de richesse latente afin de l'utiliser à un moment plus opportun, par exemple lors de rachats importants. Il réduit également les frais liés à l'achat et à la vente d'actifs. Le SCR est diminué de 2,05% grâce à la diminution du SCR marché liée à la réduction du SCR actions. Le ratio de solvabilité augmente et reflète une solvabilité renforcée pour l'assureur.

En monde réel, la rentabilité de l'assureur est aussi augmentée de manière significative.

Au vu des résultats prometteurs en introduisant des *leeways* sur les actions de type 2, il est intéressant d'introduire des *leeways* sur tous les actifs du fonds euro afin d'atteindre de meilleures rentabilité et solvabilité pour l'assureur. En retenant les bornes des *leeways* les plus intéressantes pour l'assureur, qui sont -4%/4% sur les actions, -5%/5% sur les obligations et -4%/4% sur l'immobilier, les résultats obtenus sont les suivants :

| en euros             | Scénario central | Scénario <i>leeways</i> sur tous les actifs | Delta   |
|----------------------|------------------|---|---------|
| NAV                  | 39 118 356       | 43 970 460                                  | +12,40% |
| dont euro            | 15 563 409       | 20 429 394                                  | +31,27% |
| dont UC              | 23 554 948       | 23 541 067                                  | -0,06%  |
| SCR                  | 38 528 945       | 38 785 910                                  | +0,67%  |
| Ratio de solvabilité | 177%             | 183%  | +3,31%  |
| PVFP                 | 144 697 992      | 150 046 319                                 | +3,70%  |
| dont euro            | 117 274 047      | 122 622 374                                 | +4,56%  |
| dont UC              | 27 423 945       | 27 423 945                                  | 0%      |

TABLE 8.11 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec les *leeways* sur tous les actifs

Comme lors de l'activation des *leeways* sur les actions de type 2, le fait de laisser évoluer les actifs dans un corridor sans effectuer d'achat ou de vente permet à l'assureur d'augmenter sa rentabilité et sa solvabilité en risque-neutre. Dans ce cas, le SCR augmente de 0,67% et les fonds propres éligibles sont également en hausse. Cependant, les fonds propres éligibles augmentent plus fortement que le SCR, ce qui fait augmenter le ratio de solvabilité de 3,31% et renforce ainsi la solvabilité de l'assureur. Il convient de noter que l'activation de *leeways* sur tous les actifs contribue à diminuer les frais de gestion des actifs plus fortement que si les *leeways* étaient activés uniquement sur les actions de type 2.

L'ajout de *leeways* dans la gestion des actifs de l'assureur s'avère être une mesure très intéressante pour ce dernier et lui permet d'améliorer sa rentabilité et sa solvabilité conjointement. En supplément de ces améliorations, l'introduction de *leeways* permet de diminuer les frais de gestion des actifs en les laissant évoluer librement entre les bornes définies.

#### 8.1.4 Classification des actions durables en LTEI

Enfin, cette dernière piste vise à étudier les effets sur la rentabilité et la solvabilité de l'assureur de la classification en LTEI des actions durables de type 2. En effet, les investissements durables peuvent être éligibles au dispositif *Long Term Equity Investments* (LTEI). Effectivement, les investissements responsables, visant à promouvoir des pratiques durables, sont en général effectués avec une vision plus long terme.

Les critères d'éligibilité en actions à long terme qui permettent de bénéficier d'un choc réduit à 22% dans la formule standard sont définis dans l'article 171 bis du règlement délégué ([Journal

officiel de l'Union européenne, 2014]). Notamment, ces actifs doivent être "identifiés, gérés et organisés séparément des autres activités de l'entreprise d'assurance" et ne peuvent pas "être utilisés pour couvrir des pertes résultant d'autres activités de l'entreprise". La revue Solvabilité 2 de 2025 a pour but d'alléger ces critères d'éligibilité.

Dans le cadre de ce scénario, une partie des actions durables modélisées par des actions de type 2 au sein du modèle SiALM est classifiée en LTEI et bénéficie d'un choc réduit lors du calcul du capital réglementaire. Afin de représenter ce phénomène tout en simplifiant sa modélisation, les actions de type 2 qui profitent de ce choc à 22% sont identifiées au sein de la poche d'actions. Cette poche catégorisée de LTEI ne peut ni faire l'objet d'optimisation ni être utilisée au sein de l'algorithme de PB lorsque la réalisation de plus-values est nécessaire (afin de servir aux assurés les intérêts techniques et la PB cible).

Afin de quantifier au mieux l'impact d'une classification d'une partie des actions durables en LTEI sur la rentabilité et la solvabilité de l'assureur, les actions de type 2 représentent 15% du portefeuille d'actifs de l'assureur. Le scénario central pour cette étude est donc celui présenté dans la partie 7.2.3.

Pour mener à bien cette étude, comme pour les pistes présentées précédemment, diverses proportions de LTEI sont sélectionnées et comparées en tenant compte du fait que cette poche d'actifs doit être gérée différemment des autres actions de type 2 et ne peut pas être utilisée en cas de besoin pour la PB. Cela peut donc représenter une contrainte pour l'assureur. Les graphiques suivants illustrent les résultats obtenus pour différentes proportions de LTEI :

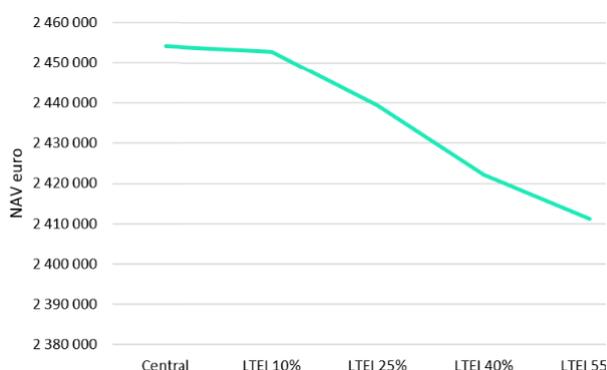


FIGURE 8.3 – Évolution de la NAV euro en risque-neutre en fonction de la proportion de LTEI au sein des actions de type 2

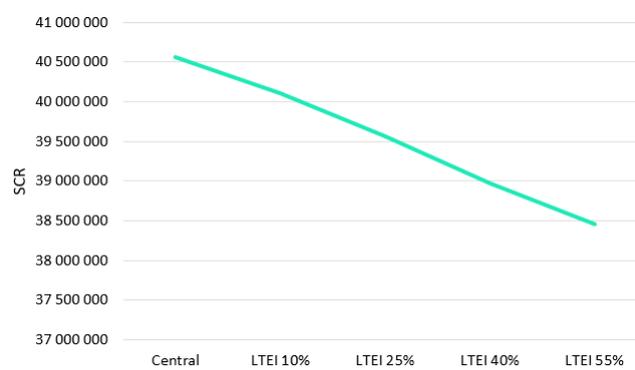


FIGURE 8.4 – Évolution du SCR en fonction de la proportion de LTEI au sein des actions de type 2

Tout d'abord, d'après la figure 8.3, la NAV euro diminue lorsque la proportion de LTEI augmente en risque-neutre. Cette diminution est de -0,17% pour un scénario avec 55% de LTEI ce qui reste négligeable. Il n'y a aucun impact en monde réel ce qui signifie que l'absence d'utilisation d'une proportion des actions de type 2 dans la gestion de l'assureur n'a pas d'effet sur sa rentabilité.

De plus, le graphique 8.4 illustre le fait que le SCR diminue avec l'augmentation de la proportion de LTEI au sein des actions de type 2. Cela est dû à la diminution du SCR actions de type 2 grâce au choc réduit d'une proportion de ces actions qui entraîne une diminution du SCR actions ainsi que du SCR marché. La proportion du SCR actions de type 2 au sein du SCR actions ainsi que celle du SCR actions au sein du SCR marché diminuent avec l'augmentation du taux de LTEI. Les montants des autres SCR sous-modulaires du SCR marché et du SCR vie calculés au sein du module sont légèrement modifiés.

Finalement, à titre d'exemple, la proportion de LTEI de 40% est présentée par la suite et permet de bénéficier d'un SCR réduit ainsi que d'un ratio de solvabilité augmenté tout en laissant la possibilité à l'assureur d'utiliser une partie des actions de type 2 pour optimiser sa gestion. Les résultats quantitatifs sont les suivants :

| en euros             | Scénario central   | Scénario LTEI 40%  | Delta         |
|----------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| NAV                  | 26 000 539         | 25 968 352         | -0,12%        |
| <i>dont euro</i>     | <i>2 454 146</i>   | <i>2 422 184</i>   | <i>-1,30%</i> |
| <i>dont UC</i>       | <i>23 546 393</i>  | <i>23 546 168</i>  | <i>0%</i>     |
| SCR                  | 40 567 330         | 38 968 171         | -3,94%        |
| Ratio de solvabilité | 138%               | 144%               | +4,14%        |
| PVFP                 | 157 387 094        | 157 387 094        | 0%            |
| <i>dont euro</i>     | <i>129 963 149</i> | <i>129 963 149</i> | <i>0%</i>     |
| <i>dont UC</i>       | <i>27 423 945</i>  | <i>27 423 945</i>  | <i>0%</i>     |

TABLE 8.12 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario LTEI 40%

Comme expliqué précédemment, la rentabilité de l'assureur est en baisse avec la classification d'une partie des actions de type 2 en LTEI. Cette baisse s'explique par une diminution des actions disponibles pour réaliser des plus-values latentes si ces dernières sont nécessaires pour financer les intérêts techniques ou la PB. Néanmoins, la hausse du ratio de solvabilité est élevée et vient compenser cette faible perte de NAV pour l'assureur.

Cette piste est plutôt intéressante pour l'assureur et lui permet de gagner en ratio de solvabilité tout en impactant très peu ses besoins opérationnels.

### 8.1.5 Synthèse des pistes étudiées

Une synthèse des diverses pistes est effectuée afin de faciliter la mise en place ultérieure des mesures concrètes pour un assureur. Les pistes retenues sont :

- Arbitrages de l'euro vers l'UC et l'eurocroissance les premières années de projection.
- Intégration d'affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance.
- Mise en œuvre d'une sécurisation progressive de l'allocation cible.
- Mise en place de *leeways* sur tous les actifs.
- Classification d'une partie des actions durables de type 2 en LTEI.

Les résultats quantitatifs obtenus sont présentés dans le tableau 8.13 suivant :

| en euros                   | Scénario central | Scénario arbitrages vers UC et eurocroissance | Scénario affaires nouvelles | Scénario sécurisation de l'allocation | Scénario <i>leeways</i> | Scénario classification en LTEI |
|----------------------------|------------------|---|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| NAV                        | 39 118 356       | 41 378 364                                    | 42 196 513                  | 41 784 535                            | 43 970 460              | 39 116 278                      |
| <i>dont euro</i>           | 15 563 409       | 14 760 034                                    | 15 806 864                  | 18 229 563                            | 20 429 394              | 15 561 389                      |
| <i>dont UC</i>             | 23 554 948       | 25 813 391                                    | 26 267 422                  | 23 554 971                            | 23 541 067              | 23 554 890                      |
| <i>dont eurocroissance</i> | 0                | 804 938                                       | 122 226                     | 0                                     | 0                       | 0                               |
| SCR                        | 38 528 945       | 38 474 709                                    | 39 274 418                  | 39 225 840                            | 38 785 910              | 38 223 490                      |
| Ratio de solvabilité       | 177%             | 181%  | 173%                        | 180%                                  | 183%                    | 178%                            |
| PVFP                       | 144 697 992      | 141 842 627                                   | 152 125 485                 | 143 598 770                           | 150 046 319             | 144 697 992                     |
| <i>dont euro</i>           | 117 274 047      | 109 844 959                                   | 121 079 880                 | 116 174 825                           | 122 622 374             | 117 274 047                     |
| <i>dont UC</i>             | 27 423 945       | 30 004 660                                    | 30 730 971                  | 27 423 945                            | 27 423 945              | 27 423 945                      |
| <i>dont eurocroissance</i> | 0                | 1 993 007                                     | 314 633                     | 0                                     | 0                       | 0                               |

TABLE 8.13 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité des différents scénarios

Les deux scénarios sécurisant l'allocation et mettant en place des *leeways* sont des pistes de gestion pour l'assureur qui améliorent sa rentabilité ainsi que sa solvabilité. Par ailleurs, la classification des actions de type 2 en LTEI est bénéfique pour sa solvabilité. Combinées ensemble (et mises en place de manière progressive), ces trois pistes sont prometteuses pour l'assureur.

D'autre part, si des arbitrages ont lieu au sein du portefeuille de l'assureur, cela lui permet d'augmenter sa rentabilité et sa solvabilité en risque-neutre. Il est préférable pour l'assureur de privilégier les arbitrages de l'euro vers l'UC (plutôt que vers l'eurocroissance). L'assureur doit tout de même être attentif aux arbitrages. En effet, massivement, ils peuvent créer un risque de liquidité.

Concernant les affaires nouvelles, la rentabilité est améliorée en risque-neutre (grâce à l'arrivée de nouveaux assurés) mais en altérant la solvabilité de l'assureur, plus sensible aux différents risques. Il est important de noter que l'assureur doit privilégier des affaires nouvelles équilibrant leurs investissements entre l'euro, l'UC et l'eurocroissance afin de diversifier les risques.

Il convient de noter que ces mesures ont des impacts opérationnels différents pour l'assureur. Les scénarios mettant en place les arbitrages ou intégrant des affaires nouvelles nécessitent des actions de gestion ou de fidélisation de la part de l'assureur pour favoriser les arbitrages et les affaires nouvelles souhaités. Les scénarios sécurisant l'allocation ou classifiant une partie des actions durables en LTEI ont des impacts en termes de gestion d'actifs. Notamment, la sécurisation de l'allocation représente un coût de mise en place important pour l'assureur. Enfin, les *leeways* font partie des mesures impactant la gestion d'actifs à la baisse (en réduisant les achats/ventes d'actifs) mais permettant à l'assureur de réaliser des gains opérationnels. Ces impacts opérationnels ont pu être pressentis lors du paramétrage et de l'adaptation du modèle propres à chaque mesure afin de réaliser ces études.

## 8.2 Construction d'un plan stratégique

Dans cette deuxième partie des études, l'objectif est de mettre en place les leviers de rentabilité identifiés à partir des pistes présentées dans la partie 8.1 qui s'avèrent cohérentes et intéressantes. L'introduction de ces leviers doit permettre à l'assureur d'optimiser sa rentabilité tout en favorisant ses investissements verts et en respectant les proportions minimales d'actifs non cotés définies par la loi Industrie verte. Un plan stratégique est alors construit sur trois ans afin d'étudier sur chaque année la rentabilité et la solvabilité de l'assureur.

### Les mesures mises en place

Pour commencer, la proportion d'actions durables est augmentée progressivement sur les trois années pour atteindre 12% la troisième année de projection. Ces 12% sont choisis dans le but de faire converger ces proportions vers celles définies pour les profils plus dynamiques du PER par la loi Industrie verte (ces actifs étant représentés par des actions de type 2 non cotées) voire au delà pour accentuer le financement durable. Puis, au fur et à mesure de la projection, cette proportion est diminuée afin de suivre (a minima) la part minimale d'actifs du profil dynamique. Elle atteint 6% d'actions non cotées jusqu'à cinq ans avant le départ en retraite des assurés.

Le graphique suivant illustre les mesures mises en place les trois premières années de projection :

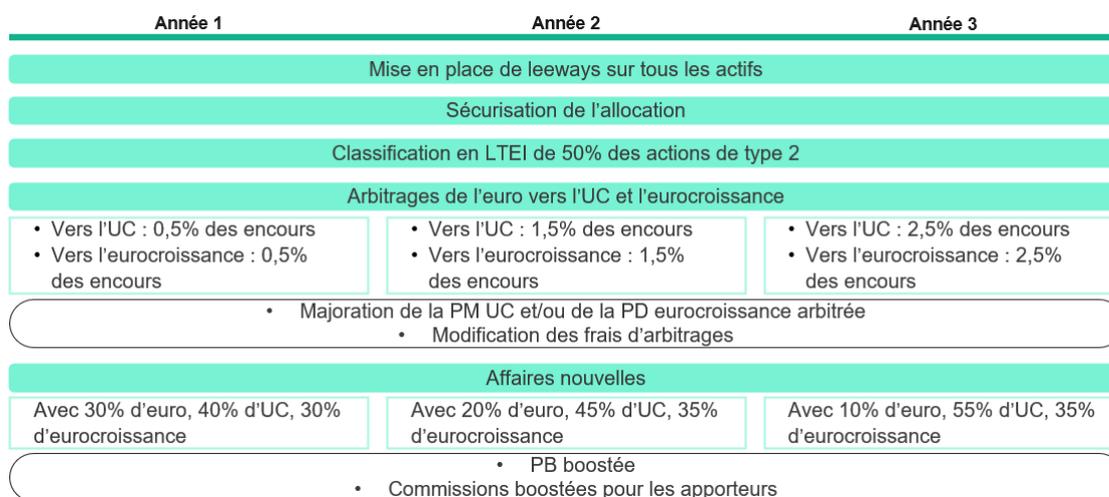


FIGURE 8.5 – Mesures mises en place au sein du plan stratégique

Tout d'abord, les *leeways* sont activés dès le début de la projection. Les bornes sont fixées à -4%/4% pour les actions et l'immobilier et à -5%/5% pour les obligations.

Afin d'optimiser la rentabilité de l'assureur, la cible de réallocation du fonds euro est sécurisée dès la 20<sup>ème</sup> année de projection en privilégiant les obligations.

Puis, la moitié des actions vertes, représentées par des actions de type 2 au sein du modèle, est classifiée de LTEI. Dans le modèle SiALM, malgré leur identification différente et le fait qu'elles ne peuvent faire l'objet d'optimisation, ces actions profitent d'un choc réduit à 22% pour le calcul du capital réglementaire Solvabilité 2.

Par ailleurs, des arbitrages de l'euro vers l'UC et l'eurocroissance ont lieu ces trois premières années. Ces arbitrages représentent 1% des encours la première année, 3% la deuxième année puis 5% la troisième année. Ils sont effectués équitablement entre l'UC et l'eurocroissance.

Afin d'encourager les assurés à arbitrer leurs encours de cette manière, l'assureur met en place des frais d'arbitrages nuls pour les arbitrages d'un fonds moins risqué vers un fonds plus risqué : de l'euro vers l'UC, de l'euro vers l'eurocroissance et de l'eurocroissance vers l'UC. Pour les autres arbitrages possibles, les frais ne sont pas modifiés.

L'assureur va également compléter les montants des encours arbitrés lorsque la PM euro est arbitrée vers l'UC ou l'eurocroissance. Il ajoute dans ce cas 5% des encours dans la limite de 200 euros par arbitrage. Cette mesure vise à inciter les assurés à arbitrer leur épargne pour atteindre les objectifs du plan stratégique.

Sur les trois premières années du plan stratégique, des affaires nouvelles arrivent en portefeuille. Il convient de noter qu'il existe des frais et chargements d'acquisition au sein du modèle SiALM. Comme dans la partie 8.1, chaque année 32 nouveaux *Model Points* sont intégrés et possèdent les mêmes caractéristiques que les assurés déjà présents en portefeuille tout en étant plus jeunes. Les primes de ces affaires nouvelles représentent 3,5% des encours des assurés présents dans le portefeuille et sont réparties de la manière suivante entre les fonds :

| Support | Euro | UC  | Eurocroissance |
|---------|------|-----|----------------|
| Année 1 | 30%  | 40% | 30%            |
| Année 2 | 20%  | 45% | 35%            |
| Année 3 | 10%  | 55% | 35%            |

TABLE 8.14 – Répartition des encours pour les primes des affaires nouvelles en fonction de l'année d'entrée en portefeuille

La proportion de PM euro pour les affaires nouvelles est faible et diminue au fil des années pour laisser place aux fonds UC et eurocroissance. Afin d'arriver à cette prévision de répartition de primes, l'assureur incite la collecte sur les fonds UC et eurocroissance en promettant une PB boostée lorsque la part de primes sur ces supports est supérieure à un seuil défini. Au sein du modèle, si la prime UC de l'assuré est supérieure à 50% de la prime totale (tous fonds confondus), alors son taux cible pour la participation aux bénéfices est majoré de 0,25%. A l'instar de l'UC, le taux cible de la PB est majoré de 0,10% si la prime eurocroissance représente plus de 30% de la prime totale versée.

De plus, l'assureur met en place une commission boostée pour les apporteurs si ces derniers proposent des affaires nouvelles avec des primes investies à plus de 70% en UC ou en eurocroissance. Au sein du modèle, cette mesure est illustrée en diminuant de 30% les chargements d'acquisition de tous les fonds dans le cas où les primes UC et eurocroissance représentent plus de 70% de la prime versée.

### Les résultats obtenus sur les trois premières années de projection

En mettant en place toutes les mesures présentées précédemment dans le plan stratégique, les résultats obtenus sont les suivants :

| en euros            | Scénario central |             |             | Plan stratégique |             |             |
|---------------------|------------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|
|                     | Année 1          | Année 2     | Année 3     | Année 1          | Année 2     | Année 3     |
| NAV                 | 39 118 356       | 35 816 036  | 32 845 140  | 47 454 875       | 44 574 475  | 41 574 573  |
| dont euro           | 15 563 409       | 14 251 276  | 13 244 936  | 21 343 193       | 20 443 285  | 19 460 079  |
| dont UC             | 23 554 948       | 21 564 759  | 19 600 204  | 25 601 661       | 23 615 553  | 21 608 471  |
| dont eurocroissance | 0                | 0           | 0           | 510 021          | 515 637     | 506 022     |
| PVFP                | 144 697 992      | 140 934 187 | 137 567 275 | 156 655 552      | 153 467 244 | 150 091 784 |
| dont euro           | 117 274 047      | 115 512 409 | 113 925 266 | 125 540 173      | 124 346 342 | 122 806 386 |
| dont UC             | 27 423 945       | 25 421 778  | 23 642 009  | 29 808 385       | 27 810 482  | 25 988 733  |
| dont eurocroissance | 0                | 0           | 0           | 1 306 994        | 1 310 419   | 1 296 664   |

TABLE 8.15 – Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du plan stratégique

La NAV est donc augmentée pour les trois premières années de projection avec ce plan stratégique, notamment grâce à l'arrivée d'affaires nouvelles. En monde réel, l'assureur a aussi une hausse de rentabilité.

| en euros             | Scénario central | Plan stratégique |
|----------------------|------------------|------------------|
| SCR                  | 38 528 945       | 41 259 548       |
| Ratio de solvabilité | 177%             | 173%             |

TABLE 8.16 – Indicateurs de solvabilité du plan stratégique

Toutefois, le ratio de solvabilité de l'assureur est légèrement dégradé et atteint 173% (contre 177% auparavant) comme l'illustre le tableau 8.16 ci-dessus. Malgré une augmentation des fonds propres éligibles, le SCR augmente aussi. Cette hausse est liée à l'arrivée de nouveaux assurés, à l'augmentation marquée du SCR marché lié à la hausse du SCR actions ainsi qu'à la hausse du SCR vie. En effet, cette nouvelle réallocation cible du fonds euro privilégie davantage les actions durables (de type 2) que pour le scénario central. Le SCR du sous-module risque de spread augmente aussi et reflète le fait que les obligations de l'assureur semblent dans l'ensemble plus risquées.

Il est aussi intéressant de voir l'impact individuel de chaque mesure sur la rentabilité ainsi que la solvabilité de l'assureur. Les graphiques ci-dessous illustrent ces impacts :

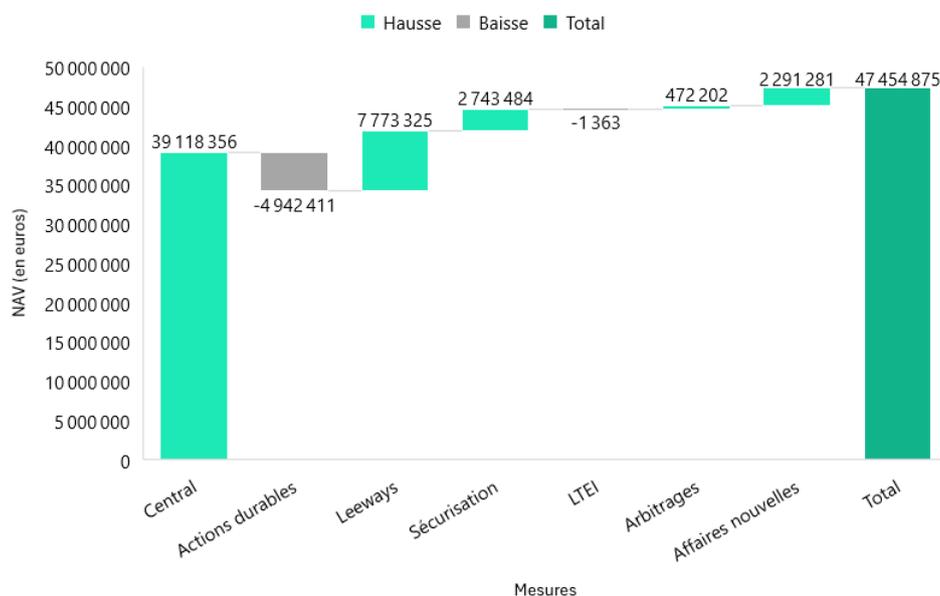


FIGURE 8.6 – Évolution de la NAV de l'assureur

L'augmentation de la part d'actions durables dans le portefeuille de l'assureur diminue fortement sa rentabilité en risque-neutre. En effet, en augmentant cette proportion d'actions, la volatilité des rendements augmente ainsi que l'asymétrie du résultat. Par conséquent, la TVOG augmente.

L'introduction des *leeways* ainsi que la sécurisation de l'allocation cible pour le fonds euro sont très intéressants pour l'assureur et lui permettent d'accroître sa rentabilité.

Puis, l'impact sur la rentabilité de l'assureur en classifiant une partie des actions en LTEI est très faible voire négligeable, il est toutefois négatif.

Enfin, la réalisation d'arbitrages et les affaires nouvelles sont bénéfiques pour l'assureur.

Toutes ces mesures permettent à l'assureur de renforcer sa rentabilité en risque-neutre (+21,31%)

tout en privilégiant les investissements durables.

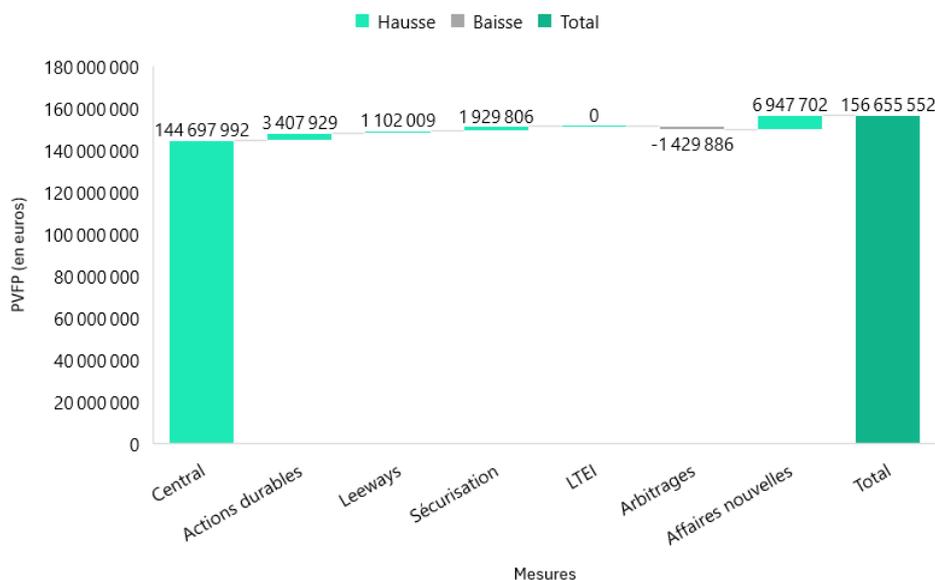


FIGURE 8.7 – Évolution de la PVFP de l'assureur

La rentabilité de l'assureur est augmentée en monde réel en privilégiant les investissements durables. En effet, ces investissements sont représentés par des actions de type 2 non cotées au sein du modèle qui rapportent davantage en monde réel en raison de leurs primes de risque.

La mise en place des différentes mesures permet globalement à l'assureur de renforcer sa rentabilité (+8,26%). Seuls les arbitrages diminuent la PVFP, mais faiblement. Contrairement aux résultats des pistes étudiées précédemment, la rentabilité de l'assureur est améliorée suite à la sécurisation de l'allocation. En effet, des contraintes sont ajoutées pour assurer cette sécurisation mais elles sont compensées par la flexibilité offerte par les *leeways*.

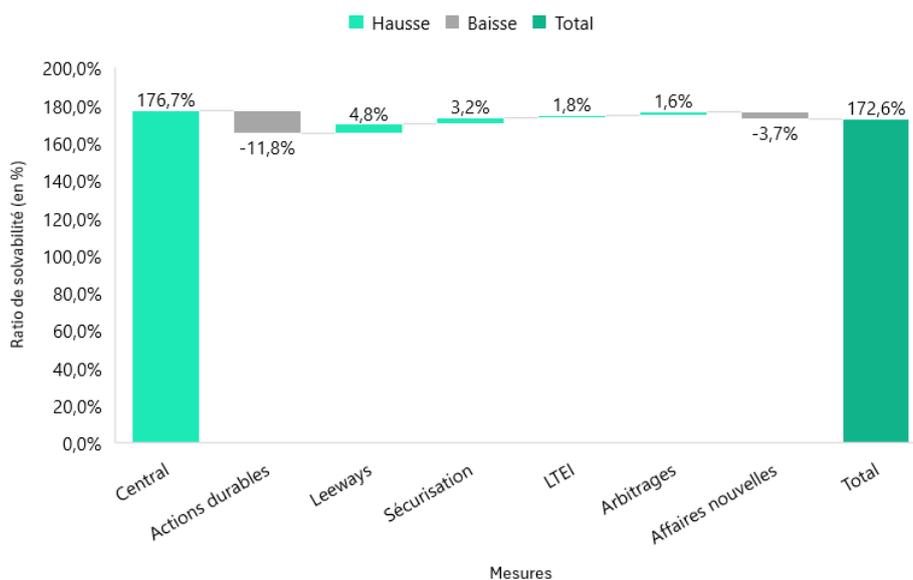


FIGURE 8.8 – Évolution du ratio de solvabilité de l'assureur

Le ratio de solvabilité de l'assureur est dégradé avec l'introduction des actions durables.

Grâce à l'introduction des *leeways* et la sécurisation de l'allocation, ce ratio augmente. Ces augmentations sont cohérentes avec les résultats obtenus dans la partie 8.1.

De plus, la classification de la moitié des actions durables comme LTEI permet à l'assureur de renforcer sa solvabilité.

L'arrivée d'affaires nouvelles ne permet pas de renforcer la solvabilité de l'assureur. En effet, l'introduction d'affaires nouvelles entraîne un risque accru lié aux prestations de l'assureur ainsi qu'aux actifs adossés quelle que soit la ventilation des primes. D'autre part, malgré une augmentation de la NAV, les fonds propres éligibles diminuent. La diminution de ces derniers est due à l'augmentation de la marge pour risque. Malgré une diminution du ratio de solvabilité, toutefois faible au regard de la forte hausse de rentabilité, ce dernier reste amplement supérieur à 100%.

Par conséquent, les mesures mises en place permettent de développer l'investissement durable en maîtrisant la solvabilité tout en augmentant la rentabilité.

### 8.3 Limites de l'étude

Tout d'abord, les études ont été réalisées à l'aide d'un modèle ALM qui réplique le plus fidèlement possible la gestion actif / passif d'un assureur vie tout en utilisant certaines simplifications. En effet, afin de faciliter la compréhension et l'utilisation du modèle, des approximations sont souvent nécessaires.

Toujours dans le cadre de la modélisation ALM et précisément au sein de SiALM, les rentes modélisées sont viagères, annuelles et à terme échu. Il aurait été intéressant de modéliser d'autres types de rentes comme les rentes temporaires, différées, ou les rentes versées mensuellement afin de mieux représenter les prestations dues par un assureur retraite à ses assurés.

Concernant les études, les résultats obtenus sont valables uniquement dans le cadre de l'étude réalisée en date du 31/12/2023 avec les hypothèses retenues et sont donc à explorer avec précaution.

Par ailleurs, à propos des scénarios incluant l'arrivée d'affaires nouvelles, le ratio de solvabilité dépend du SCR dont le calcul est effectué à l'aide de chocs instantanés en année 0 alors qu'ils devraient être réalisés après l'arrivée des affaires nouvelles afin de refléter réellement le risque ainsi que la solvabilité de l'assureur. Cette étude pourrait être enrichie en réalisant un ORSA afin de calculer un SCR à chaque pas de temps pour mieux appréhender les risques auxquels l'assureur est confronté.

De plus, les mesures concrètes auraient nécessité une quantification des impacts opérationnels liés à leurs mises en place. Il est de fait essentiel de comparer le bénéfice de la mesure au regard de son coût de mise en œuvre. Une mesure améliorant la rentabilité et la solvabilité de l'assureur, mais nécessitant des ressources opérationnelles importantes n'est peut-être pas pertinente à mettre en place. Faute de données disponibles, ces coûts n'ont pas pu être quantifiés dans le cadre de ce mémoire.

Enfin, en fixant des proportions minimales d'actifs non cotés dans les grilles d'investissement selon les profils de risque, la loi Industrie verte initie des changements en termes de diversification et de risques pour les investissements du PER. Malgré leurs rendements attractifs, ces actifs présentent des limites. Tout d'abord, comme la croissance et la rentabilité des entreprises non cotées sont plus lentes, tout comme leurs stabilisations, ces actifs ont généralement une liquidité réduite et sont plus risqués (d'où leurs rendements plus attractifs). Le risque de perte en capital est plus important pour ce type d'investissement. Ces investissements ne conviennent donc

pas à tous les profils d'assurés et en particulier aux personnes averses au risque. Ces derniers devront alors privilégier la gestion libre du PER pour ne pas intégrer ces actifs non cotés dans leurs investissements. Par ailleurs, les entreprises non cotées dépendent d'un cadre réglementaire susceptible de fluctuer régulièrement. Toutefois, la réputation de l'assureur s'améliore grâce à ses investissements durables. Cette réputation est renforcée grâce aux stratégies établies pour ce mémoire, visant à améliorer la rentabilité et la solvabilité de l'assureur tout en intégrant des investissements durables, qui sont justes (dans la mesure où elles ne lèsent pas les assurés).

Ce chapitre qui conclut le mémoire a permis tout d'abord d'explorer des pistes pour l'assureur dans l'objectif de conserver sa rentabilité et sa solvabilité tout en favorisant l'investissement durable.

Puis, les pistes concluantes ont été retenues et mises en place au sein de la construction d'un plan stratégique sur trois années afin de relever leurs impacts sur les résultats de l'assureur. Ces mesures ont permis de renforcer la rentabilité de l'assureur tout en encourageant les investissements durables et en maîtrisant la solvabilité.

# Conclusion

Le PER, créé en 2019 avec la loi PACTE, vise à financer l'économie réelle et rendre attractif la retraite supplémentaire en France. La loi Industrie verte renforce la volonté de soutenir la croissance au niveau national, et ce en fixant des proportions minimales d'actifs non cotés, pouvant financer les PME et ETI, à inclure dans les grilles de gestion pilotée du PER. Les fonds d'investissements alternatifs, partie intégrante des actifs non cotés, permettent d'investir sur des projets à long terme tel que le financement de la transition écologique. En France et en Europe de manière générale, les investissements responsables tendent à être privilégiés. Cette intention est supportée grâce aux directives, règlements, lois ou encore par la création de labels. La revue Solvabilité 2, prévue pour 2026, a comme objectif d'introduire des exigences quantitatives plus élevées pour les actifs dits "bruns".

Face à l'incertitude du contexte actuel marqué par une inflation et des taux élevés ainsi que d'un environnement volatile de la retraite en France, une bonne gestion du PER est primordiale. En effet, ce produit est une solution pérenne pour les assurés souhaitant anticiper et préparer leur retraite. D'où la nécessité pour les assureurs de le rendre attractif.

C'est dans ce contexte que ce mémoire explore des pistes pour optimiser la rentabilité du PER tout en intégrant les investissements durables, ces derniers étant une véritable opportunité à saisir. Afin de répondre à cette problématique, le mémoire commence par la présentation du paysage français de l'assurance retraite. Puis, le fonctionnement du modèle ALM interne et des enrichissements réalisés sont détaillés. Le cantonnement a été intégré pour respecter les exigences réglementaires du PER fixées par la loi PACTE. Ensuite, ce mémoire présente les travaux effectués afin de modéliser le PER : ajout d'hypothèses, modification de la phase de constitution, intégration des phases de liquidation et de restitution. Ces développements ont ainsi permis de réaliser les études nécessaires pour répondre à la problématique en partant d'une situation initiale représentative d'un assureur retraite français.

Si l'augmentation de la proportion d'actifs durables, représentés par du non coté, dans les investissements de l'assureur est rentable en monde réel (de part leurs primes de risque plus élevées), ce mémoire montre néanmoins que les impacts sont plutôt négatifs dans un environnement risque-neutre tant pour la rentabilité que pour la solvabilité. Afin de favoriser les investissements durables, l'assureur doit mettre en place des mesures pour stabiliser voire améliorer sa rentabilité et sa solvabilité.

De nombreuses pistes pour optimiser la rentabilité et la solvabilité de l'assureur ont été testées comme l'introduction des *leeways* pour la gestion des actifs, la stratégie d'arbitrages ou encore la stratégie d'acquisition des affaires nouvelles. La majorité de ces pistes a été bénéfique pour l'assureur, donc mise en place concrètement dans un plan stratégique sur trois années. Ce plan stratégique a permis d'étudier la rentabilité et la solvabilité de l'assureur en risque-neutre et en monde réel, de façon réaliste. Ces mesures ont amélioré la rentabilité de l'assureur en maîtrisant sa solvabilité qui ne se voit que faiblement dégradée. Par conséquent, ces études proposent des mesures intéressantes pour l'assureur afin d'intégrer au sein du PER des investissements durables

et de respecter les nouvelles proportions d'actifs non cotés fixées par la loi Industrie verte.

Il convient toutefois de noter que les études réalisées sont valables au 31/12/2023 avec les hypothèses retenues et ne tiennent pas compte des coûts opérationnels de mise en place des mesures. Elles doivent dès lors être étudiées prudemment.

Pour aller plus loin, il aurait pu être intéressant de mettre en place un ORSA afin de suivre la rentabilité et la solvabilité de l'assureur au fil du plan stratégique. Cet ORSA aurait notamment permis de calculer un ratio de solvabilité chaque année. Par ailleurs, d'autres mesures permettant à l'assureur de retrouver son ratio de solvabilité initial tout en privilégiant l'investissement durable pourraient être étudiées. Intégrer une nouvelle réallocation des fonds UC et eurocroissance semble être pertinent. En outre, la mise en place des profils de gestion pilotée du PER aurait permis une analyse plus approfondie de l'impact de l'intégration des investissements durables. Cela encouragerait la diversification des parts minimales d'actifs non cotés fixées par la loi Industrie verte. Également, afin de bénéficier d'une vision plus complète de la situation de l'assureur en favorisant une allocation durable, les investissements durables auraient pu être modélisés à travers d'autres actifs tels que les obligations vertes.

En conclusion, ce mémoire met en exergue certaines mesures permettant d'exploiter le potentiel du PER à atteindre le triple objectif suivant : favoriser les investissements durables tout en assurant la rentabilité des assureurs et l'attractivité pour les assurés et en maintenant les exigences prudentielles en matière de solvabilité. Au regard de ces éléments, le PER a le potentiel pour se positionner comme un véhicule important dans la transition vers une finance responsable et durable.

# Bibliographie

- [20 minutes, 2020] 20 MINUTES (2020). [La retraite complémentaire est-elle obligatoire ?](#)
- [ACPR, 2024] ACPR (2024). [La situation des assureurs soumis à Solvabilité II en France fin 2023.](#)
- [Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution, 2024] AUTORITÉ DE CONTRÔLE PRUDENTIEL ET DE RÉOLUTION (2024). Revue de la directive Solvabilité 2 : vers un régime proportionné.
- [Autorité des marchés financiers, 2020] AUTORITÉ DES MARCHÉS FINANCIERS (2020). [Plan d'épargne retraite : comprendre la gestion pilotée à horizon.](#)
- [Autorité des marchés financiers, 2024] AUTORITÉ DES MARCHÉS FINANCIERS (2024). [Finance durable : bien comprendre la Taxonomie et le règlement SFDR pour exprimer vos préférences.](#)
- [Benabderrahman et al., 2023] BENABDERRAHMAN, H., BENIELLI, J.-B., BRÉCHOT, B., CARLIER, C.-H., POMERLEAU, I. C., ELAROUÏ, M., KOHL, B., MER, S. L., MARIUZZA, D., MICHEL, L., NJOYA, E. S. N., OLLIVIER, C., POPA, T., SAIDI, Y., SCHNEIDER, M., SPEC-DECHERCHI, C. et TAI, M. (2023). Groupe de travail "best estimate liabilities vie".
- [Bouheddou, 2021] BOUHEDDOU, E. (2021). Modélisation ALM et mesures par sensibilités pour le nouveau produit PER.
- [Brigo et Mercurio, 2006] BRIGO, D. et MERCURIO, F. (2006). Interest rate models - theory and practice.
- [Chaudhry, 2019] CHAUDHRY, A. (2019). Etude de rentabilité du PER individuel d'AXA France.
- [Chevallier, 2017] CHEVALLIER, A. (2017). La différence de gestion du risque entre un contrat placé sous la réglementation FRPS et son équivalent sous Solvabilité 2.
- [Commission européenne, 2024] COMMISSION EUROPÉENNE (2024). [Le pacte vert pour l'Europe.](#)
- [Confédération française des retraités, 2016] CONFÉDÉRATION FRANÇAISE DES RETRAITÉS (2016). [Les grandes lignes de l'histoire de la retraite.](#)
- [Deloitte, 2023] DELOITTE (2023). [Loi Industrie Verte : de nouvelles opportunités en matière d'épargne et d'épargne retraite.](#)
- [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023a] DIRECTION DE LA RECHERCHE, DES ÉTUDES, DE L'ÉVALUATION ET DES STATISTIQUES (2023a). [Les retraités et les retraites, édition 2023.](#)
- [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b] DIRECTION DE LA RECHERCHE, DES ÉTUDES, DE L'ÉVALUATION ET DES STATISTIQUES (2023b). Données sur la retraite supplémentaire - données au 31 décembre 2022. [La retraite supplémentaire facultative et l'épargne retraite.](#)
- [Elo Ndakua, 2023] ELO NDAKUA, K. (2023). L'intérêt de l'eurocroissance dans les contrats PER.
- [Evano, 2023] EVANO, F. (2023). Introduction à Solvabilité 2, application de mesure de risque.
- [France Assureurs, 2022] FRANCE ASSUREURS (2022). [Les placements de l'assurance.](#)

- [Guimbretière et Pastoreli, 2023] GUIMBRETIERE, M. et PASTORELI, G. (2023). Cours Droit des assurances, Master 1, EURIA.
- [Herschlikovitz, 2023] HERSCHLIKOVITZ, L. (2023). [Retraite et régimes spéciaux, tout ce qu'il faut savoir.](#)
- [Jonglez de Ligne, 2022] JONGLEZ DE LIGNE, S. (2022). Modélisation et analyse du cantonnement des actifs sous un fonds d'épargne retraite PACTE.
- [Journal officiel de la République française, 2024] JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE (2024). .
- [Journal officiel de l'Union européenne, 2009] JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPÉENNE (2009). [DIRECTIVE 2009/138/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL.](#)
- [Journal officiel de l'Union européenne, 2014] JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPÉENNE (2014). [RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ \(UE\) 2015/35 DE LA COMMISSION.](#)
- [Journal officiel de l'Union européenne, 2022] JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPÉENNE (2022). [DIRECTIVE \(UE\) 2022/2464 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL.](#)
- [Kondo, 2022] KONDO, G. L. J. (2022). Stratégies de pilotage du PER dans le cadre prudentiel et en environnement de taux bas.
- [La retraite en clair, 2019] LA RETRAITE EN CLAIR (2019). [Les grandes dates de la retraite en France.](#)
- [La retraite en clair, 2020a] LA RETRAITE EN CLAIR (2020a). [Transférer mon contrat retraite vers un PER : conditions et modalités.](#)
- [La retraite en clair, 2020b] LA RETRAITE EN CLAIR (2020b). [La fiscalité de l'article 39.](#)
- [La retraite en clair, 2023] LA RETRAITE EN CLAIR (2023). [La fiscalité des Plans d'épargne retraite \(PER\).](#)
- [La retraite en clair, 2024] LA RETRAITE EN CLAIR (2024). [Quelle retraite pour les enseignants du privé ?](#)
- [La sécurité sociale, 2024] LA SÉCURITÉ SOCIALE (2024). [Les régimes.](#)
- [Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, 2018] MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE (2018). [La loi PACTE adoptée par le Parlement.](#)
- [Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, 2023] MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE (2023). [Déploiement du PER : plus de 80 Mds d'euros d'encours et 7 millions de titulaires fin 2022.](#)
- [Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion, 2024] MINISTÈRE DU TRAVAIL, DU PLEIN EMPLOI ET DE L'INSERTION (2024). [Panorama des régimes de retraites.](#)
- [Mourens et al., 2018] MOURENS, A., DONIO, M., KAMAL, A., ARROUY, P.-E., AYVAZIAN, C., BARON, T., BELLIER, G., BONNEFOY, P., BONNIN, F., BUZZY, A., CANARELLI, A., CHANDRASEKARAM, S., CHIU, F., CONNEAU, F., DEMBELE, Y., DEVINEAU, L., GARNIER, J.-B., GERBER, G., ROUGE, Y. H., JEBARRI, K., JIMENEZ, M., JUILLARD, M., KIZILIAN, E., LI, Y., MEDECIN, J.-P., RADI, Y., RALAIMIADANA, E., SAVIDAN, V., VEDANI, J., VESTRI, C., WAKSMAN, R., WILHELMY, F. et YOUNSI, R. (2018). [Document d'orientation, les générateurs de scénarios économiques : éléments d'analyse et exemples de pratiques actuarielles applicables au marché français.](#)
- [Mouret et Detroulleau, 2024] MOURET, S. et DETROULLEAU, S. (2024). L'offre Epargne est-elle compatible avec les ambitions en matière de durabilité et transition ?
- [Octavia, 2021] OCTAVIA, M. (2021). Modélisation d'un produit retraite supplémentaire individuel loi PACTE.

- [Piaser, 2023] PIASER, P. (2023). Cours IFRS 17, Master 2, EURIA.
- [Picard, 2022] PICARD, M. (2022). Impacts de mesures comptables sur la pérennité du fonds euro en période de taux bas.
- [Planchet, 2023] PLANCHET, F. (2023). [Construction et utilisation de scénarios économiques dans le contexte de Solvabilité 2.](#)
- [Retraite complémentaire agirc-arrco, 2023] RETRAITE COMPLÉMENTAIRE AGIRC-ARRCO (2023). [Le calcul des points cotisés AGIRC ARRCO.](#)
- [Saade, 2024] SAADE, W. (2024). Avec la hausse des taux, faut-il orienter la collecte vers l'euro-croissance ?
- [Service public, 2023a] SERVICE PUBLIC (2023a). [Pension de retraite à taux plein du salarié.](#)
- [Service public, 2023b] SERVICE PUBLIC (2023b). [Réforme des retraites : une série de mesures applicables au 1er septembre.](#)
- [Service public, 2023c] SERVICE PUBLIC (2023c). [Dans quels cas peut-on demander le déblocage anticipé de l'épargne salariale ?](#)
- [Service public, 2023d] SERVICE PUBLIC (2023d). [Plan d'épargne retraite \(PER\).](#)
- [Sia Partners, 2019] SIA PARTNERS (2019). La retraite : mythes et réalités.
- [Sia Partners, 2023] SIA PARTNERS (2023). Mise en place d'un générateur de scénarios économiques.
- [Sia Partners, 2024] SIA PARTNERS (2024). Documentation du modèle SiALM.
- [Tammam, 2014] TAMMAR, M. (2014). Simplifications pour le calcul du *Best Estimate* des engagements d'un régime de retraite.
- [Thérond, 2017] THÉRON, P. (2017). [IFRS 17, Grands principes et enjeux opérationnels.](#)
- [Tichit, 2019] TICHIT, D. (2019). Construction d'un modèle alm pour l'analyse de l'impact d'une remontée des taux sur la solvabilité d'un assureur vie.
- [Vie publique, 2024] VIE PUBLIQUE (2024). [Quelles réformes des retraites de 1993 à 2023 ?](#)
- [Yahoo finance, 2024] YAHOO FINANCE (2024). [FlexShares STOXX US ESG Select Index Fund \(ESG\).](#)

# Liste des figures

|              |  |       |
|--------------|--|-------|
| Figure 1:    | Les phases de constitution et restitution au sein du modèle SiALM . . . . .  | vi    |
| Figure 2:    | NAV (en euros), PVFP (en euros) et Ratio de solvabilité (en pourcentage) . . . . .   | viii  |
| Figure 3:    | Évolution de la NAV de l’assureur . . . . .  | x     |
| Figure 4:    | Évolution de la PVFP de l’assureur . . . . .   | x     |
| Figure 5:    | Évolution du ratio de solvabilité de l’assureur . . . . .  | x     |
| Figure 6:    | Accumulation and distribution phases within the SiALM model . . . . .  | xiv   |
| Figure 7:    | NAV (in euros), PVFP (in euros) and Solvency ratio (in percentage) . . . . .   | xvi   |
| Figure 8:    | Evolution of the insurer’s NAV . . . . .   | xviii |
| Figure 9:    | Evolution of the insurer’s PVFP . . . . .  | xviii |
| Figure 10:   | Evolution of the insurer’s solvency ratio . . . . .  | xviii |
| Figure 1.1:  | Pyramide de l’assurance retraite en France . . . . .   | 7     |
| Figure 1.2:  | Effectifs de retraités de droit direct tous régimes (en dizaines de milliers de personnes) . . . . .   | 9     |
| Figure 1.3:  | Nombre d’adhérents aux régimes supplémentaires de retraite, hors contrat Article 39 (en dizaines de milliers de personnes) . . . . .   | 10    |
| Figure 1.4:  | Encours des régimes supplémentaires de retraite (en milliards d’euros) . . . . .   | 11    |
| Figure 1.5:  | Encours du PER au 31 décembre 2022 (en milliards d’euros) . . . . .  | 11    |
| Figure 1.6:  | Encours du PER (en milliards d’euros) en fonction du produit au 31 décembre 2022. Source : [Ministère de l’économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, 2023] . . . . . | 11    |
| Figure 1.7:  | Montant des prestations (en millions d’euros) selon le régime de retraite supplémentaire au 31 décembre 2022 . . . . .   | 12    |
| Figure 1.8:  | Montant des cotisations (en millions d’euros) selon le régime de retraite supplémentaire au 31 décembre 2022 . . . . .   | 12    |
| Figure 1.9:  | Montant des encours (en millions d’euros) selon le régime de retraite supplémentaire au 31 décembre 2022 . . . . .   | 12    |
| Figure 1.10: | Pourcentage des prestations des régimes de retraite supplémentaires selon l’acteur au 31 décembre 2022 . . . . .   | 13    |
| Figure 1.11: | Pourcentage des cotisations des régimes de retraite supplémentaires selon l’acteur au 31 décembre 2022 . . . . .   | 13    |
| Figure 1.12: | Pourcentage des encours des régimes de retraite supplémentaires selon l’acteur au 31 décembre 2022 . . . . .   | 13    |
| Figure 1.13: | Différentes phases d’un régime de retraite . . . . .   | 14    |
| Figure 1.14: | Produits de retraite supplémentaire avant la loi PACTE. Source : [Sia Partners, 2019] . . . . .  | 16    |
| Figure 1.15: | Produits d’épargne retraite modifiés par la loi PACTE. Source : [Service public, 2023d] . . . . .  | 17    |
| Figure 1.16: | Produits de retraite supplémentaire après la loi PACTE. Source : [Sia Partners, 2019] . . . . .  | 18    |
| Figure 1.17: | Les compartiments du PER. Source : [Sia Partners, 2019] . . . . .  | 19    |
| Figure 1.18: | La transférabilité du PER. Source : [La retraite en clair, 2020a] . . . . .  | 19    |
| Figure 1.19: | La transférabilité des anciens contrats d’épargne retraite vers le PER. Source : [La retraite en clair, 2020a] . . . . .   | 22    |
| Figure 2.1:  | Bilan comptable en normes françaises. Source : [Piaser, 2023] . . . . .  | 24    |
| Figure 2.2:  | Bilan prudentiel sous Solvabilité 2. Source : [Piaser, 2023] . . . . .   | 26    |
| Figure 3.1:  | Impact du taux technique sur le montant de la rente . . . . .  | 37    |
| Figure 3.2:  | Structure d’un modèle ALM. Source : [Picard, 2022] . . . . .   | 39    |
| Figure 4.1:  | Test de martingalité . . . . .   | 46    |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 4.2: Test de <i>market consistency</i> . . . . .   | 46  |
| Figure 4.3: Les étapes du modèle SiALM chaque année de projection . . . . .   | 48  |
| Figure 4.4: Les deux premières étapes de l'algorithme de PB. Source : [Picard, 2022] . . . . .  | 55  |
| Figure 4.5: Les deux dernières étapes de l'algorithme de PB. Source : [Picard, 2022] . . . . .  | 56  |
| Figure 5.1: Les étapes d'un <i>run</i> du modèle SiALM avant et après cantonnement . . . . .  | 57  |
| Figure 5.2: Les étapes d'une année de projection du modèle SiALM avant le cantonnement . . . . .  | 59  |
| Figure 5.3: Les étapes d'une année de projection du modèle SiALM après le cantonnement . . . . .  | 59  |
| Figure 6.1: Les phases de constitution et restitution au sein du modèle SiALM . . . . .   | 66  |
| Figure 6.2: Taux de rachats structurels partiels en fonction de l'ancienneté du contrat . . . . .   | 67  |
| Figure 6.3: Taux de rachats structurels totaux en fonction de l'ancienneté du contrat . . . . .   | 67  |
| Figure 6.4: Les étapes de liquidation au sein du modèle SiALM . . . . .   | 70  |
| Figure 7.1: Les secteurs composant l'indice responsable. Source : [Yahoo finance, 2024] . . . . .   | 81  |
| Figure 7.2: Composition initiale de l'actif en face des engagements en euro . . . . .   | 83  |
| Figure 7.3: Composition initiale de l'actif en face des engagements en UC . . . . .   | 83  |
| Figure 7.4: Provisions mathématiques en fonction de l'âge et du sexe de l'assuré . . . . .  | 84  |
| Figure 7.5: Nombres de contrats en fonction de l'âge et du sexe de l'assuré . . . . .   | 84  |
| Figure 7.6: Provisions mathématiques euro en fonction de l'âge et du sexe de l'assuré . . . . .   | 84  |
| Figure 7.7: Nombres de contrats en fonction de l'âge et du sexe de l'assuré . . . . .   | 84  |
| Figure 7.8: Composition initiale de l'actif pour le scénario central . . . . .  | 88  |
| Figure 7.9: Composition initiale de l'actif pour le scénario privilégiant les actions durables . . . . .  | 88  |
| Figure 8.1: Duration résiduelle du passif en fonction des années de projection . . . . .  | 99  |
| Figure 8.2: Taux de plus-values réalisées sur les actions de type 2 en fonction de l'année de projection . . . . .                              | 100 |
| Figure 8.3: Évolution de la NAV euro en risque-neutre en fonction de la proportion de LTEI au sein des actions de type 2 . . . . .              | 102 |
| Figure 8.4: Évolution du SCR en fonction de la proportion de LTEI au sein des actions de type 2102  |     |
| Figure 8.5: Mesures mises en place au sein du plan stratégique . . . . .  | 105 |
| Figure 8.6: Évolution de la NAV de l'assureur . . . . .   | 107 |
| Figure 8.7: Évolution de la PVFP de l'assureur . . . . .  | 108 |
| Figure 8.8: Évolution du ratio de solvabilité de l'assureur . . . . .   | 108 |
| Figure B.1: La retraite obligatoire pour les salariés. Source : [Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion, 2024] . . . . .       | 121 |
| Figure B.2: La retraite obligatoire pour les non-salariés. Source : [Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion, 2024] . . . . .   | 122 |
| Figure B.3: La retraite obligatoire pour les fonctionnaires. Source : [Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion, 2024] . . . . . | 123 |
| Figure C.1: Segmentation des salaires en fonction du PASS . . . . .   | 124 |
| Figure E.1: Les modules et sous-modules de risque de la formule standard (pieuvre). Source : [Sia Partners, 2024] . . . . .                     | 129 |
| Figure F.1: Taux d'inflation sur le scénario monde réel . . . . .   | 137 |
| Figure F.2: Taux de rendement des actions et de l'immobilier sur le scénario monde réel . . . . .   | 138 |
| Figure F.3: Taux sur le scénario monde réel . . . . .   | 138 |

# Liste des tableaux

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 1   | Bilan comptable initial . . . . .   | vii |
| 2   | Indicateurs de performance . . . . .  | vii |
| 3   | Initial balance sheet . . . . .   | xv  |
| 4   | Performance indicators . . . . .  | xv  |
| 1.1 | Les réformes de la retraite. Source : [Vie publique, 2024] . . . . .  | 5   |
| 1.2 | Effectifs de personnes possédant un contrat de retraite supplémentaire fin 2022. Source : [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b] . . . . .               | 10  |
| 1.3 | Encours des différents dispositifs de retraite supplémentaire au 31/12/2022. Source : [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b] . . . . .                   | 10  |
| 1.4 | Différents fonds des régimes supplémentaires de retraite . . . . .  | 15  |
| 1.5 | Différents produits de retraite supplémentaire . . . . .  | 15  |
| 1.6 | Parts minimales d'actifs à faible risque du PER selon les profils de risque. Source : [Autorité des marchés financiers, 2020] . . . . .   | 20  |
| 1.7 | La fiscalité en sortie du PER pour le compartiment 1. Source : [Service public, 2023d] . . . . .  | 21  |
| 1.8 | La fiscalité en sortie du PER pour les compartiments 2 et 3. Source : [Service public, 2023d] . . . . .   | 21  |
| 2.1 | Informations à produire (propres à Solvabilité 2). Source : [Guimbretière et Pastoreli, 2023] . . . . .   | 27  |
| 2.2 | Les critères ESG . . . . .  | 30  |
| 2.3 | Parts minimales d'actifs non cotés selon les profils de risque du PER. Source : [Journal officiel de la République française, 2024] . . . . .   | 31  |
| 5.1 | Partage des richesses résiduelles en fin de projection . . . . .  | 60  |
| 5.2 | Résultats obtenus en fin de projection pour la première projection . . . . .  | 62  |
| 5.3 | Résultats obtenus en fin de projection pour la seconde projection . . . . .   | 62  |
| 5.4 | Résultats obtenus en fin de projection pour la troisième projection . . . . .   | 62  |
| 5.5 | Résultats obtenus en fin de projection pour la quatrième projection . . . . .   | 63  |
| 6.1 | Les éléments du solde de souscription . . . . .   | 75  |
| 6.2 | Les éléments du solde de gestion . . . . .  | 75  |
| 6.3 | Les éléments de la marge sur arbitrages . . . . .   | 75  |
| 6.4 | Les éléments du résultat financier . . . . .  | 75  |
| 7.1 | Plus ou moins-values latentes en fonction du type d'actifs au sein du modèle SiALM. Source : [ACPR, 2024]. . . . .  | 83  |
| 7.2 | Répartition des montants de rentes au sein du portefeuille. Source : [Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2023b]. . . . .                                     | 85  |
| 7.3 | <i>Spreads</i> diminuant le taux concurrentiel épargne pour déterminer le taux de rachats dynamiques (en phase de constitution) et le taux cible de revalorisation des contrats de retraite . . . . . | 86  |
| 7.4 | Bilan comptable initial du canton de retraite du scénario central . . . . .   | 86  |
| 7.5 | Bilan comptable initial du canton de fonds propres du scénario central . . . . .  | 86  |
| 7.6 | Résultats obtenus en fin de projection pour le scénario central . . . . .   | 87  |
| 7.7 | Indicateurs pour le scénario privilégiant les actions durables . . . . .  | 88  |
| 8.1 | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario réalisant des arbitrages de l'euro vers l'UC, l'eurocroissance et les deux fonds . . . . .   | 91  |
| 8.2 | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario réalisant des arbitrages de l'euro vers l'UC et l'eurocroissance . . . . .   | 92  |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 8.3  | Scénarios étudiant les arrivées d'affaires nouvelles . . . . .  | 93  |
| 8.4  | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité des premiers scénarios avec des affaires nouvelles   | 94  |
| 8.5  | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité des derniers scénarios avec des affaires nouvelles   | 95  |
| 8.6  | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec des affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance la première année de projection . . . . .  | 96  |
| 8.7  | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec des affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance la deuxième année de projection . . . . .  | 96  |
| 8.8  | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec des affaires nouvelles privilégiant l'UC et l'eurocroissance la troisième année de projection . . . . . | 97  |
| 8.9  | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario sécurisant progressivement l'allocation  | 98  |
| 8.10 | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec les <i>leeways</i> sur les actions de type 2 . . . . .  | 100 |
| 8.11 | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario avec les <i>leeways</i> sur tous les actifs  | 101 |
| 8.12 | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du scénario LTEI 40% . . . . .   | 103 |
| 8.13 | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité des différents scénarios . . . . .   | 104 |
| 8.14 | Répartition des encours pour les primes des affaires nouvelles en fonction de l'année d'entrée en portefeuille . . . . .  | 106 |
| 8.15 | Indicateurs de rentabilité et de solvabilité du plan stratégique . . . . .  | 106 |
| 8.16 | Indicateurs de solvabilité du plan stratégique . . . . .  | 107 |
|      |   |     |
| E.1  | La matrice d'agrégation pour les différents modules du SCR. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2009] . . . . .   | 130 |
| E.2  | La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de marché. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014] . . . . .                       | 131 |
| E.3  | La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de souscription santé. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014] . . . . .           | 132 |
| E.4  | La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de souscription en santé SLT. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014] . . . . .    | 132 |
| E.5  | La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de souscription en vie. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014] . . . . .          | 134 |
| E.6  | La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de souscription non-vie. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014] . . . . .         | 135 |

## Annexe A

# Comment fonctionnent les régimes de retraite à points ?

Dans le cas de ce régime, le salarié verse des cotisations durant sa carrière qui sont converties en points en fonction de la valeur d'achat d'un point. Lors de son départ à la retraite, les points acquis sont transformés en pension de retraite en les multipliant par leur valeur de service. La valeur de service d'un point peut être différente de sa valeur d'achat. L'engagement de l'assuré porte sur le versement des cotisations, qui sont alors converties en fonction de la valeur d'achat du point (fixée chaque année par l'assureur).

Le nombre de points acquis par l'assuré est déterminé par :

$$\text{Nombre de points acquis} = \sum_{t \in \text{Dates de versement}} \frac{\text{Cotisations}_t}{\text{Valeur d'achat d'un point}_t} \quad (\text{A.1})$$

L'engagement de l'assureur porte sur le nombre de points acquis (et non sur le montant des futurs droits de l'assuré) qui seront dûs à l'assuré. La pension de l'assuré sera calculée de la manière suivante, en utilisant la valeur courante de service du point :

$$\text{Pension} = \text{Nombre de points acquis} \times \text{Valeur de service du point} \quad (\text{A.2})$$

## Annexe B

# Les caisses de retraite obligatoire selon la catégorie socio-professionnelle <sup>1</sup>

Pour les **salariés** :

|  | Retraite de base   | Retraite complémentaire   |   |
|--|--|---|---|
| Salariés de l'agriculture  | <b>MSA</b> (Mutuelle Sociale Agricole)   | <b>AGIRC-ARRCO</b> (Régime unifié de l'Association Générale des Institutions de Retraite des Cadres et de l'Association pour le Régime de Retraite Complémentaire des salariés) |   |
| Salariés de l'industrie, du commerce et des services                   | <b>CNAV</b> (Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse des travailleurs salariés)  |   |   |
| Enseignants du privé   |  |   |   |
| Agents non titulaires de l'Etat des Collectivités publiques            |  |   | <b>IRCANTEC</b> (Institution de Retraite Complémentaire des Agents Non Titulaires de l'Etat et des Collectivités publiques) |
| Personnel navigant de l'aéronautique civile                            |  |   | <b>CRPNPAC</b> (Caisse de Retraite complémentaire du Personnel Navigant Professionnel de l'Aéronautique Civile)             |
| Ouvriers de l'Etat   |  |   | <b>FSPOEIE</b> (Fonds Spécial des Pensions des Ouvriers des Etablissements Industriels de l'Etat)                           |
| Salariés relevant d'entreprises ou de professions à statut particulier | <b>CRPCF</b> (Comédie-Française), <b>ENIM</b> (Marins), <b>CROPERA</b> (Caisse de Retraites des personnels de l'Opéra national de Paris) |   |   |

FIGURE B.1 – La retraite obligatoire pour les salariés. Source : [Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion, 2024]

Il convient de noter la fermeture des régimes spéciaux de retraite suivants pour les nouveaux salariés depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2023 :

- CRPCEN pour les clercs et employés de notaire.
- CNIEG pour les employés des Industries Électriques et Gazières.
- CRP RATP pour les employés de la RATP.
- Banque de France pour les employés de la Banque de France.

Les nouveaux salariés de ces secteurs sont affiliés au régime général pour la retraite de base (aussi appelé Assurance retraite, géré par la CNAV) et au régime complémentaire AGIRC-ARRCO.

1. Les différents acronymes utilisés sont définis dans la liste des acronymes.

Pour les enseignants du privé contractuels ou agréés<sup>2</sup>, d'après [La retraite en clair, 2024], il est possible de bénéficier d'une allocation de retraite temporaire qui leur permet de partir à la retraite avant l'âge légal, appelée RETREP (Régime temporaire de retraite de l'enseignement privé) pour les enseignants relevant du ministère de l'Éducation nationale ou ATCA (Allocation temporaire de cessation d'activité) pour les enseignants relevant du ministère de l'Agriculture. Afin de bénéficier du RETREP ou de l'ATCA, plusieurs conditions sont à remplir. Une retraite additionnelle (à la retraite de base et à la retraite complémentaire) est attribuée si certaines conditions sont respectées : RAR (Régime Additionnel de Retraite des Enseignants du Privé).

#### Pour les non-salariés :

|   | Retraite de base   | Retraite complémentaire  |
|---|--|--|
| Exploitants agricoles   | MSA (Mutuelle Sociale Agricole)  |  |
| Artisans, commerçants et industriels, professions libérales non réglementées, gérants des débits de tabac | SSI (Sécurité Sociale pour les Indépendants)                               |  |
| Professions libérales   | CNAVPL (Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse des Professions Libérales) | CPRN, CAVOM, CARMF, CARCDSF, CAVP, CARPIMKO, CARPV, CAVAMAC, CAVEC, CIPAV          |
|   | CNBF (Caisse Nationale des Barreaux Français)                              |  |
| Artistes, auteurs d'œuvres originales   | CNAV (Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse des travailleurs salariés)   | IRCEC (Institution de Retraite Complémentaire de l'Enseignement et de la Création) |
| Patrons pêcheurs embarqués  | ENIM (Etablissement National des Invalides de la Marine)                   |  |
| Membres des cultes  | CAVIMAC (Caisse d'Assurance Vieillesse, Invalidité et Maladie des Cultes)  | AGIRC-ARRCO  |
| Parlementaires  | Caisse de retraite de l'Assemblée nationale, Caisse de retraite du Sénat   |  |

FIGURE B.2 – La retraite obligatoire pour les non-salariés. Source : [Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion, 2024]

A l'instar du cas des salariés, le régime spécial de la CESE (pour les conseillers du Conseil Économique, Social et Environnemental) n'est plus accessible aux nouveaux salariés à partir du 1<sup>er</sup> septembre 2023. Les membres du CESE sont affiliés au régime général pour la retraite de base et au régime complémentaire AGIRC-ARRCO.

Une retraite additionnelle existe pour les gérants des débits de tabac : la RAVGDT (Régime d'allocations viagères des gérants de débits de tabac), comme expliquée dans l'Amendement 1189 de l'Assemblée nationale<sup>3</sup>.

#### Pour les fonctionnaires :

2. Les enseignants du privé peuvent être des contractuels et sont alors non-titulaires de la fonction publique, des suppléants ou agréés et ils exercent comme salariés dans un établissement privé sous contrat avec l'État, des enseignants hors contrat et ils exercent comme des salariés dans un établissement indépendant

3. L'Amendement 1189 est publié le 20 octobre 2017.



FIGURE B.3 – La retraite obligatoire pour les fonctionnaires. Source : [Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion, 2024]

La RAFFP (Retraite additionnelle de la fonction publique) est une retraite additionnelle pour les fonctionnaires cotisant au service de retraites de l'État ou au CNRACL. Ce régime fonctionne par points.

## Annexe C

# Comment fonctionnent les régimes obligatoires ?

En premier lieu, le salaire annuel de chaque personne est segmenté en plusieurs tranches, en fonction du Plafond Annuel de la Sécurité sociale (PASS), qui s'élève à 46 368 euros au 1<sup>er</sup> janvier 2024 (contre 43 992 euros en 2023). Chaque tranche correspond au regroupement de un ou plusieurs PASS. Dans le cas de la retraite de base de la Sécurité sociale, les droits sont acquis uniquement sur la première tranche du salaire (tranche 1), qui correspond à un PASS. Pour ce qui est de la retraite complémentaire principale AGIRC-ARRCO, les droits (identiques pour les cadres et non cadres) sont acquis sur la deuxième tranche du salaire (tranche 2), qui correspond à 7 PASS.

Le découpage du salaire en tranches est schématisé ci-dessous :

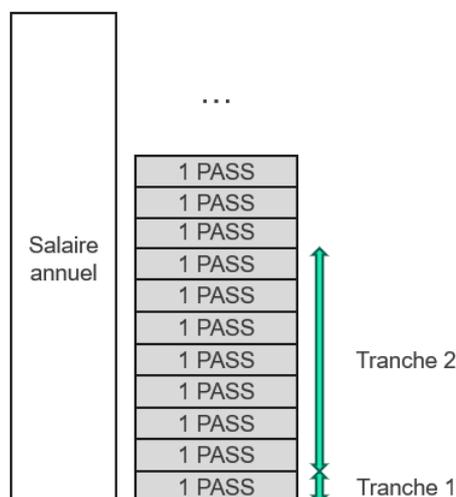


FIGURE C.1 – Segmentation des salaires en fonction du PASS

La formule utilisée pour calculer la rente (ou pension) de retraite de base de la Sécurité Sociale que recevra le retraité est :

$$\text{Pension} = \text{SAM} \times \text{Taux de pension} \times \frac{\text{Durée d'assurance au régime général}}{\text{Durée d'assurance nécessaire pour le taux plein}} \times (1 + \text{Majorations}) \quad (\text{C.1})$$

où :

- SAM : Salaire Annuel Moyen calculé dans la limite du PASS et revalorisé chaque année. Depuis 2008, le SAM se base sur les 25 meilleures années de salaire revalorisées.

- Taux de pension : taux d'abattement fixé à 50%, diminuant de 0,0625% par trimestre manquant de cotisation dans la limite de 25% d'abattement. La retraite de base est accordée à taux plein (c'est à dire à un taux de pension à 50%) lorsque le départ à la retraite est effectué après 67 ans ou lorsque le départ à la retraite est effectué avant 67 ans avec un nombre de trimestres cotisés suffisant.
- Durée d'assurance au régime général : nombre de trimestres cotisés par le salarié.
- Durée d'assurance nécessaire pour le taux plein : nombre de trimestres exigés pour atteindre le taux plein de 50%. Ce nombre de trimestre varie en fonction de l'année de naissance de 166 à 172 trimestres.
- Majorations : majorations de la rente dans le cas où le salarié a des enfants ou a besoin d'une tierce personne.

La formule de calcul du nombre de points de la retraite complémentaire AGIRC-ARRCO est la suivante :

$$\text{Nombre de points} = \frac{\text{Assiette de cotisations} \times \text{Taux de calcul des points}}{\text{Prix d'achat d'un point}} \quad (\text{C.2})$$

où :

- Assiette de cotisations : montant correspondant à la partie du salaire sur laquelle les cotisations sont prélevées.
- Taux de calcul des points : pourcentage appliqué sur l'assiette de cotisations pour déterminer le montant de cotisations nécessaire pour acquérir un point.
- Prix d'achat d'un point (ou salaire de référence) : montant de cotisations qui permet d'acquérir un point de retraite.

La pension perçue par le salarié lors de son départ à la retraite correspond alors au nombre de points acquis multiplié par la valeur du point en usage. Le salarié ne connaît donc pas le montant de sa retraite mais uniquement le nombre de points acquis.

## Annexe D

# Les produits de retraite supplémentaire avant la loi PACTE

### Article 83

L'article 83 du Code général des impôts autorise les entreprises à mettre en place des régimes de retraite supplémentaires pour ses salariés. Le contrat Article 83 est un produit de retraite supplémentaire collectif à cotisations définies et à adhésion obligatoire. Chaque salarié a un compte individuel qui est alimenté par des versements obligatoires (et réguliers) de l'entreprise et facultatifs du salarié. Les versements effectués sur ce produit sont définitivement acquis si le salarié change d'entreprise. Les supports utilisés pour ce produit sont les supports euro et UC. Lors du départ à la retraite du salarié, l'épargne est reversée sous forme de rentes, soumises à l'impôt sur le revenu. Il existe des cas qui permettent la sortie anticipée du contrat.

### Plan d'Épargne Retraite Entreprise (PERE)

Le PERE est un produit de retraite supplémentaire collectif à cotisations définies, qui est mis en place dans le cadre d'un contrat Article 83. Les supports utilisés pour ce produit sont les supports euro et UC. Les versements sont obligatoires pour l'entreprise et facultatifs pour le salarié. Si l'entreprise a souscrit à un PERE, alors l'adhésion par le salarié est obligatoire. Lors du départ à la retraite du salarié, l'épargne est reversée sous forme de rentes, soumises à l'impôt sur le revenu.

### Article 82

L'Article 82 est un produit de retraite supplémentaire collectif à cotisations définies et à adhésion facultative fourni par une assurance. Chaque salarié a un compte individuel qui est alimenté par des versements facultatifs de l'entreprise et du salarié. Lors du départ à la retraite du salarié, l'épargne est reversée sous forme de rentes ou de capital.

### Régime L 441

Le Régime L 441 est un produit de retraite supplémentaire collectif fonctionnant par points à cotisations définies et à adhésion obligatoire ou facultative. Le salarié prépare sa retraite en achetant des points ou unités de rente.

### Plan d'Épargne pour la Retraite Collectif (PERCO)

L'épargne salariale, système mis en place dans certaines entreprises, permet aux salariés de se constituer une épargne en vue, par exemple, de préparer leur retraite. L'entreprise va verser aux salariés des primes liées à la performance de l'entreprise : l'intéressement et la participa-

tion. Les salariés peuvent aussi effectuer des versements volontaires qui peuvent être abondés par l'entreprise (ou non). L'épargne salariale permet aux entreprises de fidéliser leurs salariés en proposant des versements intéressants. Fiscalement et socialement, l'entreprise bénéficie d'avantages en effectuant des versements sur l'épargne salariale de ses employés. L'épargne salariale repose principalement sur deux produits : le Plan d'Épargne pour la Retraite Collectif (PERCO) et le Plan d'Épargne Entreprise (PEE). Le Plan d'Épargne Entreprise est un système d'épargne salariale permettant aux salariés d'acheter des valeurs mobilières. Les sommes placées sur le PEE sont bloquées pendant minimum 5 ans.

Le PERCO est un produit d'épargne salariale à la frontière entre le produit collectif et individuel fourni par une entreprise de gestion d'actifs. Le PERCO doit proposer au moins 3 supports d'investissement qui présentent des modes de gestion différentes. Parmi ces supports, se trouve le FCPE (Fonds Commun de Placement d'Entreprise). Lors du départ à la retraite, l'épargne est reversée sous forme de rentes, soumises à l'impôt sur le revenu, ou de capital. Il existe des cas qui permettent la sortie anticipée du contrat. Pour pouvoir proposer le PERCO à ses salariés, l'entreprise doit avoir instauré un PEE (Plan d'Épargne Entreprise) ou un PEI<sup>1</sup> (Plan d'Épargne Interentreprises).

### Article 39

L'Article 39, d'après [La retraite en clair, 2020b], est un produit de retraite supplémentaire collectif à prestations définies fourni par assurance. Le contrat garantit soit un niveau de revenus à la retraite (retraite différentiel ou encore retraite chapeau) soit un montant de rentes égal à un pourcentage du dernier salaire perçu dans l'entreprise (retraite additionnelle). Pour pouvoir proposer ce contrat, l'entreprise doit proposer aux salariés un PERCO ou un Article 83. Les versements sont intégralement effectués par l'entreprise et les salariés retraités bénéficient d'une rente avec un montant fixé par l'employeur à la mise en place du régime. Le support utilisé pour ce type de produits est le support euro. Les salariés bénéficient de la rente de ce produit de retraite uniquement s'ils sont présents dans l'entreprise à leur départ en retraite. Lors du départ à la retraite du salarié, l'épargne est reversée sous forme de rentes, soumises à l'impôt sur le revenu.

### Plan d'Épargne Retraite Populaire (PERP)

Le PERP est un produit de retraite supplémentaire individuelle fourni par une assurance (créé par la loi Fillon en 2003). Les supports utilisés pour ce type de produits sont les supports euro et UC. Les cotisations sont individuelles, tout comme la souscription. Lors du départ à la retraite du salarié, l'épargne est reversée sous forme de rentes, soumises à l'impôt sur le revenu, ou sous forme de capital si le contrat le prévoit (au maximum égal à 20% de la valeur du contrat). Il existe des cas qui permettent la sortie anticipée du contrat.

### Contrat Madelin

Le contrat Madelin est un produit de retraite supplémentaire individuelle fourni par une assurance pour les travailleurs non salariés et non agricoles. Chaque année, l'assuré doit verser annuellement un minimum de cotisations. Lors du départ à la retraite du salarié, l'épargne est reversée sous forme de rentes. Il existe des cas qui permettent la sortie anticipée du contrat.

---

1. Comme le PEE, il permet aux salariés de recevoir les primes liées à la performance de l'entreprise et d'effectuer des versements volontaires. Le PEI est cependant commun à plusieurs entreprises.

# Annexe E

## Focus pilier 1 de Solvabilité 2

Cette première annexe s'inspire des sources suivantes : [Evano, 2023], [Journal officiel de l'Union européenne, 2014] et [Journal officiel de l'Union européenne, 2009].

Le pilier 1 de Solvabilité 2 décrit les exigences quantitatives. Le nouveau bilan prudentiel, introduit par Solvabilité 2, où les actifs et passifs sont évalués en valeur de marché a pour objectif de définir un niveau de fonds propres permettant de couvrir des exigences en capital, basées sur l'application d'une formule standard ou d'un modèle interne : le MCR et le SCR.

Sous Solvabilité 2, les provisions techniques sont la somme du *Best Estimate* (meilleure estimation des engagements d'assurance) et d'une marge pour risque :

$$\text{Provisions techniques} = \text{Best Estimate} + \text{Marge pour risque} \quad (\text{E.1})$$

où :

- Le Best Estimate correspond à "la moyenne pondérée par leur probabilité des flux de trésorerie futurs compte tenu de la valeur temporelle de la richesse estimée sur la base de la courbe des taux sans risque pertinente, soit la valeur actuelle attendue des flux de trésorerie futurs"<sup>1</sup>.
- La marge pour risque correspond à la part des provisions techniques représentative du coût en capital qu'engendrerait le portage des risques et peut se calculer ainsi :

$$\text{Marge pour risque} = \text{Coût du capital} \times \sum_{t \leq 0} \frac{\text{SCR}(t)}{(1 + r_{t+1})^{t+1}} \quad (\text{E.2})$$

où :

- Coût du capital : taux du coût du capital, fixé à 6%.
- SCR(t) : capital de solvabilité requis pour l'année t en ignorant le risque de marché évitable.
- $r_{t+1}$  : taux d'intérêt sans risque pour l'échéance (t+1) années.

Les exigences de capital requises sont le SCR et le MCR. Le SCR, *Solvency Capital Requirement*, correspond à la *value at risk* à horizon 1 an des fonds propres de base<sup>2</sup> de l'entreprise avec un niveau de confiance de 99,5%. Le MCR, *Minimum Capital Requirement*, correspond au minimum absolu de capital à détenir. Le MCR se calcule à partir de formules, différentes pour

---

1. D'après l'article R351-2 du Code des assurances.

2. Les fonds propres se décomposent en deux sous Solvabilité 2 : les fonds propres de base et les fonds propres auxiliaires. Les fonds propres de base correspondent à l'excédent d'actif par rapport au passif. Les fonds propres auxiliaires peuvent aussi être utilisés pour absorber les pertes.

les activités vie et non-vie. Le MCR ne peut être inférieur à 25% du SCR sans excéder 45% du SCR.

### Le calcul du SCR en formule standard

Le calcul du SCR doit déterminer les différentes exigences en capital d'une entreprise au titre des modules (et sous-modules) de risque prévus par la formule standard. Pour chaque module et sous-module, un calcul de capital est effectué via une approche par scénario ou une approche par facteur. L'approche par facteur utilise une formule fermée pour déterminer le SCR. L'approche par scénario applique un scénario de choc au bilan économique. Ces exigences en capital sont ensuite agrégées pour prendre en compte la corrélation entre les différents risques à l'aide de matrice de corrélations linéaires imposées par l'EIOPA. Les exigences de capital calculées sont présentées dans la figure E.1 suivante :

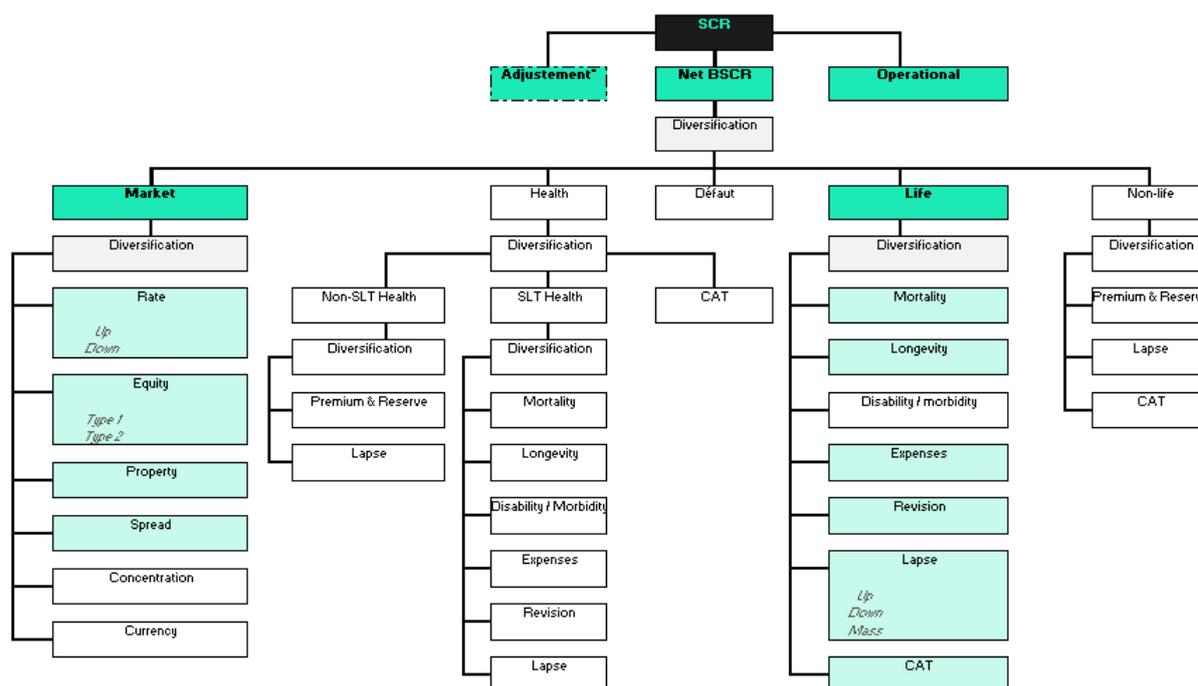


FIGURE E.1 – Les modules et sous-modules de risque de la formule standard (pièuvre).

Source : [Sia Partners, 2024]

Au sein du modèle SiALM, seuls sont considérés les modules et sous-modules colorés en vert. En effet, les autres sous-modules sont en dehors du périmètre ou non significatifs en regard de leur complexité.

Le SCR se calcule via la formule suivante :

$$\text{SCR} = \text{BSCR} + \text{SCR opérationnel} + \text{Ajustements} \quad (\text{E.3})$$

où :

- BSCR (*Basic Solvency Capital Requirement*) : son calcul sera explicité par la suite.
- SCR opérationnel : ce risque opérationnel traduit le risque de perte résultant de procédures internes, de membres du personnel, de systèmes inadéquats ou encore d'évènements extérieurs.
- Ajustements : deux types d'ajustements peuvent venir diminuer le SCR :

- La capacité d'absorption des pertes par les impôts différés : si un choc est appliqué sur un élément du bilan, les impôts différés auront diminué car l'assureur aura moins de résultat.
- La capacité d'absorption des pertes par les provisions techniques : si un choc est appliqué sur un élément du bilan, la revalorisation servie ne sera pas aussi importante que la revalorisation prévue et le *Best Estimate* diminuera.

Le SCR opérationnel est calculé avec la formule suivante :

$$\text{SCR opérationnel} = \min(30\% \times \text{BSCR}, \text{Op}) + 25\% \times \text{Expul} \quad (\text{E.4})$$

où :

- Op correspond au capital requis pour couvrir le risque opérationnel. Au sein du modèle SiALM, la formule de calcul est la suivante :  $\text{Op} = 0,45\% \times \text{BE}_{\text{central}}$ .
- *Expul* correspond au montant de frais engagés au titre des contrats en unités de compte au cours de 12 derniers mois.

Explicitons le calcul du BSCR. Pour chaque sous-module de risque, il est nécessaire de déterminer la variation de l'actif net suite à un choc instantané. Les chocs ont été calibrés pour tenir compte de la probabilité de faire défaut à 1 an de 0,5%. Le BSCR est calculé en agréant les SCR de chaque module (qui eux mêmes sont calculés en agréant les SCR de chaque sous-module) à l'aide de la formule et de la matrice suivantes :

$$\text{BSCR} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times \text{SCR}_i \times \text{SCR}_j} + \text{SCR}_{\text{intangible}} \quad (\text{E.5})$$

|         | j      |        |      |       |         |
|---------|--------|--------|------|-------|---------|
| i \     | Marché | Défaut | Vie  | Santé | Non-vie |
| Marché  | 1      | 0,25   | 0,25 | 0,25  | 0,25    |
| Défaut  | 0,25   | 1      | 0,25 | 0,25  | 0,5     |
| Vie     | 0,25   | 0,25   | 1    | 0,25  | 0       |
| Santé   | 0,25   | 0,25   | 0,25 | 1     | 0       |
| Non-vie | 0,25   | 0,5    | 0    | 0     | 1       |

TABLE E.1 – La matrice d'agrégation pour les différents modules du SCR. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2009]

Le  $\text{SCR}_{\text{intangible}}$  est un autre module de risque, dont la couverture n'est pas imposée par Solvabilité 2. Ce risque est lié à la baisse de valeur des actifs incorporels (des biens immatériels tels que les brevets ou licences).

#### Module risque de marché

Le module risque de marché est composé de différents sous-modules : risque de taux d'intérêt, risque actions, risque immobilier, risque de spread (ou risque de marge), risque de change (ou risque de devise) et risque de contrepartie (ou risque de concentration). Les SCR calculés pour chaque sous-module sont agréés à l'aide de la formule et de la matrice suivantes :

$$\text{SCR}_{\text{marché}} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times \text{SCR}_i \times \text{SCR}_j} \quad (\text{E.6})$$

| i \ j              | Taux d'intérêt | Actions | Actifs immobiliers | Marge | Concentration | Devise |
|--------------------|----------------|---------|--------------------|-------|---------------|--------|
| Taux d'intérêt     | 1              | A       | A                  | A     | 0             | 0,25   |
| Actions            | A              | 1       | 0,75               | 0,75  | 0             | 0,25   |
| Actifs immobiliers | A              | 0,75    | 1                  | 0,5   | 0             | 0,25   |
| Marge              | A              | 0,75    | 0,5                | 1     | 0             | 0,25   |
| Concentration      | 0              | 0       | 0                  | 0     | 1             | 0      |
| Devise             | 0,25           | 0,25    | 0,25               | 0,25  | 0             | 1      |

TABLE E.2 – La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de marché.  
Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014]

Le paramètre A vaut 0 lorsque l'exigence de capital retenue pour le risque de taux d'intérêt est celle liée à de l'augmentation de la courbe des taux d'intérêt. Dans les autres cas, le paramètre A vaut 0,5.

#### Sous-module risque de taux d'intérêt

L'exigence en capital pour le risque taux d'intérêt est la valeur la plus défavorable entre la valeur de la variation de l'actif net suite à une hausse des taux de la courbe de taux et la valeur de la variation de l'actif net suite à une baisse des taux de la courbe de taux.

#### Sous-module risque sur actions

Le sous-module Actions comprend un sous-module Actions de type 1 et un sous-module Actions de type 2. Les actions de type 1 sont les actions cotées sur les marchés réglementés dans l'Espace économique européen ou dans l'Organisation de coopération et de développement économiques. Les valeurs de marché de ces actions sont choquées à 39%. Les actions de type 2 sont les actions cotées en bourse dans les pays non membres de l'Espace économique européen et de l'Organisation de coopération et de développement économiques, les actions non cotées, les produits de base et les autres investissements alternatifs. Les valeurs de marché de ces actions sont choquées à 49%. Des actions peuvent être classées en participations stratégiques et les valeurs de marché de ces actions sont choquées à 22%. A ces 3 chocs, un dampener (ou ajustement symétrique) est ajouté pour les actions non stratégiques.

#### Sous-module risque sur actifs immobiliers

L'exigence en capital pour le risque immobilier correspond à la baisse de la valeur de marché des titres immobiliers. Les valeurs de marchés sont choquées à 25%.

#### Sous-module risque de spread

Le calcul de l'exigence en capital pour le risque de spread est plus complexe et s'exprime comme la somme de 3 exigences en capital :

$$SCR_{spread} = SCR_{spread, obligations et prêts} + SCR_{spread, positions de titrisation} + SCR_{spread, dérivés de crédit} \quad (E.7)$$

Les obligations des souverains de l'Espace économique européen ne sont pas concernées. Les chocs appliqués aux valeurs de marché des obligations dépendent du type, de la duration et du rating de l'obligation.

Au sein du modèle, le SCR pour le risque de spread est calculé uniquement pour les obligations et les prêts. En effet, les positions de titrisation et les dérivés de crédit ne sont pas modélisés dans le modèle. Le SCR de spread sur les obligations et prêts correspond à la perte de fonds propres résultant d'une diminution de la VM de chaque obligation. La diminution à appliquer

dépend de la durée modifiée et de la notation de l'obligation (si elle est disponible).

#### Sous-module risque de change

Le besoin en capital pour le risque de change se calcule sur les titres en monnaie étrangère. Pour chaque monnaie, il est nécessaire de calculer l'impact d'un choc à la hausse et d'un choc à la baisse. Les valeurs des chocs diffèrent en fonction des monnaies.

#### Sous-module concentrations du risque de marché

Le risque de concentration est lié à la diversité du portefeuille et au risque de défaut des émetteurs. Le besoin en capital de ce risque couvre toutes les expositions sur signatures uniques.

#### Module risque de souscription santé

Le module risque de souscription santé est composé de 3 sous-modules : risque de santé similaire à la vie, risque de santé non similaire à la vie et risque catastrophe en santé. Les SCR calculés pour chaque sous-module sont agrégés à l'aide de la formule et de la matrice suivantes :

$$SCR_{\text{santé}} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j} \quad (\text{E.8})$$

|   |                      | j         |               |                      |
|---|----------------------|-----------|---------------|----------------------|
|   |                      | Santé SLT | Santé non SLT | Catastrophe en santé |
| i | Santé SLT            | 1         | 0,5           | 0,25                 |
|   | Santé non SLT        | 0,5       | 1             | 0,25                 |
|   | Catastrophe en santé | 0,25      | 0,25          | 1                    |

TABLE E.3 – La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de souscription santé. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014]

#### Sous-module risque de souscription en santé SLT (*Similar to Life Techniques*)

Le sous-module risque de souscription en santé SLT est composé de différents sous-modules : risque de mortalité, risque de longévité, risque de dépenses, risque d'invalidité, risque de révision et risque de chute. Les SCR calculés pour chaque sous-module sont agrégés à l'aide de la formule et de la matrice suivantes :

$$SCR_{\text{vie SLT}} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j} \quad (\text{E.9})$$

|   |            | j         |           |            |          |          |           |
|---|------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|
|   |            | Mortalité | Longévité | Invalidité | Dépenses | Révision | Cessation |
| i | Mortalité  | 1         | -0,25     | 0,25       | 0,25     | 0        | 0         |
|   | Longévité  | -0,25     | 1         | 0          | 0,25     | 0,25     | 0,25      |
|   | Invalidité | 0,25      | 0         | 1          | 0,5      | 0        | 0         |
|   | Dépenses   | 0,25      | 0,25      | 0,5        | 1        | 0,5      | 0,5       |
|   | Révision   | 0         | 0,25      | 0          | 0,5      | 1        | 0         |
|   | Cessation  | 0         | 0,25      | 0          | 0,5      | 0        | 1         |

TABLE E.4 – La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de souscription en santé SLT. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014]

Pour le sous-module risque de mortalité, l'exigence en capital est égale à la perte des fonds propres de base suite à la hausse soudaine et permanente de 15% des taux de mortalité utilisés

pour calculer les provisions techniques, uniquement pour les contrats dont les provisions techniques ont augmenté à la suite de la hausse.

Pour le sous-module risque de longévité, l'exigence en capital est égale à la perte des fonds propres de base suite à la baisse soudaine et permanente de 20% des taux de mortalité utilisés pour calculer les provisions techniques, uniquement pour les contrats dont les provisions techniques ont augmenté à la suite de la baisse.

Pour le sous-module risque d'invalidité, l'exigence en capital est égale à la somme de l'exigence de capital pour risque d'invalidité en assurance des frais médicaux et l'exigence de capital pour risque d'invalidité en assurance de protection du revenu.

Pour le sous-module risque de dépenses, l'exigence en capital est égale à la perte de fonds propres suite à une augmentation de 10% du montant des dépenses et d'une augmentation d'un point de pourcentage du taux d'inflation des dépenses utilisé pour calculer les provisions techniques.

Pour le sous-module risque de révision, l'exigence en capital est égale à la perte de fonds propres suite à la hausse soudaine et permanente de 4% du montant de prestations de rente.

Pour le sous-module risque de cessation, l'exigence en capital retenue est la plus élevée entre l'exigence en capital pour un risque de hausse permanente des taux de cessation, l'exigence en capital pour un risque de baisse permanente des taux de cessation et l'exigence de capital pour un risque de cessation de masse.

#### Sous-module risque de souscription en santé non SLT

Ce sous-module comprend un sous-module risque de chute et un sous-module risque de tarification et de provisionnement et se calcule ensuite :

$$SCR_{\text{non SLT}} = \sqrt{SCR_{\text{chute}}^2 + SCR_{\text{risque de tarification et de provisionnement}}^2} \quad (\text{E.10})$$

Pour le sous-module risque de chute, le besoin en capital est calculé en considérant un taux de chute de 40% uniquement pour les contrats pour lesquels les provisions techniques augmentent après l'application de ce taux.

Pour le sous-module risque de tarification et de provisionnement, les méthodes de calcul sont celles utilisées pour l'assurance non-vie. Les calculs sont effectués par *lines of business* définies par l'EIOPA, à partir des volumes de primes et de réserves, puis agrégés.

#### Sous-module risque catastrophe en santé

Le SCR pour le sous-module risque catastrophe en santé est calculé à partir de la formule suivante :

$$SCR_{\text{catastrophe santé}} = \sqrt{SCR_{\text{accidents de masse}}^2 + SCR_{\text{concentration d'accidents}}^2 + SCR_{\text{pandémie}}^2} \quad (\text{E.11})$$

Pour les sous-modules accidents de masse et concentration d'accidents, 4 événements sont pris en compte pour le calcul des exigences en capital :

- Décès causé par un accident,
- Handicap permanent causé par un accident.
- Handicap de 10 ans causé par un accident.

- Handicap de 12 mois causé par un accident.

#### Module risque de souscription en vie

Le module risque de souscription en vie est composé des sous-modules suivants : risque de mortalité, risque de longévité, risque d'invalidité, risque de dépenses, risque de révision, risque de cessation et risque de catastrophe en vie. Les SCR calculés pour chaque sous-module sont agrégés à l'aide de la formule et de la matrice suivantes :

$$SCR_{\text{vie}} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j} \quad (\text{E.12})$$

| i \ j              | Mortalité | Longévité | Invalidité | Dépenses | Révision | Cessation | Catastrophe en vie |
|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|--------------------|
| Mortalité          | 1         | -0,25     | 0,25       | 0,25     | 0        | 0         | 0,25               |
| Longévité          | -0,25     | 1         | 0          | 0,25     | 0,25     | 0,25      | 0                  |
| Invalidité         | 0,25      | 0         | 1          | 0,5      | 0        | 0         | 0,25               |
| Dépenses           | 0,25      | 0,25      | 0,5        | 1        | 0,5      | 0,5       | 0,25               |
| Révision           | 0         | 0,25      | 0          | 0,5      | 1        | 0         | 0                  |
| Cessation          | 0         | 0,25      | 0          | 0,5      | 0        | 1         | 0,25               |
| Catastrophe en vie | 0,25      | 0         | 0,25       | 0,25     | 0        | 0,25      | 1                  |

TABLE E.5 – La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de souscription en vie. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014]

#### Sous-module risque de mortalité

Pour le sous-module risque de mortalité, l'exigence en capital est égale à la perte des fonds propres de base suite à la hausse soudaine et permanente de 15% des taux de mortalité utilisés pour calculer les provisions techniques, uniquement pour les contrats dont les provisions techniques ont augmenté à la suite de la hausse.

#### Sous-module risque de longévité

Pour le sous-module risque de longévité, l'exigence en capital est égale à la perte des fonds propres de base suite à la baisse soudaine et permanente de 20% des taux de mortalité utilisés pour calculer les provisions techniques, uniquement pour les contrats dont les provisions techniques ont augmenté à la suite de la baisse.

#### Sous-module risque d'invalidité

Pour le sous-module risque d'invalidité, l'exigence en capital est égale à la perte des fonds propres de base suite aux chocs suivants :

- Hausse de 35% des taux d'entrée en incapacité la première année de projection.
- Hausse de 25% des taux d'entrée en incapacité pour toutes les années de projection à compter de la seconde année de projection.
- Baisse de 20% des taux de maintien en invalidité pour toutes les années de projection.

#### Sous-module risque de dépenses

Pour le sous-module risque de dépenses, l'exigence en capital est égale à la perte de fonds propres suite à une augmentation de 10% du montant des dépenses et d'une augmentation d'un point de pourcentage du taux d'inflation des dépenses utilisé pour calculer les provisions techniques.

Sous-module risque de révision

Pour le sous-module risque de révision, l'exigence en capital est égale à la perte de fonds propres suite à la hausse soudaine et permanente de 3% du montant de prestations de rente si les prestations augmentent "du fait de changements dans l'environnement juridique ou dans l'état de santé de la personne assurée", d'après [Journal officiel de l'Union européenne, 2014].

Sous-module risque de cessation

Pour le sous-module risque de cessation, l'exigence en capital retenue est la plus élevée entre l'exigence en capital pour un risque de hausse permanente des taux de cessation, l'exigence en capital pour un risque de baisse permanente des taux de cessation et l'exigence en capital pour un risque de cessation de masse.

Sous-module risque de catastrophe en vie

Pour le sous-module risque de catastrophe en vie, l'exigence en capital retenue est égale à la perte de fonds propres de base suite à la hausse soudaine de 0,15 point de pourcentage des taux de mortalité (seulement la première année de projection), uniquement pour les contrats dont les provisions techniques ont augmenté à la suite de la hausse.

Module risque de souscription en non vie

Le module risque de souscription en non-vie est composé des sous-modules suivants : risque de cessation, risque de tarification et de provisionnement et risque catastrophe. Les SCR calculés pour chaque sous-module sont agrégés à l'aide de la formule et de la matrice suivantes :

$$SCR_{\text{non-vie}} = \sqrt{\sum_{i,j} \text{Corr}_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j} \quad (\text{E.13})$$

| i \ j                      | Primes et réserves non-vie | Catastrophe en non-vie | Cessation en non-vie |
|----------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| Primes et réserves non-vie | 1                          | 0,25                   | 0                    |
| Catastrophe en non-vie     | 0,25                       | 1                      | 0                    |
| Cessation en non-vie       | 0                          | 0                      | 1                    |

TABLE E.6 – La matrice d'agrégation pour les différents sous-modules du risque de souscription non-vie. Source : [Journal officiel de l'Union européenne, 2014]

Pour le sous-module risque de cessation en non vie, l'exigence en capital est égale à la perte de fonds propres suite à la cessation de 40% des contrats d'assurance (uniquement pour les contrats dont les provisions techniques ont augmenté à la suite de cette cessation) et à la baisse de 40% du nombre de ces futurs contrats d'assurance ou de réassurance utilisé dans le calcul des provisions techniques.

Le besoin en capital du sous-module risque de catastrophe en non-vie est composé de différents sous-modules : risque de catastrophe naturelle, risque de catastrophe en réassurance dommages non proportionnelle, risque de catastrophe d'origine humaine et autres risques de catastrophe en non-vie.

Module risque de contrepartie (ou de défaut)

Ce risque reflète les pertes possibles liées au défaut d'une contrepartie. Le besoin en capital est calculé selon la formule suivante :

---

$$\text{SCR}_{\text{défaut}} = \sqrt{\text{SCR}_{\text{défaut, type 1}}^2 + 2 \times 0,75 \times \text{SCR}_{\text{défaut, type 1}} \times \text{SCR}_{\text{défaut, type 2}} + \text{SCR}_{\text{défaut, type 2}}^2} \quad (\text{E.14})$$

Les contreparties de type 2 correspondent aux diverses créances (par exemple les primes non acquises ou les créances des intermédiaires). Les contreparties de type 1 correspondent à la partie réassurance, au cash en banque et aux différents prêts.

### **Le calcul du SCR en modèle interne**

Si l'entreprise d'assurance juge que la formule standard n'est pas adaptée à son profil de risque, elle peut mettre en place un modèle interne partiel ou complet pour calculer son SCR. Le modèle interne doit être validé par les autorités de contrôles.

### **Le calcul du MCR**

Le MCR correspond au niveau de fonds propres éligibles à détenir et en dessous duquel le risque encouru serait inacceptable. Le calcul du MCR, effectué à l'aide d'une formule qui est une fonction linéaire des primes et des provisions techniques, est trimestriel.

### **Le calcul des fonds propres**

Sous Solvabilité, les fonds propres sont classés en 3 niveaux en fonction de leur disponibilité et de leur rang de subordination pour absorber les pertes : le tier 1 (de meilleure qualité), le tier 2 et le tier 3.

Le SCR doit être couvert avec au moins 50% d'éléments du tier 1, au plus 50% d'éléments des tiers 2 et 3 et au plus 15% d'éléments du tier 3.

Le MCR doit être couvert avec au moins 80% d'élément du tier 1, au plus 20% d'éléments du tier 2 et uniquement avec des fonds propres de base.

## Annexe F

# Le scénario économique en monde réel

Le scénario économique en monde réel utilisé projette sur cinquante années de projection les classes d'actifs du modèle : taux, actions, immobilier, inflation. Il est construit à partir de données *benchmark* et de jugements d'experts.

### Inflation

Le taux d'inflation, fixé à 2,7% en début de projection (qui correspond environ à l'inflation française observée sur le premier semestre de 2024), diminue progressivement pour se stabiliser à partir de la troisième année à 2%, cible d'inflation de la Banque Centrale Européenne. Son évolution est illustrée dans le graphique ci-dessous :

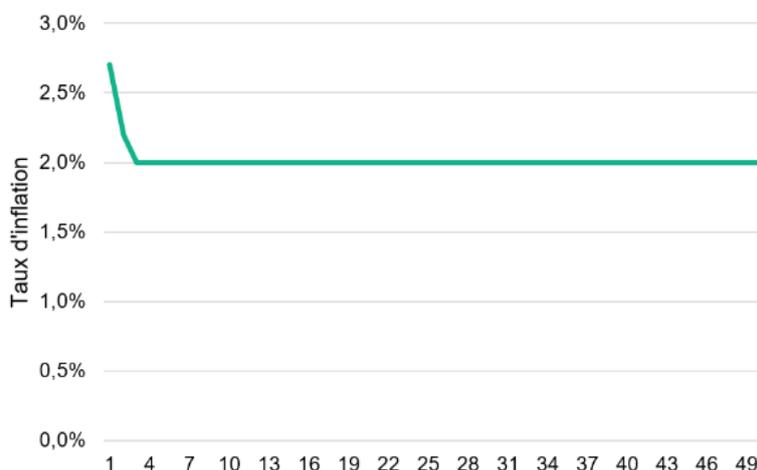


FIGURE F.1 – Taux d'inflation sur le scénario monde réel

### Immobilier et actions de types 1 et 2

L'immobilier et les actions de type 2 semblent suivre la même dynamique, avec un taux de rendement qui augmente les premières années de projection puis qui se stabilise à environ 8,3% à partir de la troisième année pour rester constant sur le reste du scénario. C'est un taux de rendement assez optimiste, notamment concernant les actions de type 2.

A l'instar des actions de type 2 et de l'immobilier, le taux de rendement des actions de type 1 augmente les premières années. Cependant, à partir de la cinquième année du scénario, ce taux diminue et devient plus faible que le taux de rendement de l'immobilier et des actions de type 2 puis il se stabilise à 6,3% jusqu'à la fin de projection.

Les taux de rendement des actions et de l'immobilier sur l'ensemble de la projection sont les suivants :

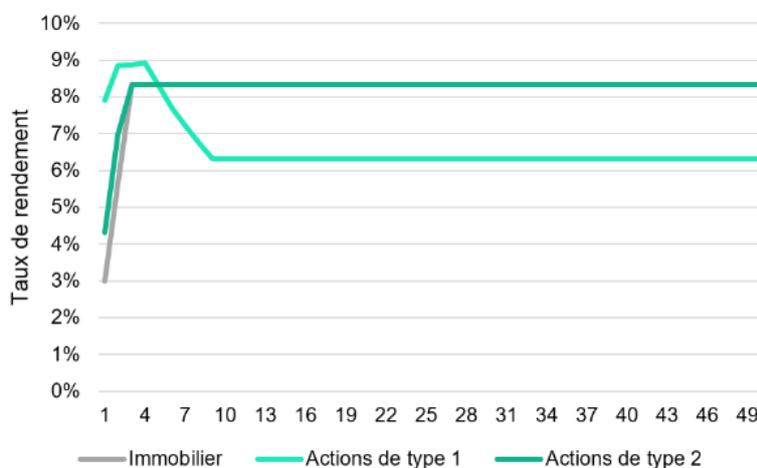


FIGURE F.2 – Taux de rendement des actions et de l'immobilier sur le scénario monde réel

Par ailleurs, le taux de loyers associé à l'immobilier est constant et fixé à 3% sur l'entièreté de la projection. Les taux de dividendes pour les actions, définis par l'utilisateur dans les hypothèses, sont constants pour les actions de type 1 et de type 2 et fixés respectivement à 1,5% et 2%.

## Taux

Pour finir, les taux, disponibles sur les cinquante années de projection, suivent la dynamique suivante :

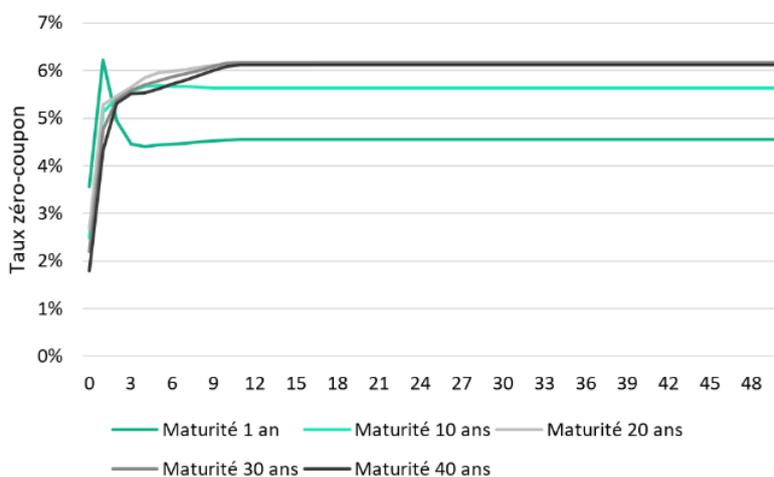


FIGURE F.3 – Taux sur le scénario monde réel

Ces taux zéro-coupon, de différentes maturités comprises entre 1 et 50 ans, permettent à la fois de revaloriser l'actif monétaire (avec le taux zéro-coupon de maturité 1 an) et les valeurs de marché des obligations (avec les taux zéro-coupon des maturités inférieures ou égales à la maturité de l'obligation). La revalorisation de ces deux types d'actifs est expliquée dans la partie 4.2.3.