

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

le 06/03/2023

Par : **Khadija Bennani**

Titre: **Allocation stratégique d'actifs : étude de rentabilité
d'un transfert d'activité vers un FRPS**

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

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

Membres présents du jury de la filière

Entreprise : Sia Partners

Nom : Michael Donio

Signature :



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

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Florian Montanier

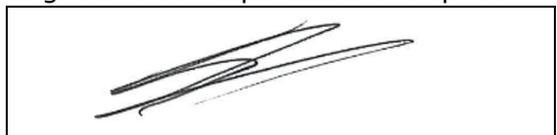
Signature :



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

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

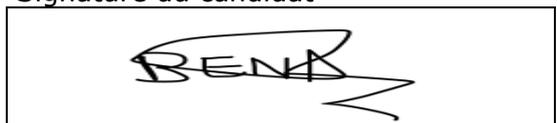
Signature du responsable entreprise



Secrétariat :

Signature du candidat

Bibliothèque :



Note de synthèse

Problématique étudiée

A partir du 1er janvier 2023, le système de retraite supplémentaire en France entrera officiellement dans une nouvelle phase. En effet, cette date marquera le début de l'obligation de cantonnement d'actifs liés à l'épargne retraite instaurée par la loi PACTE. Ce cantonnement implique l'isolation des actifs en représentation de l'engagement retraite du reste du bilan, afin de protéger les épargnants de la dilution des rendements.

Les Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS) permettent de répondre à cette nouvelle exigence. Se déclinant à partir des directives IORP¹2, ces fonds de pension "à la française" sont le pendant des fonds de pensions que l'on retrouve dans d'autres pays européens. Leur démocratisation en France est catalysée par les contraintes réglementaires existantes dans la gestion des engagements de la branche retraite.

En effet, depuis l'entrée en vigueur de Solvabilité II, les organismes de retraite professionnelle supplémentaire, au même titre que l'ensemble des compagnies d'assurance, sont fortement contraints en termes d'exigences de solvabilité. Or, ces règles prudentielles ne sont pas entièrement adaptées aux risques liés à la retraite, dont l'engagement est de durée plus longue. En particulier, Solvabilité II adopte une vision de court terme (dans le calcul des exigences quantitatives) sans tenir compte de la stratégie d'investissement et des perspectives long terme. De ce fait, les dispositifs de retraite supplémentaire rencontrent des difficultés à combiner rendement attractif et couverture des exigences réglementaires.

Afin de pallier ces inadéquations, la réglementation IORP2 offre aux assureurs la possibilité de transférer leur activité à un dispositif plus adapté dont les exigences quantitatives sont plus en phase avec les risques supportés et la gestion long terme d'actifs. Ce dispositif reprend les anciens critères de solvabilité où l'exigence de marge dépend directement du niveau des engagements au passif. De plus, il permet de choisir des allocations privilégiant des actifs plus volatiles et risqués dont l'espérance des rendements est plus élevée.

L'objectif de cette étude est donc d'analyser les perspectives de rentabilité offertes par les dispositifs FRPS, d'explorer les nouvelles possibilités d'allocations stratégiques et de s'interroger sur leur efficacité présumée.

Pour y parvenir, nous avons procédé en deux grandes étapes :

- 1- Etudier les possibilités d'allocations stratégiques d'actifs d'un portefeuille de retraite professionnelle supplémentaire simulé ;

¹ Institutions for Occupational Retirement Provisions.

- 2- Comparer les performances de ces allocations sous les exigences normatives imposées par Solvabilité II et FRPS.

Méthodologie suivie

Notre étude se place au 31/12/2021. Elle porte sur un régime de retraite par points à cotisations définies d'une compagnie d'assurance, sans possibilité de rachat. Le portefeuille d'engagements est supposé en run-off avec des actifs de couverture composés initialement de 10 % d'actions, 70% d'obligations, 5% en immobilier et 15% en monétaire.

1- La construction des allocations stratégiques d'actifs

Afin d'explorer les différentes possibilités d'allocations stratégiques d'actifs, nous procédons à l'optimisation robuste de l'allocation initiale selon l'algorithme de Michaud. Cette méthode est une extension de la théorie de Markowitz sur l'allocation d'actifs, avec rééchantillonnage. Elle a pour avantage de réduire l'effet des erreurs d'estimation des paramètres sur le choix des allocations optimales.

Pour rappel, la théorie moderne de portefeuille de Markowitz se base sur une optimisation rendement-risque des classes d'actifs qui composent le portefeuille. Dans ce modèle, l'objectif est de maximiser l'espérance de rendement (ou rendement moyen) sous contrainte de réduction de risque (l'écart type estimé du portefeuille) ou inversement. Le programme d'optimisation s'écrit :

$$\begin{cases} \min X^T \Sigma X \\ \text{s/c : } X^T U = 1 \text{ et } R = X^T M \end{cases}$$

Avec X : le vecteur des poids par classe d'actifs, Σ : la matrice des variances-covariance, R le rendement moyen du portefeuille et M le vecteur des rendements moyens par classe d'actifs.

Sur la base de 1000 scénarios de rendement issus d'un GSE² « monde réel », l'algorithme de rééchantillonnage de Michaud consiste à :

- Tirer un scénario de rendement par classe d'actifs ;
- Calculer le rendement espéré par classe, la matrice de variance-covariance et le risque (volatilité du rendement espéré) ;
- Trouver les portefeuilles optimaux de Markowitz qui constituent la frontière efficiente ;
- Sur les 1000 scénarios, calculer l'allocation optimale moyenne par niveau de risque.

Dans notre étude, cette méthode propose des allocations à fortes composantes actions et obligations d'état indexées avec un rendement espéré attrayant.

² Générateur de Scénarios Economiques.

Nous avons choisi parmi ces portefeuilles trois allocations à tester. Elles correspondent aux allocations ayant le plus grand ratio de Sharpe et donc celles qui ont les meilleures performances par rapport au niveau de risque supporté. Elles seront dénommées « ASA Michaud ». Ces allocations construites sous des hypothèses de projection en monde réel ne reflètent pas nécessairement les orientations stratégiques d'un assureur risque-neutre. De plus, l'approche d'allocation d'actifs de Michaud omet la prise en compte des contraintes de passif dans le choix des allocations optimales. Par conséquent, nous avons testé d'autres allocations, construites à « dire d'expert » avec des objectifs de solvabilité, en augmentant modérément la part d'actifs risqués. Ainsi, nous avons rajouté quatre portefeuilles à parts actions croissantes : « ASA Actions » (avec 5%, 15%, 20% et 30% de parts en actions) ainsi que trois portefeuilles avec moins de liquidité « ASA Monétaire » : baisse de 10% de la poche monétaire par rapport au portefeuille initial en faveur de plus d'obligations ou d'immobilier.

Ces dix allocations ainsi construites seront testées dans l'étude de sensibilité normative (indicateurs du pilier 1, issus des FRPS vs Solvabilité II) :

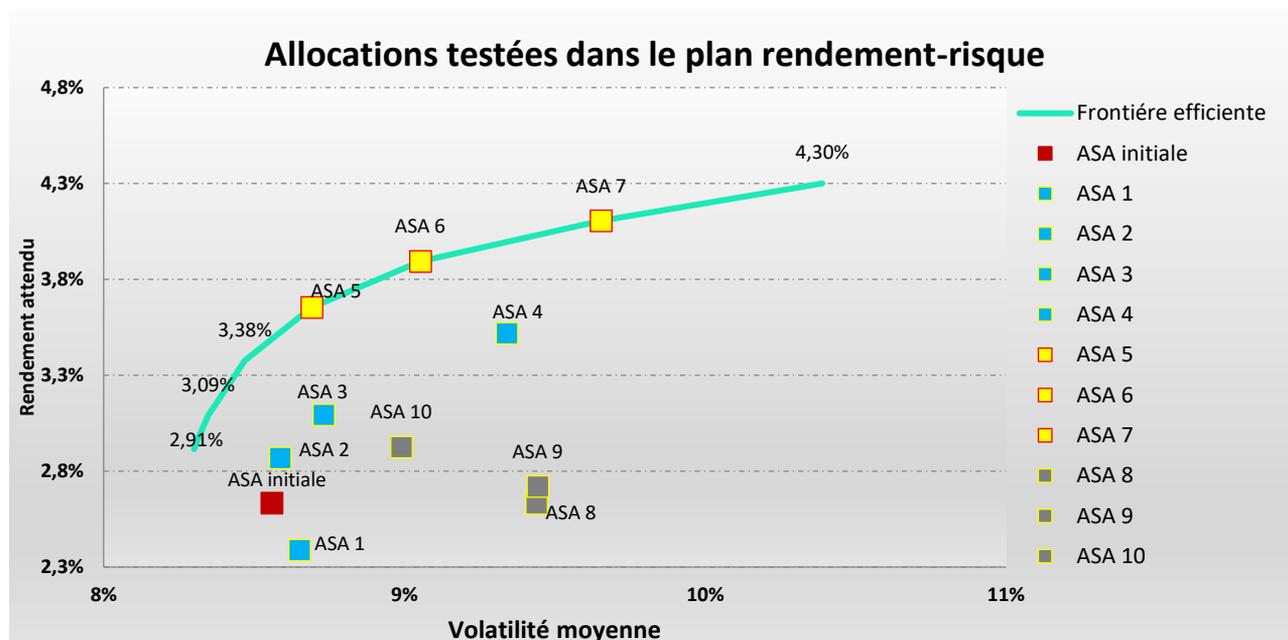
« ASA Actions »

« ASA Michaud »

« ASA Monétaire »

<i>Allocation stratégique</i>	ASA initiale	ASA1	ASA2	ASA3	ASA4	ASA5	ASA6	ASA7	ASA8	ASA9	ASA10
<i>Monétaire</i>	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	3,76%	5,52%	5,57%	5,00%	5,00%	5,00%
<i>OAT nominales</i>	45,00%	48,21%	41,79%	38,57%	32,14%	11,75%	8,84%	7,60%	50,29%	45,00%	45,00%
<i>OAT indexées</i>	5,00%	5,36%	4,64%	4,29%	3,57%	35,65%	29,63%	23,94%	5,59%	7,00%	5,00%
<i>Obligations corporates IG</i>	20,00%	21,43%	18,57%	17,14%	14,29%	16,31%	20,02%	22,88%	22,35%	28,00%	20,00%
<i>Actions cotées ZE</i>	10,00%	5,00%	15,00%	20,00%	30,00%	28,80%	31,51%	35,20%	11,18%	10,00%	10,00%
<i>Immobilier</i>	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	3,73%	4,47%	4,81%	5,59%	5,00%	15,00%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

La présentation de ces allocations dans le plan rendement-risque a donné le graphe ci-après :



Le positionnement de l'allocation initiale par rapport à la frontière efficiente pousse à dire qu'elle est non-optimale en monde réel. Un back-test de cette allocation sur les deux dernières années (2020-2021) vient appuyer ce constat.

2- L'implémentation d'une maquette ALM

Pour continuer l'étude nous nous intéressons au cadre réglementaire auquel la compagnie d'assurance est soumise. En effet, deux possibilités s'offrent à elle : continuer à exercer son activité sous le régime Solvabilité II ou la transférer vers un FRPS.

Pour calculer le bilan et les exigences quantitatives selon les deux univers réglementaires, nous implémentons une maquette de gestion actif-passif. Dans cette maquette, deux types de projections sont développées et implémentées sous EXCEL-VBA :

- Une projection ALM stochastique qui utilise des trajectoires en risque neutre issus d'un GSE (développé par les équipes Sia Partners) pour projeter le portefeuille ;
- Une projection ALM déterministe en monde réel permettant de modéliser les stress tests FRPS et déterminer le coût en capital supplémentaire (Add-On).

Sous Solvabilité II :

Nous disposons d'un GSE permettant de produire 1000 scénarios économiques en risque-neutre. Ces scénarios sont utilisés dans la projection des composantes financières du bilan, soit : la courbe des taux d'intérêts et inflation ainsi que la performance des poches actions et immobilier. Nous allons ensuite produire un bilan économique prudentiel dans l'environnement S2, ainsi que calculer les indicateurs normatifs y associé.

Sous FRPS :

Similairement à Solvabilité I, les FRPS n'ont pas à produire de bilan économique mais uniquement un bilan social. Les tests de résistance, dont les règles sont fixées par l'ACPR lors de la réunion de place sur les FRPS le 12 juillet 2017, permettent de s'assurer de la stabilité future du fonds de retraite face aux différents scénarios de stress.

3- L'étude de sensibilité des indicateurs

Ayant établi les allocations à tester et la maquette de calcul, nous construisons ensuite les bilans sous Solvabilité II et FRPS pour chaque allocation. L'objectif étant d'analyser l'influence de la stratégie d'investissement sur les indicateurs normatifs dans les deux réglementations candidates. Les indicateurs observés sont les suivants :

Sous Solvabilité II :

Les principales grandeurs d'intérêts que nous allons retenir et analyser pour tenter de répondre à notre problématique sont les suivantes :

- La valeur de marché des actifs ;
- Les provisions techniques (Best Estimate, Marge pour Risque) ;
- Les fonds propres économiques (NAV pour Net Asset Value) ;
- Le coût des options et garanties (TVOG pour Time Value of Options and Guarantees) ;
- Le Capital de Solvabilité Requis (SCR) ;
- Le ratio de solvabilité S2.

Sous FRPS :

Les indicateurs normatifs étudiés, pour répondre à notre problématique, se présentent comme suit :

- L'Exigence en Marge de Solvabilité (EMS) ;
- Le capital Add-On issus des tests de résistance ;
- Le ratio de solvabilité FRPS.

Analyse des résultats et conclusion

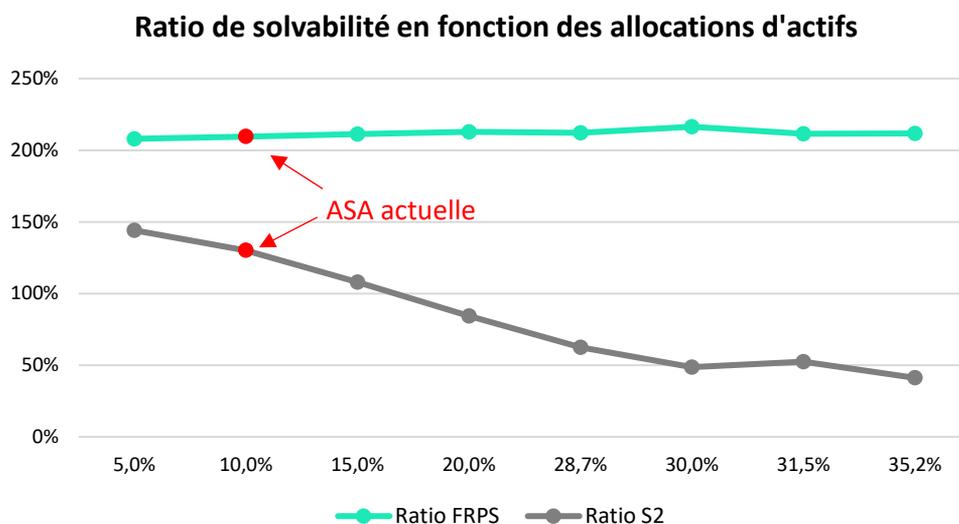
L'étude de la variation de ces indicateurs, à la suite d'un changement d'allocation, a permis de mettre en avant les constats suivants :

- La valeur de marché des actifs augmente avec la proportion des actions dans l'allocation en raison de leur forte plus-value latente ;
- Le Best Estimate augmente à la suite de l'augmentation des produits financiers réalisés dont 85% sont reversés dans les rentes servies via la participation aux bénéficiaires (pilotage de la valeur du point) ;

- Par suite de l'asymétrie des résultats liée à la participation aux bénéfiques, la TVOG mesurant l'écart par rapport aux résultats déterministes (scénario Equivalent Certain³), augmente notamment avec les allocations à fortes composantes actions. En effet, plus le volume des actifs actions augmente plus la volatilité augmente, ce qui provoque une dispersion des résultats stochastiques entraînant un plus fort coût des options et garanties ;
- Le niveau des exigences en capital sous la réglementation FRPS est plus bas que celui sous Solvabilité II.

De plus, les études de sensibilité ont montré qu'il existe une forte volatilité des indicateurs de solvabilité projetés sous la norme Solvabilité II, à la suite du changement de l'allocation stratégique d'actifs. Ce constat est porté par le SCR marché qui est très sensible à la part action dans l'allocation, en raison du choc élevé de cette classe d'actifs.

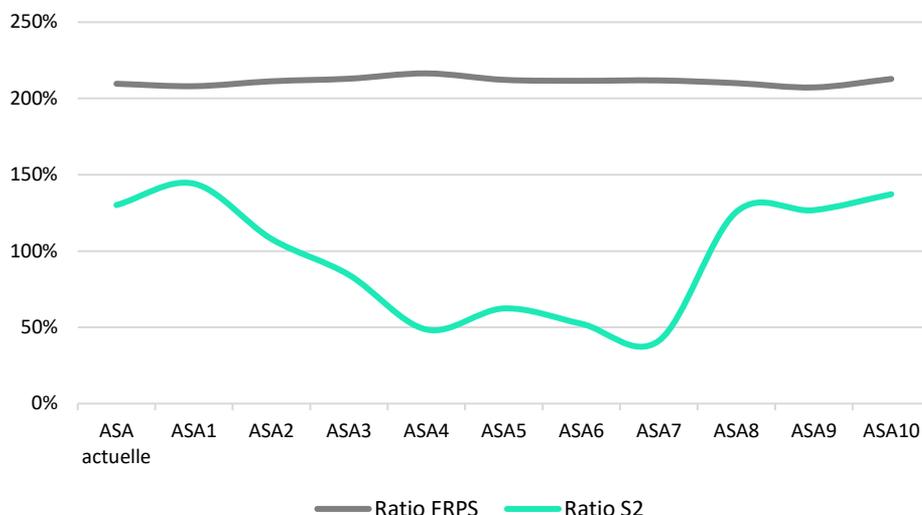
En outre, nous constatons sous les paramètres de notre étude, que les allocations ayant plus de 20% d'actifs risqués (notamment actions) génèrent des ratios de solvabilité inférieurs à 100% sous Solvabilité II. Elles sont, de ce fait, non envisageables sous S2 alors qu'elles ne détériorent pas le ratio FRPS :



Dans le régime FRPS, les exigences de capital supplémentaire « Add-On » issus des tests de résistances varient selon la composition du portefeuille d'actifs mais permettent de garder un ratio de solvabilité satisfaisant sur toutes les allocations testées (au-dessus de 200%) :

³ Equivalent Certain : Scénario dans lequel tous les actifs rapportent le taux sans risque.

Ratio de Solvabilité S2 vs FRPS par allocation



Les allocations « ASA Monétaire », dont le risque est plus maîtrisé (-10% en monétaire en faveur de plus d'obligations ou d'actifs immobiliers notamment), permettent de garder un niveau de solvabilité acceptable sous S2 ainsi que sous FRPS.

Enfin, nous pouvons conclure, sur la base de cette étude, que les régimes FRPS permettent aux assureurs retraite de piloter leurs stratégies d'investissements long terme sans trop dégrader leur situation financière. Ils permettent de libérer le choix des allocations stratégiques en offrant la possibilité d'intégrer des actifs risqués à meilleurs rendements espérés. Ces régimes sont ainsi en phase avec les objectifs tracés par la loi PACTE, qui vise à encourager les assureurs comme investisseurs institutionnels.

Par ailleurs, une extension de ce travail serait de tester d'autres méthodes d'allocation d'actifs, notamment celles incluant la couverture des engagements au passif dans les critères d'optimisation, et envisager un scope plus large d'actifs pour l'investissement (ESG, OPCVM, produits dérivés, Private equity, ...).

Il serait aussi intéressant d'inclure les coûts de mise en place des FRPS dans l'estimation des frais généraux de l'entreprise. En effet, même si les dispositifs FRPS semblent répondre à priori aux besoins des assureurs des activités retraite professionnelle, il paraît nécessaire de prendre en considération leur coût de mise en place dans la décision de transfert.

Finalement, le cantonnement d'actifs peut entraîner une perte des bénéfices de diversification sur l'actif général. Ce dispositif était un frein au développement des FRPS les années précédentes. Cependant, à la suite de l'obligation de cantonnement en 2023 (Loi PACTE), nous observons une montée en puissance des FRPS sur le marché, poussée par les perspectives de rendement et l'allègements des exigences quantitatives comme illustré dans cette étude.

Executive Summary

The issue studied

As of January 1, 2023, the supplementary pension system in France will officially enter a new phase. Indeed, this date will mark the beginning of the obligation to ring-fence assets linked to retirement savings introduced by the PACTE law. This segregation involves isolating the assets representing the pension commitment from the rest of the balance sheet, to protect investors from dilution of returns.

Supplementary Occupational Retirement Funds (English for FRPS) make it possible to meet this new requirement. Based on the IORP 2 directives, these "French-style" pension funds are the counterpart of the pension funds found in other European countries. Their democratization in France is catalyzed by the existing regulatory constraints in the management of pension commitments.

Indeed, since the entry into force of Solvency II, supplementary occupational pension funds, like all insurance companies, are subject to severe constraints in terms of solvency requirements. However, these prudential rules are not entirely adapted to the risks linked to retirement, whose commitment is of longer duration. Solvency II adopts a short-term vision (in the calculation of quantitative requirements) without considering the investment strategy and long-term perspectives. As a result, supplementary pension schemes are finding it difficult to combine attractive returns with coverage of regulatory requirements.

To overcome these inadequacies, the IORP2 regulation offers insurers the possibility of transferring their activity to a more suitable scheme whose quantitative requirements are more in line with the risks borne and the long-term management of assets. This system is based on the old solvency criteria where the margin requirement depends directly on the level of liabilities. In addition, it allows for the selection of allocations that favor more volatile and risky assets with higher expected returns.

The objective of this study is therefore to analyze the profitability prospects offered by FRPS, to explore new possibilities for strategic allocations and to question their presumed effectiveness.

To achieve this, we proceeded in two main steps:

- 1- Study the possibilities of strategic asset allocations of a simulated supplementary occupational pension portfolio;
- 2- Compare the performance of these allocations under the normative requirements imposed by Solvency II and FRPS.

Methodology of the project

Our study takes place on 31/12/2021. It concerns a defined contribution pension plan of an insurance company, with no possibility of redemption. The portfolio of commitments is assumed to be in run-off with assets initially composed of 10% in equities, 70% in bonds, 5% in real estate and 15% in money market.

In concrete terms, the study is structured along three lines of thought:

1- Building optimal asset allocations

To explore the different possibilities of strategic asset allocations, we proceed to the robust optimization of the initial allocation according to the "Michaud" algorithm. This method is an extension of the Markowitz theory of asset allocation, with resampling. It has the advantage of reducing the effect of parameter estimation errors on the choice of optimal allocations.

As a reminder, the modern Markowitz portfolio theory is based on a risk-return optimization of the asset classes that compose the portfolio. In this model, the objective is to maximize the expected return (or average return) under the constraint of risk reduction (the estimated standard deviation of the portfolio) or vice versa. The optimization program is written:

$$\begin{cases} \min X^T \Sigma X \\ \text{s/c : } X^T U = 1 \text{ et } R = X^T M \end{cases}$$

With X: the vector of weights per asset class, Σ : the variance-covariance matrix, R the average portfolio returns and M the vector of average returns per asset class.

Based on 1000 return scenarios from a "real world" ESG⁴, the "Michaud" resampling algorithm consists of:

- Draw a return scenario per asset class;
- Compute the expected return per class, the variance-covariance matrix and the risk (volatility of the expected return);
- Find the Markowitz optimal portfolios that constitute the efficient frontier;
- On the 1000 scenarios, compute the average optimal allocation by risk level.

The resulting portfolios are allocations with strong equity and indexed government bond components and attractive expected returns.

We have chosen among these portfolios three allocations to test. They correspond to the allocations with the highest Sharpe ratio and therefore those with the best performance in relation to the level of risk. They will be referred to as "Michaud ASA". These allocations, constructed under real-world

⁴ Economic Scenario Generator.

projection assumptions, do not necessarily reflect the strategic orientations of a risk-neutral insurer. Moreover, Michaud's asset allocation approach omits the consideration of liability constraints in the choice of optimal allocations. Consequently, we have tested other allocations, constructed based on "expert opinion" with solvency objectives, by moderately increasing the share of risky assets. Thus, we added four portfolios with increasing equity shares: "ASA Equity" (with 5%, 15%, 20% and 30% equity shares) as well as three portfolios with less liquidity "ASA Money Market" (10% decrease of the money market pocket compared to the initial portfolio in favor of more bonds or real estate). These ten allocations constructed in this way will be tested in the normative sensitivity study (Pillar 1 indicators, from FRPS vs. Solvency II):

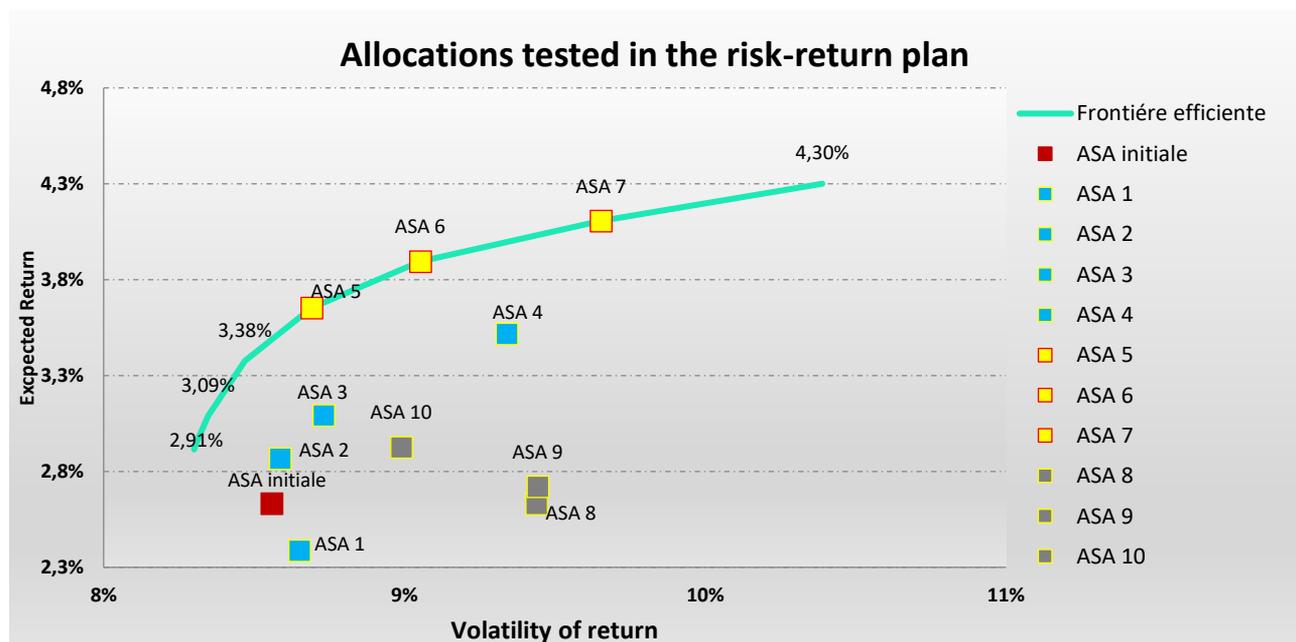
« ASA Equity »

« ASA Michaud »

« ASA Money Market »

Strategic Allocation	ASA initiale	ASA1	ASA2	ASA3	ASA4	ASA5	ASA6	ASA7	ASA8	ASA9	ASA10
Cash	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	3,76%	5,52%	5,57%	5,00%	5,00%	5,00%
Nominal Bonds	45,00%	48,21%	41,79%	38,57%	32,14%	11,75%	8,84%	7,60%	50,29%	45,00%	45,00%
Indexed Bonds	5,00%	5,36%	4,64%	4,29%	3,57%	35,65%	29,63%	23,94%	5,59%	7,00%	5,00%
Corporates Bonds	20,00%	21,43%	18,57%	17,14%	14,29%	16,31%	20,02%	22,88%	22,35%	28,00%	20,00%
Euro Equity	10,00%	5,00%	15,00%	20,00%	30,00%	28,80%	31,51%	35,20%	11,18%	10,00%	10,00%
Real Estate	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	3,73%	4,47%	4,81%	5,59%	5,00%	15,00%
Total	100,0%										

The presentation of these allocations in the risk/return plan had given the following graph:



The positioning of the initial allocation relative to the efficient frontier suggests that it is non-optimal in the real world. A back-test of this allocation over the last two years (2020-2021) supports this observation.

2- Implementation of an ALM model

To continue the study, we are interested in the regulatory framework to which the insurance company is subject. Indeed, there are two possibilities: to continue its activity under the Solvency II regime or to transfer it to an FRPS.

To calculate the balance sheet and the quantitative requirements according to the two regulatory universes, we implement an asset-liability management model. In this model, two types of projections are developed and implemented in EXCEL-VBA :

- A stochastic ALM projection that uses risk-neutral trajectories from a ESG (developed by the Sia Partners teams) to project the portfolio;
- A deterministic ALM projection in real world allowing to model FRPS stress tests and to determine the additional cost of capital (Add-On).

Under Solvency II:

We have an ESG allowing us to produce 1000 economic scenarios in risk-neutral. These scenarios are used in the projection of the financial components of the balance sheet, i.e. the interest rate and inflation curves as well as the performance of the equity and real estate pockets. We will then produce a prudential economic balance sheet in the S2 environment, as well as calculate the associated normative indicators.

Under FRPS :

Like Solvency I, FRPS do not have to produce an economic balance sheet but only a social balance sheet. The stress tests, whose rules are set by the ACPR during the market meeting on FRPS on July 12, 2017, make it possible to ensure the future stability of the pension fund in the face of different stress scenarios.

3- Sensitivity study of indicators

Having established the allocations to be tested and the calculation model, we then construct the balance sheets under Solvency II and FRPS for each allocation. The objective is to analyze the influence of the investment strategy on the normative indicators in the two candidate regulations. The observed indicators are the following:

Under Solvency II:

The main magnitudes of interest that we will retain and analyze to try to answer our problem are:

- The market value of assets;
- The technical provisions (Best Estimate, Margin for Risk);
- The economic equity (NAV for Net Asset Value);
- The cost of options and guarantees (TVOG for Time Value of Options and Guarantees);
- The Solvency Capital Requirement (SCR);
- The S2 solvency ratio.

Under FRPS :

The normative indicators studied, to answer our problem, are as follows:

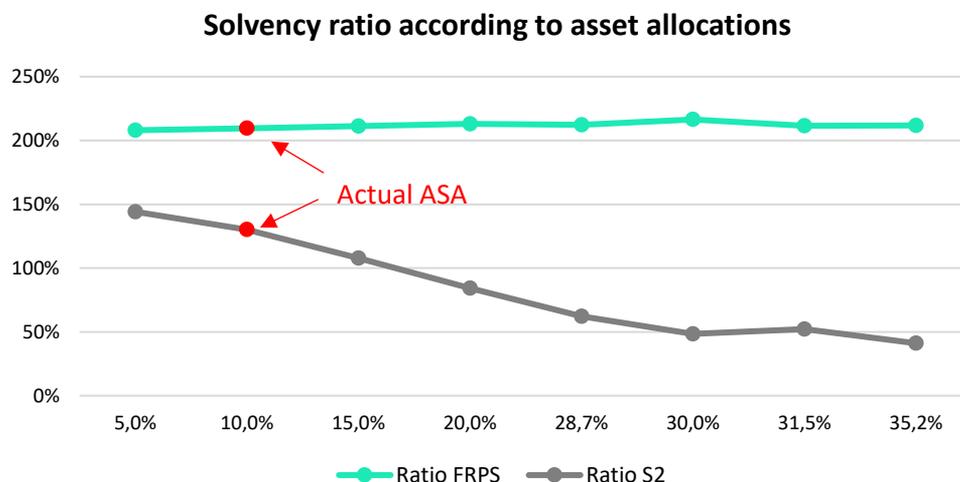
- The Solvency Margin Requirement (SMR);
- The Add-On capital from the stress tests;
- The solvency ratio FRPS.

Results analysis and conclusion

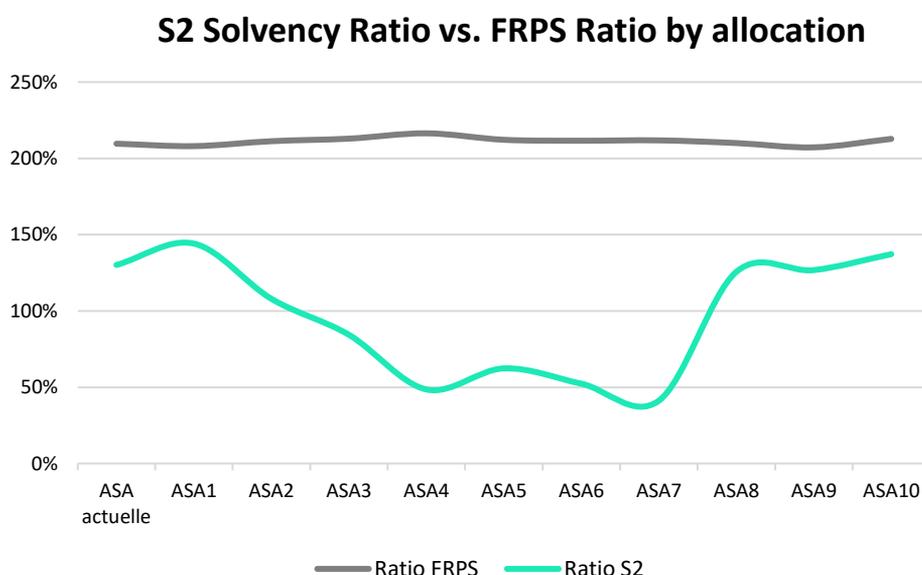
The study of the variation of these indicators, following a change in allocation, has made it possible to highlight the following observations:

- The market value of the assets increases with the proportion of equities in the allocation due to their strong unrealized capital gains;
- The Best Estimate increases as a result of the increase in realized financial income, 85% of which is transferred to the annuities paid out via profit sharing (steering the point value);
- As a result of the asymmetry of the results linked to the profit sharing, the TVOG measuring the deviation from the deterministic results (Equivalent Certain scenario), increases with the allocations having a high equity component. Indeed, as the volume of equity assets increases, so does the volatility, which leads to a dispersion of stochastic results resulting in a higher cost of options and guarantees;
- The level of capital requirements under the FRPS regulation is lower than under Solvency II;
- Moreover, sensitivity studies have shown that there is a high volatility of the projected solvency indicators under Solvency II, following the change in the strategic asset allocation. This observation is borne by the market SCR, which is very sensitive to the equity component, due to the high shock of this asset class.

Furthermore, we observe under the parameters of our study that allocations with more than 20% of risky assets (notably equities) generate solvency ratios below 100% under Solvency II. They are, therefore, not feasible under S2 even though they do not deteriorate the FRPS ratio:



In the FRPS regime, the additional "Add-On" capital requirements resulting from the stress tests vary according to the composition of the asset portfolio, but make it possible to maintain a satisfactory solvency ratio on all tested allocations (above 200%):



The "Money Market ASA" allocations, whose risk is more controlled (-10% in money market in favor of more bonds or real estate assets in particular), make it possible to maintain an acceptable level of solvency under S2 as well as under FRPS.

Finally, based on this study, we can conclude that FRPS plans allow pension insurers to steer their long-term investment strategies without excessively deteriorating their financial situation. They free up the choice of strategic allocations by offering the possibility of integrating risky assets with better expected returns. These plans are thus in line with the objectives set out in the PACTE law, which aims to encourage insurers as institutional investors.

In addition, an extension of this work would be to test other asset allocation methods, notably those that include the coverage of liabilities in the optimization criteria, and to consider a broader scope of assets for investment (ESG, UCITS, derivatives, private equity, etc.).

It would also be interesting to include the costs of setting up FRPS in the estimate of the company's general expenses. Indeed, even if the FRPS seem to meet the needs of insurers in the occupational pension business, it seems necessary to consider the cost of setting up the FRPS in the decision to transfer.

Finally, the ring-fencing of assets can lead to a loss of diversification benefits on the general assets. In previous years, this mechanism has been an obstacle to the development of FRPS. However, following the 2023 ring-fencing requirement (PACTE law), we are seeing a rise in the use of FRPS in the market, driven by the prospects of returns and the easing of quantitative requirements as illustrated in this study.

Résumé

Mots clés : Retraite supplémentaire, Régimes par points, FRPS, IORP 2, Solvabilité II, Gestion actif-passif, Allocation stratégique d'actifs, Markowitz, Loi PACTE

Depuis sa mise en place en 2016, la directive Solvabilité II a induit des changements majeurs dans les approches d'allocation d'actifs et d'évaluation de risques. Pénalisant fortement les actifs risqués, elle a creusé l'écart entre les exigences applicables aux activités de retraite professionnelle en France et les exigences IORP 2 dont relèvent les fonds de pension européens.

Pour rétablir l'équilibre, la loi Sapin 2 a permis la création de véhicules dédiés à cette activité en transposant IORP2 en normes locales. Il s'agit des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS). Leur création vise notamment à répondre aux critiques des assureurs selon lesquelles le cadre réglementaire SII reste inadéquat aux engagements de retraite.

Ce mémoire a pour objectif d'étudier l'opportunité d'un basculement vers un dispositif FRPS dans la gestion de l'allocation stratégique d'actifs. Il s'agit de tester si cette réglementation permet de réduire les contraintes actuelles sur le choix de l'allocation et mieux l'adapter aux produits retraite à duration longue.

Pour y parvenir, nous construisons dans un premier temps un panier d'allocations à tester. Ce panier est constitué à la fois d'allocations optimales selon l'approche de Michaud mais aussi d'allocations construites « à dire d'expert » en augmentant progressivement la part d'actifs risqués. En effet, l'approche de Michaud reprend la théorie moderne de portefeuille de Markowitz en rajoutant du rééchantillonnage. Elle a pour avantage de limiter l'effet des erreurs d'estimation des paramètres sur les résultats. Enfin, nous procédons à une étude comparative de la sensibilité des indicateurs réglementaires sous Solvabilité II et FRPS par rapport au panier d'allocations construit.

Dans l'ensemble des tests envisagés, les résultats indiquent que les FRPS semblent à la fois moins contraignants en exigences de capital et moins sensibles à l'allocation d'actifs que sous S2. Ils permettent à l'assureur d'investir dans des actifs plus risqués à meilleurs rendements espérés. Les FRPS disposent donc d'un cadre réglementaire plus souple permettant d'améliorer la rentabilité financière des placements de produits de type retraite professionnelle.

Abstract

Keywords: Supplementary pension, point-based schemes, FRPS, IORP 2, Solvency 2, Asset liability management, Strategic asset allocation, Markowitz, PACTE law

Since its implementation in 2016, the Solvency II directive has led to major changes in asset allocation and risk assessment approaches. Penalizing risky assets heavily, it has widened the gap between the requirements applicable to occupational pension activities in France and the IORP 2 requirements that apply to European pension funds.

To restore the balance, the Sapin 2 law allowed the creation of vehicles dedicated to this activity by transposing IORP2 into local standards. These are the Supplementary Occupational Retirement Funds (FRPS). Their creation is intended to respond to insurers' criticism that the IIC regulatory framework remains inadequate for pension liabilities.

The objective of this paper is to study the appropriateness of switching to a FRPS in the management of strategic asset allocation. The aim is to test whether this regulation would make it possible to reduce the current constraints on the choice of allocation and better adapt it to long-duration pension products.

To achieve this, we first construct a basket of allocations to test. This basket is made up of both optimal allocations according to Michaud's approach and allocations constructed "according to expert opinion" by gradually increasing the share of risky assets. Indeed, Michaud's approach takes Markowitz's modern portfolio theory and adds resampling. It has the advantage of limiting the effect of parameter estimation errors on the results. Finally, we carry out a comparative study of the sensitivity of the regulatory indicators under Solvency II and FRPS with respect to the constructed allocation basket.

In all the tests considered, the results indicate that the FRPS seem to be both less constraining in terms of capital requirements and less sensitive to the asset allocation than under S2. They allow the insurer to invest in riskier assets with better expected returns. FRPSs therefore have a more flexible regulatory framework that can improve the financial profitability of investments in occupational pension products.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur Michael DONIO, Associé chez Sia Partners et mon tuteur professionnel, de m'avoir accueilli dans ses équipes. Sa disponibilité quotidienne, ses conseils et son expertise ont été essentiels à la préparation de ce travail.

Je tiens aussi à remercier Monsieur Florian MONTANIER, directeur de mon mémoire chez Sia Partners, pour ses conseils avisés et son suivi régulier de mon sujet.

Ma reconnaissance s'étend aussi à Monsieur Eric DAUPLEY pour son aide et ses idées apportées.

Merci également à tous mes collègues de Sia Partners, qui ont contribué à la réussite de mon stage et dont j'ai reçu conseils et inspiration pour ce travail. Leur accueil chaleureux a rendu ces six mois aussi enrichissants qu'agréables.

Enfin, je tiens à exprimer toute ma gratitude à ma famille et mes amis. Leur soutien et encouragement m'ont été précieux lors de la préparation de ce mémoire.

Table des matières

Note de synthèse.....	2
Executive Summary.....	9
Résumé.....	16
Abstract.....	17
Remerciements.....	18
Introduction.....	21
Chapitre 1 : Contexte général de l'étude.....	23
I. L'assurance retraite en France.....	23
1. Quelques éléments historiques.....	23
2. Le système de retraite français.....	23
3. La loi PACTE.....	24
4. Quelques chiffres sur la retraite supplémentaire en France.....	27
II. Régimes de retraite par points L.441.....	27
1. Un régime collectif par point.....	28
2. Les engagements assureur et assuré.....	28
3. Les rachats et transferts.....	29
4. Les paramètres techniques et comptables.....	29
III. Réglementation des FRPS et comparaison avec Solvabilité II.....	31
1. Loi Sapin 2.....	31
2. Etat des lieux des FRPS en France.....	32
3. La réglementation des FRPS.....	34
4. Comparaison de la réglementation des FRPS et de Solvabilité II.....	36
5. Rappel du Pilier 1 - Solvabilité II.....	37
6. Les tests de résistance.....	43
7. Couverture de la marge de solvabilité.....	46
IV. Allocation Stratégique d'Actifs (ASA).....	47
1. Théorie de Markowitz.....	47
2. Optimisation de « Michaud ».....	50
Chapitre 2 : Modélisation ALM et allocation stratégique d'actifs.....	52
I. Présentation du portefeuille retraite étudié.....	52
1. Passif.....	52
2. Actif.....	53
3. Bilan social en normes françaises.....	55
II. Présentation du modèle ALM.....	55
1. Le GSE Sia Partners.....	55
2. Le modèle ALM.....	58
3. Calculs actif-passif en univers Solvabilité II vs univers FRPS.....	68

III. Construction d'allocations stratégiques d'actifs	71
1. Scénarios de rendements	71
2. Indices de référence par classe d'actifs	73
3. Back-testing de l'allocation actuelle.....	75
4. Portefeuilles optimaux.....	76
Chapitre 3 : Impact de l'allocation stratégique d'actifs sous FRPS et Solvabilité II.....	79
1. Allocations envisagées	79
2. Le choix des indicateurs de risque.....	81
3. Sensibilité des indicateurs de Solvabilité II à l'allocation d'actifs	81
4. Sensibilité des indicateurs FRPS à l'allocation d'actifs	89
5. Réflexion sur les inconvénients de mise en place d'un FRPS.....	92
Conclusion.....	94
Annexe 1 : Pilotage de la valeur du point.....	96
Annexe 2 : Etapes de re-balancement des actifs financiers	98
Annexe 3 : Scénarios de taux d'intérêts - Solvabilité II	101
Ressources bibliographiques	103
Table des figures.....	106
Liste des tableaux	107

Introduction

Depuis l'entrée en vigueur de Solvabilité 2, les assureurs de l'activité retraite semblent souffrir de la lourdeur des exigences en capital à immobiliser. En effet, la vision court terme du dispositif réglementaire Solvabilité II n'est pas en phase avec les engagements à long termes relevant de l'activité retraite. De plus, les investissements risqués à hauts rendements espérés sont fortement pénalisés sous Solvabilité II. Certes, les textes de la directive envisagent la prise en compte d'un ajustement de volatilité ou des techniques de « Matching Adjustment⁵» pour atténuer les effets de court-terme pour ce type d'engagement. Cependant et pour la plupart des assureurs, ces mesures restent largement insuffisantes. La possibilité de transférer leurs activités vers des dispositifs mieux adaptés semble être une meilleure solution. Ces dispositifs alternatifs sont les Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS) et sont le pendant des fonds de pensions déjà implémentés dans l'environnement socio-économique européen. Ils offrent un cadre réglementaire similaire à Solvabilité I sur le plan quantitatif et permettent une gestion financière plus souple et plus adaptée aux spécificités de la retraite.

Ainsi, ce mémoire aura pour but d'explorer les perspectives de rendements offertes par les FRPS pour un organisme de retraite professionnelle soumis à la réglementation Solvabilité II. Il s'agit notamment de tester si le transfert d'activité retraite vers un FRPS permet à un assureur d'offrir une revalorisation attrayante de l'épargne retraite de ses assurés sans surcoûts en capital.

Pour ce faire, ce mémoire se décline sous trois chapitres :

Le Chapitre 1 contient une présentation du contexte général de l'étude sur le plan historique, comptable et réglementaire. Ce contexte se caractérise non seulement par l'instauration de la loi PACTE en 2019 qui harmonise les produits dédiés à l'épargne retraite et propose de nouveaux dispositifs cohérents à l'activité (nommés « PER ») mais aussi par l'introduction des FRPS qui représentent des organismes spécialisés dans la branche d'assurance retraite découlant de la réglementation européenne IORP2. L'allocation d'actif stratégique sera aussi abordée dans ce chapitre, puisqu'elle constitue un axe de réflexion majeur de la problématique traitée. La méthode d'allocation proposée est celle de Michaud. Il s'agit d'une extension de la théorie moderne du portefeuille de Markowitz, en incluant des techniques de rééchantillonnages.

Le Chapitre 2 décrit le portefeuille de retraite étudié selon ses différentes spécificités techniques au passif et à l'actif du bilan. Il regroupe aussi l'ensemble des outils et méthodes de modélisation selon les règles normatives Solvabilité II et FRPS. En effet, la modélisation des engagements du régime

⁵ Ajustement applicable à la courbe de taux sans risque sous condition d'adossement au passif.

nécessite la création d'outils de gestion actif-passif afin de capter les différentes interactions. Le chapitre introduit dans un second temps, les hypothèses et les résultats de l'optimisation de l'allocation stratégique d'actifs.

Le Chapitre 3 permet de tester la sensibilité des exigences de solvabilité, dictées par les réglementations Solvabilité II et FRPS, face aux changements d'allocations stratégiques d'actifs. Le choix des allocations appartenant au plan de test découle à la fois des résultats de l'optimisation de Michaud et d'une construction « à dire d'expert » permettant d'améliorer les niveaux de rendements espérés et de pousser les limites des stress-tests normatifs.

Enfin, nous concluons sur les résultats de l'approche suivie, soit les perspectives de rentabilité financière « promises » par les FRPS modulo l'augmentation de la part des actifs risqués et à haut rendement dans le portefeuille.

Chapitre 1 : Contexte général de l'étude

I. L'assurance retraite en France

1. Quelques éléments historiques

La fin de la seconde guerre mondiale est marquée, non seulement par la création de la Sécurité sociale, mais également par la naissance du système français de retraite. Le premier régime de retraite créé est alors un régime par répartition qui consiste à financer les pensions des retraités par les cotisations des citoyens actifs.

En 1947, l'AGIRC⁶ est créée. Ce régime complémentaire est aussi un régime par répartition et s'ajoute au régime de base de la Sécurité sociale. Cependant, ce régime ne s'adresse qu'aux cadres et il faudra attendre 14 ans après pour voir apparaître l'ARRCO⁷, qui coordonnera la retraite complémentaire pour l'ensemble des salariés. En 2019, les deux régimes sont enfin fusionnés en un régime unifié nommé AGIRC-ARRCO.

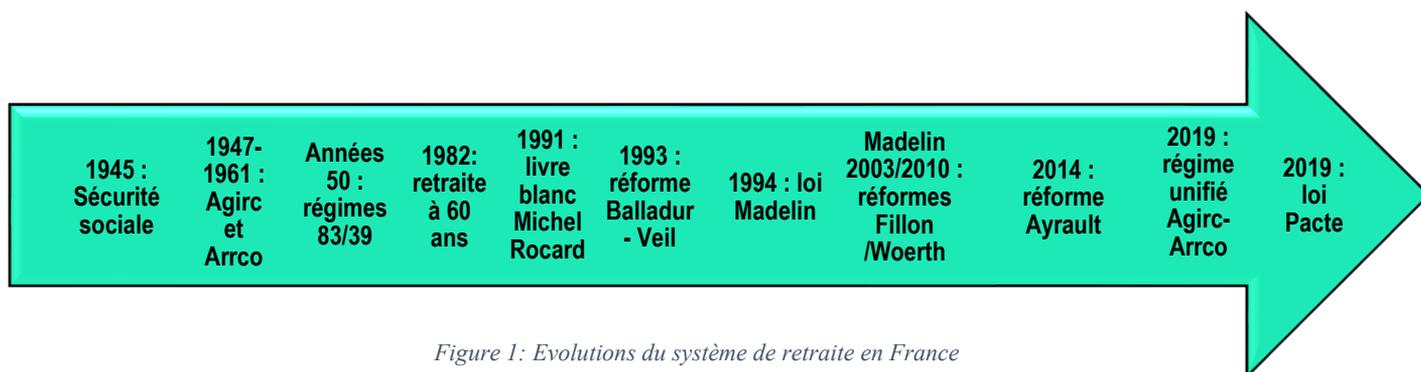


Figure 1: Evolutions du système de retraite en France

Tout au long de leur existence, les régimes de retraite n'ont pas cessé d'évoluer. Ils ont connu des modifications de droits et garanties, une étendue à de populations plus larges de travailleurs, de nouveaux horizons d'investissement et de nouvelles formes d'épargne.

La dernière génération de produit retraite, a été lancée en mai 2019 avec l'avènement du Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises (PACTE). Ce plan cherche à dynamiser l'économie en favorisant l'investissement et en s'appuyant sur l'épargne comme source de financement. Il met fin aux droits aléatoires (condition d'achèvement de carrière dans l'entreprise) et favorise la portabilité ainsi que le transfert des droits entre les différents produits.

2. Le système de retraite français

Le système de retraite en France se compose de 4 niveaux : deux niveaux à adhésion légalement obligatoire et deux niveaux à adhésion facultative (ou non légalement obligatoire).

⁶ Association Générale des Institutions de Retraite des Cadres

⁷ Association pour le Régime de Retraite Complémentaire

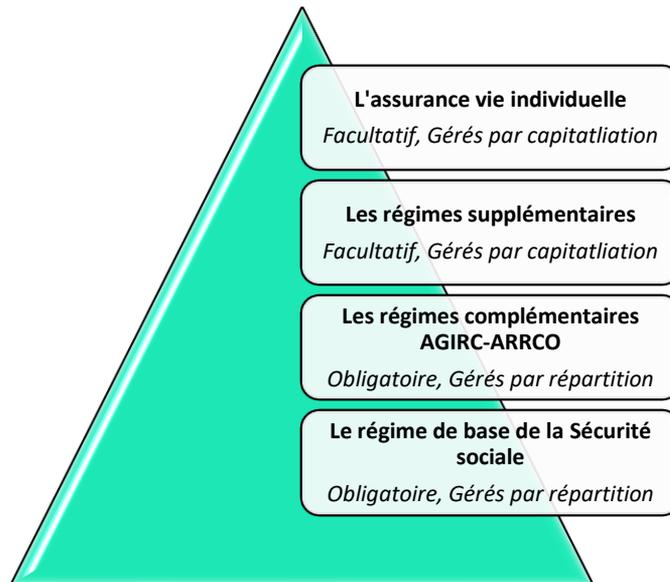


Figure 2 : Le système de retraite français par niveaux

Les deux premiers niveaux sont les régimes de la Sécurité sociale et retraite complémentaire AGIRC-ARRCO. Ils sont financés par répartition et reposent sur les principes de solidarité intergénérationnelles.

Le 3^{ème} niveau, est celui le régime supplémentaire par capitalisation, et il est regroupé en deux grandes catégories de régimes : à prestations définies et à cotisations définies :

- Dans les régimes à cotisations définies, l'entreprise a une obligation de « moyens » et s'engage sur un niveau de financement moyennant une prime périodique fixée à l'avance et payée par l'assuré. La pension de retraite est inconnue et dépend du niveau des cotisations et des hypothèses actuarielles (taux technique, table de mortalité) ainsi que des performances du marché financier.
- Dans les régimes à prestations définies, l'entreprise a une obligation de « résultats » et s'engage à service un montant de prestation (capital ou rente) définit à l'avance. Les prestations garanties dans le cadre de ce régime sont de deux types : additionnelles ou différentielles « Chapeau ». Au moment son départ en retraite, les régimes additionnels garantissent au retraité un pourcentage fixe du dernier salaire, indépendamment des autres régimes de retraite. Les régimes différentiels, quant à eux, lui garantissent un niveau global de revenus incluant le régime de base et les régimes complémentaires de retraite.

Le 4^{ème} et dernier niveau est celui de l'assurance vie individuelle. Il s'agit des contrats souscrits par les individus dans un organisme de leur choix pour investir leur épargne.

3. La loi PACTE

Dans le cadre d'une profonde réflexion sur le financement de l'économie, le Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises : PACTE, publié le 23 mai 2019 vient réformer les

produits de la branche retraite en proposant un unique produit dénommé « PER : Plan Epargne Retraite » qui remplace progressivement les anciens produits. Ce dernier se décline sous deux composantes : individuelle et collective, selon 3 produits différents : collectif (PERE-CO), collectif obligatoire (PER-OB) et individuel (PER-IN).

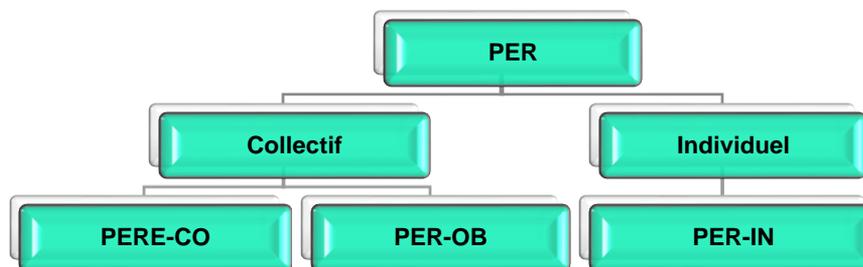


Figure 3: Les produits "PER"

Le législateur cherche, à travers cette loi, à encourager les assureurs en tant qu'investisseurs institutionnels. En effet, la loi PACTE a pour but de favoriser la croissance et mieux orienter les actifs financiers vers l'économie productive.

Depuis son instauration, la loi pacte s'est engagée à réaliser plusieurs objectifs tels que :

- Mieux financer les entreprises et notamment les TPE/PME ;
- Mieux protéger les épargnants : mise en place d'un dispositif de cantonnement d'actifs obligatoire à partir de janvier 2023 ;
- Offrir des meilleures perspectives de rendements : encadrement de la gestion des actifs par profil de risque ;
- Renforcer l'information et la transparence à travers des exigences de reporting et de communication ;
- Favoriser la portabilité des droits d'un dispositif à l'autre : une facilité des transferts entre produits ;
- Diversifier les sorties de l'épargne : possibilité de sorties sous forme de capital et/ou rente ;
- Favoriser la concurrence entre gestionnaires d'actifs et assureurs.

Pour arriver à ses fins plusieurs mesures ont été instaurées. Parmi ces mesures, un encadrement des versements alimentant les contrats PER selon trois compartiments possibles dépendamment du produit concerné :

	Compartiment 1	Compartiment 2	Compartiment 3
<i>PER-OB</i>	Oui	Oui ⁸	Oui
<i>PERE-CO</i>	Oui	Oui	Non
<i>PER-IN</i>	Oui	Non	Non

Tableau 1: Versements par type de compartiment

⁸ • à l'exception des versements provenant de l'abondement de l'employeur
 • à condition que l'entreprise ait mise en place un PER bénéficiant à tous les salariés : cette condition n'est pas exigée pour le versement des droits inscrits dans le compte épargne temps (CET), ou en l'absence de CET, de jours de repos.

Avec :

- Compartiment 1 : les versements volontaires de l'épargnant ou transfert d'épargne individuelle cumulé sur des produits d'assurance vie ou de retraite supplémentaire ancienne génération (PERP/Madelin) ;
- Compartiment 2 : les versements d'épargne salariale : participation, abondement, intéressement, jours de congé/CET⁹ (<10 jours), transfert d'épargne sur d'anciennes générations de produit (PERCO/PERCOL) ;
- Compartiment 3 : les versements obligatoires (employeur ou salarié).

L'investissement de ces cotisations a été aussi pensé par la loi PACTE. En effet, une gestion pilotée des fonds avec cantonnement d'actifs est exigée par l'assureur ou le gestionnaire de fonds et ce en tenant compte de l'aversion au risque et l'horizon du départ à la retraite.

Concrètement, l'allocation d'actifs évolue au fil du temps restant avant la date de départ en retraite : plus on s'approche de la retraite, plus l'assureur ou gestionnaire de fonds investit dans des actifs à faible risque ou actifs sécurisés.

Les types de gestions profilée proposées sont : prudent, équilibré et dynamique, selon 4 intervalles de temps (2 ans, 5 ans, 10 ans, et plus de 10 ans) comme explicité dans le tableau ci-dessous :

	Horizon Prudent	Horizon Equilibre	Horizon Dynamique
Jusqu'a 10 ans avant la date de départ	30% en actifs sécurisés	Allocation libre	Allocation libre
A partir de 10 ans avant la date de départ	60% en actifs sécurisés	20% en actifs sécurisés	Allocation libre
A partir de 5 ans avant la date de départ	80% en actifs sécurisés	50% en actifs sécurisés	30% en actifs sécurisés
A partir de 2 ans avant la date de départ	90% en actifs sécurisés	70% en actifs sécurisés	50% en actifs sécurisés

Tableau 2: gestion pilotée des fonds selon la loi PACTE

Contrairement aux anciens régimes, les PER permettent des sorties en capital. Les fonds épargnés sont accessibles lors de la liquidation des droits ou en phase épargne selon quelques cas prédéfinis. En effet, il est possible de débloquer en partie ou en totalité son épargne avant l'âge de départ en retraite dans six cas exceptionnels :

- Décès conjoint, invalidité du titulaire/enfants/conjoint, surendettement, chômage/révocation, liquidation judiciaire ou acquisition de la résidence principale.

Lors de la liquidation du produit d'épargne, les droits acquis. Ils sont délivrés sous deux formes :

- Rente viagère : seule sortie possible pour les versements obligatoires du salarié ou de l'employeur (compartiment 3) ;

⁹ Compte Epargne Temps.

- Capital ou capital fractionné : possible pour les versements volontaires (compartiments 1 et 2).

4. Quelques chiffres sur la retraite supplémentaire en France

Lancé en 2019, le PER est vite devenu le produit épargne retraite préféré des Français. En effet, au 31 Décembre 2021, 4,3 millions de Français détiennent un PER dont 2,6 millions sont assurantiels. L'encours en épargne retraite collective d'entreprise s'élève à 26 milliards d'euros, en hausse de 15,6 % sur un an.

Le PER collectif compte un encours de 14,8 milliards d'euros accumulé par 1,75 million d'épargnants. En effet, plus de 32 000 entreprises se sont équipées d'un PER Collectif en 2021.

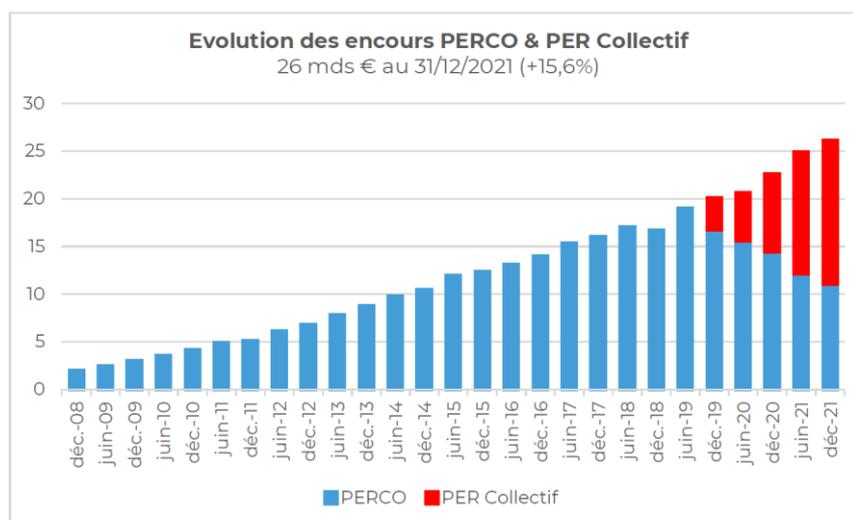


Figure 4: Evolution des encours de PER Collectifs & PERCO - Source AFG : Association Française de la Gestion Financière

En prenant en compte que les PERCO et les PER collectifs, les produits épargne retraite à adhésion collective représentent 26 milliards d'euros d'encours (+15,6% en un an), soit 12 % du total des encours en assurance retraite. A fin 2021, les PER collectifs concernent plus de 189 000 entreprises avec pas moins de 3,4 millions d'adhérents actifs. Par ailleurs, plus de la moitié des cotisations versées sur ces contrats (8,7 Md€ sur 15,4 Md€) en 2021 correspondent à des transferts selon « France Assureurs ».

II. Régimes de retraite par points L.441

Les régimes par points dits « L.441 » font partie du niveau 3 du système de retraite français. En effet, ce sont des régimes de retraite professionnelle gérés collectivement et à adhésion obligatoire. De plus, ils appartiennent aux régimes financés par capitalisation et sont régi par l'article L.441-1 du Code des assurances. D'après cet article, ces régimes de retraite ont pour but « l'acquisition ou la jouissance de droits en cas de vie dans laquelle un lien est établi entre la revalorisation des primes et celle des droits en cas de vie précédemment acquis et dont les actifs et les droits sont isolés de ceux des autres assurés ».

1. Un régime collectif par point

Le régime de retraite L.441 est un régime collectif établi à partir de 1000 assurés. Cet effectif minimal permet la mutualisation des risques au sein du régime et assure la solidarité entre ses adhérents.

La retraite L.441 est aussi un dispositif par points qui repose sur deux grandeurs importantes : la Valeur d'Achat du point ¹⁰(VA) et la Valeur de Service du point ¹¹(VS). Ces deux paramètres assurent l'équilibre du régime et permettent la matérialisation d'un mécanisme de solidarité. Par ailleurs, le pilotage de ces deux valeurs permet de capter les évolutions de la performance financière des actifs de couverture ainsi que les variations de flux démographiques entre actifs et retraités.

2. Les engagements assureur et assuré

Semblablement à tout régime assurantiel classique, le régime de retraite par points L.441 regroupe deux engagements :

- Un engagement de l'assureur portant sur le nombre de points acquis mais pas sur le niveau futur des droits servis (une gestion en unité de rente) ;
- Un engagement de l'assuré portant sur le versement des cotisations programmées. Ce montant est fixé dès l'entrée au régime avec possibilité de versements libres (régime à cotisations définies).



Figure 5: Les phases de l'engagement retraite

➤ Phase de constitution des droits

Il s'agit de la phase durant laquelle les assurés sont actifs et cotisent pour constituer leurs retraites. Les cotisations versées sont converties en points en fonction de la valeur d'achat du point. Le nombre de points acquis est calculé comme suit :

$$\text{Nombre de points acquis} = \sum_t \frac{\text{Cotisation}_t}{VA_t}$$

La VA est fixée chaque année par l'assureur. Elle est établie pour un âge théorique de liquidation de la retraite.

¹⁰Valeur d'Achat du point (VA) : montant à payer par l'assuré en guise d'acquisition d'un point de rente. Elle peut être fixe pour tous les cotisants du régime (régime parfaitement solidaire) ou variable selon l'âge.

¹¹ Valeur de Service du point (VS) : montant de rente pour un point acquis. Elle est fixée annuellement et est égale pour tous les retraités du régime.

➤ Phase de distribution des droits

C'est la phase durant laquelle les assurés sont à la retraite et commencent à toucher leurs pensions (rentes viagères). La rente servie dépend directement du nombre de points acquis et de la valeur de service du point :

$$\text{Rente en service} = \text{Nombre de points acquis} \times \text{Valeur de service du point}$$

La VS est pilotée annuellement par l'assureur et représente le paramètre clé garantissant l'équilibre et la pérennité du système.

3. Les rachats et transferts

La liquidation des droits dans un régime de retraite par points n'est possible qu'à partir de l'âge de retraite, sous unique forme de rente viagère. En effet, l'article L132-32 du Code des assurances exclut toute possibilité de rachats. Néanmoins, ils existent des cas exceptionnels permettant une sortie anticipée : expiration des droits au chômage en cas de licenciement, cessation d'activité à la suite d'un jugement de liquidation judiciaire, invalidité de 2ème ou 3ème catégorie de l'assuré, décès du conjoint, ou situation de surendettement de l'assuré. D'autres part, dans le cadre de la loi PACTE, il est possible à un adhérent de transférer ses droits vers un autre dispositif de son choix.

4. Les paramètres techniques et comptables

Dans le cadre des régimes L.441, une comptabilité spécifique est mise en place dont les composantes sont propres au régime de retraite par points :

a) Provision Mathématique Théorique (PMT)

La Provision Mathématique Théorique correspond à la provision nécessaire pour assurer le service des rentes viagères immédiates et différées sur la base de la valeur de service à la date de calcul. Cette provision n'est pas inscrite au bilan de l'assureur mais permet de refléter les engagements réels du régime. Elle est calculée selon la formule ci-après :

$$\text{PMT}_i = \text{VS}_i \times \sum_{i=\text{nbre actifs}} \text{nbre_points_acquis}_i \times \text{âge retraite-x} | \ddot{a}_x \\ + \text{VS}_i \times \sum_{i=\text{nbre retraités}} \text{nbre_points_acquis}_i \times (\ddot{a}_x + \text{tx}_{\text{rev}} \times (\ddot{a}_y - \ddot{a}_{xy}))$$

Avec :

- x âge de l'assuré et y l'âge de son conjoint ;
- tx_{rev} le taux de réversion contractuel ;

- $\ddot{a}_x = \sum_{k=0, \dots, w-x} p_{k,x} \times (1 + r(0, t))^{-k}$ Avec : $p_{k,x}$ la probabilité de survie entre l'âge x et $x+k$ et $r(0, t)$ le taux d'actualisation à $t=0$, de maturité t .

b) Provision Technique Spéciale (PTS)

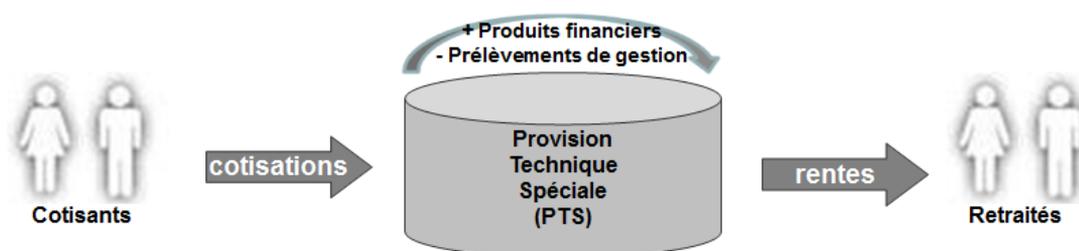


Figure 6: Mécanisme de constitution de la PTS¹²

La Provision Technique Spéciale est une provision qui reflète la richesse du régime à travers une formule simple qui relie les flux d'entrées (cotisations) et de sorties (rentes payées et frais). Elle est comptabilisée au passif du bilan de l'assureur et permet d'intégrer la dimension financière au régime à travers la Participation aux Bénéfices (PB). Cette provision est le miroir des actifs en représentation des engagements assurés et se calcule comme suit :

$$\text{PTS}(n) = \text{PTS}(n - 1) + \text{Primes nettes de frais}(n) - \text{Rentes}(n) + \text{PB}(n) \\ - \text{chargement de gestion}(n)$$

La participation aux bénéfices dans les régimes par points L.441 est égale à au moins 85%¹³ des produits financiers des actifs.

c) Provision Technique Spéciale Complémentaire (PTSC)

Les actifs financiers du régime (représentés par la PTS) sont cantonnés et doivent couvrir les engagements réels (représentés par la PMT) à tout moment. Sinon, l'assureur se voit contraint de puiser dans ses fonds propres pour rétablir l'équilibre et couvrir la différence en dotant la PTSC :

$$\text{PTSC}(n) = \max(\text{PMT}(n) - \text{PTS}(n) - \text{PMVL}(n); 0)$$

Avec PMVL (Plus ou Moins-Value Latente) : l'écart entre la valeur de marché des actifs et leurs valeurs nettes comptables.

d) Provision technique spéciale de retournement (PTSR)

Lorsque le changement de la valeur du point n'est pas prévu par le contrat d'assurance et que l'ensemble des provisions PTS, PTSC et les PMVL ne permettent pas de couvrir les prestations dues, l'assureur peut piloter la VS du point en contrepartie d'une dotation ou reprise d'un montant

¹² Source : <https://www.rip.asso.fr/index.php/les-produits/2-non-categorise/54-regime-1441>

¹³ Si l'entreprise est régie par le Code des assurances.

équivalent à la valeur de la PTSR. Ce montant correspond à la variation de la PMT à la suite de ce changement.

e) Autres provisions techniques

Les autres provisions pouvant être calculées dans un régime par points L.441 sont communes au reste des produits d'assurance. Elles sont présentées ci-dessous :

- La Provision pour Risque d'Exigibilité (PRE) constituée lorsque les actifs représentatifs des engagements sont en moins-value latente nette globale.
- La Réserve de Capitalisation (RKpi) qui permet, en cas de variation des taux d'intérêts, de lisser les plus ou moins-values des placements obligataires à taux fixe.
- La Provision Globale de Gestion (PGG) qui a pour objectif de couvrir les charges de gestion futures des contrats, non prévues par les chargements.

III. Réglementation des FRPS et comparaison avec Solvabilité II

Le Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire (FRPS) consiste en une entité morale de droit privé relevant de la directive européenne IORP 2. Elle se distingue d'une société d'assurance classique et peut prendre la forme d'une société anonyme (Code des assurances), d'un institut de prévoyance (Code de la Sécurité sociale) ou d'une mutuelle (Code de la mutualité).

1. Loi Sapin 2

Promulguée le 9 décembre 2016, la loi « Sapin 2¹⁴ » adoptée par les législatives, autorise le gouvernement à créer par voie d'ordonnance des Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire. Plus précisément, l'article 114 de la loi « Sapin 2 » permet aux assureurs des produits retraites de ne pas se soumettre au dispositif Solvabilité II moyennant la création d'un FRPS.

Ces fonds de pension se doivent de respecter une marge de solvabilité calculée suivant des règles proches de Solvabilité I. Quant aux approches de gouvernance et transparence, elles sont similaires à celles de Solvabilité II. Ce fonctionnement sera repris plus en détail dans la partie 3 de ce chapitre : « La réglementation des FRPS » de cette section.

De plus, toutes les règles applicables à ces dispositifs de retraite professionnelle sont fixées par le décret n° 2017-1171 du 18 juillet 2017. Ce décret énumère les règles de création des FRPS, l'obtention de l'agrément, la gouvernance et la gestion prudentielle et financière des FRPS.

Similairement aux compagnies d'assurance classiques, le contrôle de ces fonds est assuré par l'ACPR¹⁵.

¹⁴ 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

¹⁵ ACPR : Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution, institution intégrée à la Banque de France, chargée de la surveillance de l'activité des banques et des assurances en France.

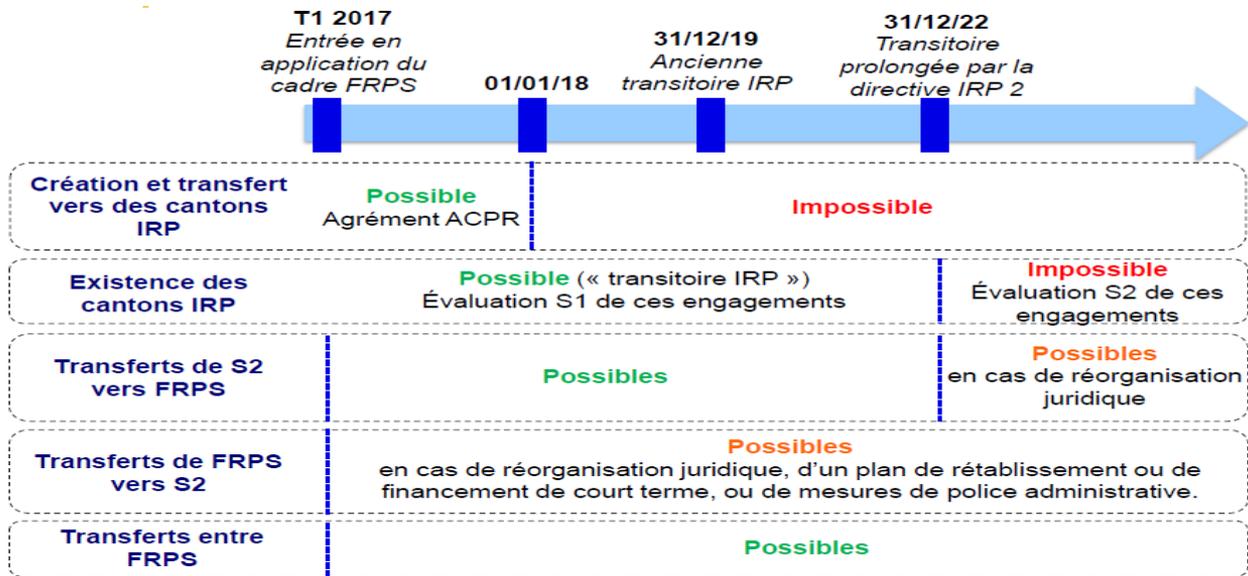


Figure 7: Passerelles réglementaires FRPS- Source ACPR

Le schéma ci-dessus résume les différentes passerelles réglementaires qui permettent de basculer de et vers les dispositifs FRPS ainsi que l'échéancier prévu par le régulateur.

2. Etat des lieux des FRPS en France¹⁶

Au 31 décembre 2021, les FRPS représentent un marché de 10 organismes agréés dont plusieurs acteurs majeurs du marché de l'épargne retraite (contre 5 FRPS seulement à fin 2019). Il s'agit de : Abeille Assurances Retraite Professionnelle (ancien Aviva Retraite), Allianz Retraite, Apicil Retraite, Axa Retraite Entreprise, CPCEA RS (Groupe AGRICA), Institution Austerlitz (IA), Malakoff Humanis Retraite Supplémentaire (MHRS), Mutuelle des Entreprises des Indépendants du Commerce et de l'Industrie et des Services (MEDICIS), Retraite Supplémentaire Banque Populaire (RSBP) et la Société d'Assurances de Consolidation des Retraites de l'Assurance (SACRA).

Les FRPS agréés en 2021 couvrent des portefeuilles d'épargne retraite en développement intégrant des produits PER. Leurs encours sont composés majoritairement de la retraite collective mais aussi de la retraite individuelle à hauteur de 20% de l'ensemble des encours.

¹⁶ Source : « ANALYSE DES RAPPORTS SFCR DES ORPS AU 31/12/2021 – LA SOLVABILITÉ DES ORPS » publié par le cabinet de conseil GALEA.

ENCOURS FRPS PAR TYPE DE CONTRAT À FIN 2021

■ Retraite collective ■ Retraite individuelle

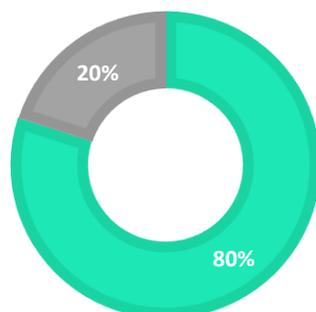


Figure 8: Encours FRPS par type de contrat à fin 2021

Le chiffre d'affaires des produits retraite supplémentaire, enregistré par ces dispositifs, a doublé pour atteindre 2 161 M€ en 2021 contre près de 1 060 M€ en 2020. Ce chiffre d'affaires représente plus de 14% des cotisations émises sur le marché de l'épargne retraite (individuelle et collective). Ces cotisations sont réparties entre les FRPS selon le graphique ci-dessous :

Chiffre d'affaire des FRPS 2020 vs 2021 (en M€)

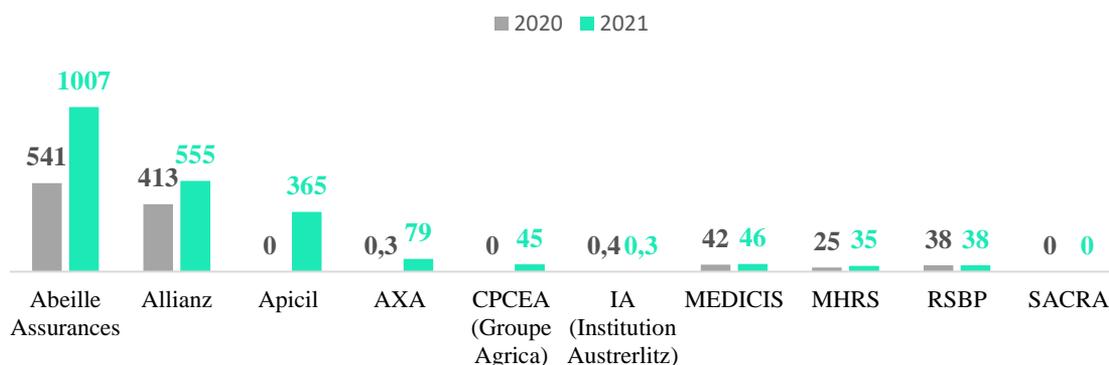


Figure 9: Chiffre d'affaires des FRPS 2020 vs 2021 (en M€)

Jusqu'à présent, le fonds Abeille Assurances dispose du chiffre d'affaires le plus important du marché des FRPS avec plus d'un milliard d'euros de primes émises en 2021. Il est à noter que certains organismes ont un faible chiffre d'affaires (ou même nul) puisqu'ils sont consacrés à la gestion de régimes en run off.

En termes d'encours, les 10 FRPS gèrent environ 37 Milliards d'euros à fin 2021. Ces engagements représentent moins de 15% de l'encours total du marché de l'épargne retraite. L'encours des FRPS à fin 2021 est composé majoritairement de fonds en euros (presque 2/3 de l'encours global).

Le graphique ci-après montre la répartition des encours gérés par les FRPS entre retraite en fonds euros, UC et retraite par points :

Encours FRPS par type d'engagement au 31-12-2021

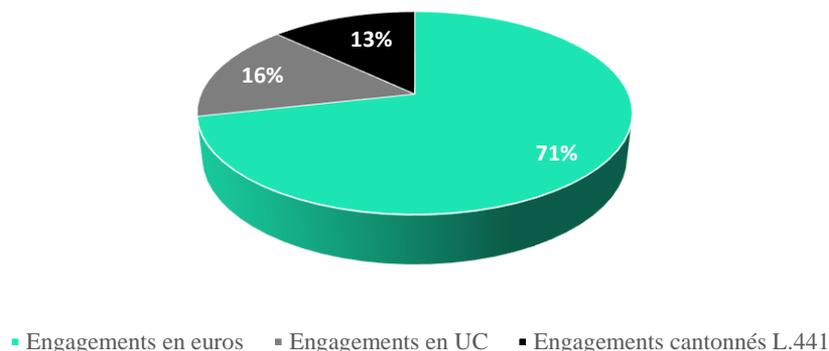


Figure 10: Encours FRPS par type d'engagement au 31-12-2021

Encours épargne retraite géré par les FRPS en 2020-2021 (en M€)

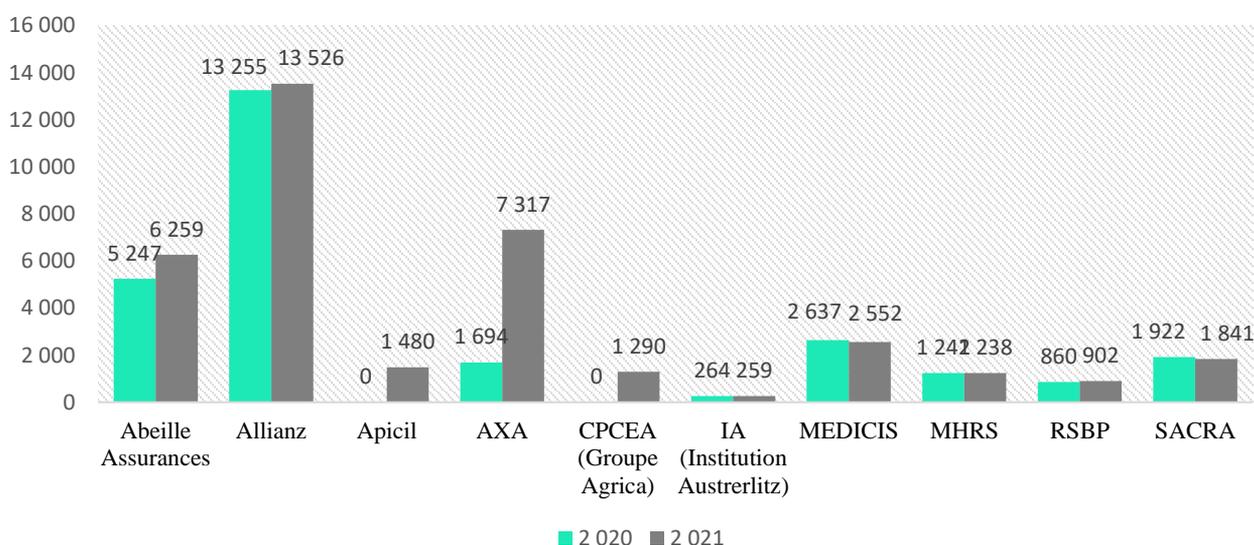


Figure 11: Encours épargne retraite géré par les FRPS en 2020-2021

Enfin, sur les encours gérés à fin 2021, le ratio du résultat technique est de 0,1% en moyenne sur les 10 compagnies et varie entre -0,7% et +0,9% selon les fonds. Par ailleurs, plusieurs FRPS affichent un résultat technique négatif vu les frais (administratifs et d'acquisition notamment) engendrés par les efforts du développement commercial de ces nouvelles entités. Ce résultat négatif peut être aussi expliqué par l'entrée des PER avec de faibles frais d'acquisition réduisant ainsi les marges sur primes. De plus, les résultats financiers tendent aussi à être négatifs ou nuls dans le contexte économique de taux bas à fin 2021.

3. La réglementation des FRPS

Le régime prudentiel appliqué aux FRPS possède des points communs avec Solvabilité I et II. En effet, il possède trois piliers dont le 1^{er} est similaire à Solvabilité I et les deux restants similaires à Solvabilité II. Ces piliers se déclinent comme suit :

- **Pilier 1** : Normes quantitatives

Ce pilier reproduit le même principe du 1^{er} pilier de Solvabilité I avec l'Exigence de Marge de Solvabilité (EMS). En effet, sous la réglementation des FRPS, l'EMS est globalement proportionnelle aux Provisions Mathématiques (PM). Celles-ci sont calculées selon une évaluation actuarielle prudente tenant compte des engagements au niveau des prestations et des cotisations (Article 13 de la directive IORP 2). De plus, le niveau de fonds propres exigé doit être supérieur à l'EMS (Article 17 de la directive IORP 2).

Dans le cadre des régimes par points, l'article R385-2 du décret FRPS précise les règles de calcul de l'EMS : « *Pour les garanties exprimées en unités de rente correspondant à des opérations régies par le chapitre Ier du titre IV du livre IV du présent code, par le chapitre II du titre II du livre II du code de la mutualité et par la section 4 du chapitre II du titre III du livre IX du code de la Sécurité sociale, l'exigence minimale de marge de solvabilité est égale, dans la limite de la provision mathématique théorique mentionnée à l'article R. 441-21 du présent code, à l'article R. 222-16 du code de la mutualité et à l'article R. 932-4-15 du code de la Sécurité sociale, à un montant de 4 % de la somme de :*

- a) *La provision technique spéciale calculée après cessions en réassurance, sans que le rapport entre la provision technique spéciale brute de réassurance et cette même provision nette de réassurance ne puisse être inférieur à 85 % ;*
- b) *Des plus-values ou moins-values latentes nettes sur les actifs affectés à la provision technique spéciale ;*
- c) *La provision technique spéciale complémentaire ;*
- d) *Et de la provision technique spéciale de retournement. »*

La transcription du texte de loi en formule mathématique donne ce qui suit :

$$\text{EMS} = \text{Max}(4\% \times (\text{PTS}_{brutes} \times \max(\frac{\text{PTS}_{nettes}}{\text{PTS}_{brutes}}; 85\%)) + \text{PMVL}_{PTS} + \text{PTSC} + \text{PTSR}); \text{PMT})$$

Avec PMVL_{PTS} les Plus ou Moins-Values Latentes des actifs en représentation de la PTS.

A cela s'ajoute un capital supplémentaire (capital Add-On) issus des tests de résistance. Ces tests devront évaluer la solvabilité à moyen terme du fonds de retraite, en projetant l'activité sur un horizon de 10 ans. Ils seront détaillés dans la partie « Les tests de résistance » de cette section.

Enfin, un seuil d'exigence minimal nommé fonds de garantie doit être respecté (Article R. 385-2 du décret FRPS). Il se définit comme suit :

$$\text{Fonds}_{\text{garantie}} = \max(1/3 \times \text{EMS}; 3,7\text{M}\text{€})$$

A noter que le plafond de 3,7M€ est soumis à une révision annuelle de l'ACPR.

- **Pilier 2** : Normes qualitatives de suivi des risques internes (équivalent à l'ORSA¹⁷ en Solvabilité II)

Sur le même principe que l'ORSA sous Solvabilité II, les FRPS doivent mettre en place un système efficace pour évaluer et contrôler les risques auxquels ils sont exposés. Ce plan est soumis au régulateur et fait l'objet d'un examen interne pour évaluer son adéquation et efficacité sur le niveau du contrôle et de la gouvernance (Article 25 et 26 de la directive IORP 2).

- **Pilier 3** : Exigences de transparence et communication d'informations

Ce pilier est lié à la publication annuelle des résultats des deux premiers piliers. Il permet aux autorités de contrôle ainsi qu'aux adhérents des régimes de retraite professionnelle d'évaluer la qualité des contrôles effectués (Articles 36-41 de IORP 2 pour les adhérents et articles 45-57 pour les autorités de contrôle) et de suivre les indicateurs de santé du régime.

Un FRPS est tenu également de fournir des tableaux de reporting (*QRT- Quantitative Reporting Templates*) à fréquence trimestrielle.

4. Comparaison de la réglementation des FRPS et de Solvabilité II

Du fait de son premier pilier, la réglementation des FRPS semble plus souple que Solvabilité II. En effet, au niveau des exigences quantitatives, elle est même très proche de celles énoncées par Solvabilité I. Les principales différences entre les directives sont résumées dans le tableau ci-après :

	Solvabilité II	FRPS (IORP2)
Fréquence reporting	Trimestrielle	Annuelle
Nature bilan	Economique	Social
Valorisation de l'actif	Valeur de marché	Valeur historique
Taux d'actualisation retenu	Courbe de taux de l'EIOPA en date de clôture	Taux technique contractuel
Fonds Propres règlementaires	Basés sur les risques du portefeuille : SCR = VaR à horizon un an de 99,5%	Forfaitaire : EMS = 4% des Provisions Mathématiques (fonds euro)
Exigence minimale en capital	MCR (entre 25% et 45% du SCR)	Fonds de garantie (33% de l'EMS)
Ratio de solvabilité	$R = \text{Fonds propres éligibles} / \text{Capital de solvabilité requis (SCR)}$	$R = \text{Fonds propres} / \text{Exigence en marge de solvabilité (EMS)}$

Tableau 3: Comparatif Solvabilité II et FRPS

¹⁷ Own Risk and Solvency Assessment: Processus interne de l'évaluation des risques par l'assureur.

Pour mieux appréhender les différences entre les deux normes, plus de détails sur les exigences quantitatives en normes Solvabilité II seront apportés sur la partie suivante.

5. Rappel du Pilier 1 - Solvabilité II

Cette partie est un rappel des éléments quantitatifs de la réglementation Solvabilité II. Ces éléments seront implémentés au cours des travaux du mémoire et serviront de base à l'étude comparative des deux normes.

Le pilier 1 de la norme vise à mesurer la suffisance des fonds propres de l'entreprise et le calcul des engagements des assurés afin que l'assureurs reste solvable. Il accentue donc l'exigence en termes de quantité et de qualité du capital et instaure deux niveaux d'exigence : le SCR et le MCR.

- Le Capital de Solvabilité Requis (SCR) : correspond au niveau de fonds propres nécessaires pour se couvrir contre une probabilité de ruine à 99,5%, à horizon un an. En effet, la ruine correspond à une insuffisance d'actifs représentatifs des engagements. Ce capital a donc pour but d'absorber les pertes imprévues par l'assureur pour éviter sa ruine. Par ailleurs, il peut être calculé via une formule standard ou un modèle interne développé par la compagnie (nécessité de l'approbation de l'ACPR).
- Le Minimum de Capital Requis (MCR) : il s'agit du montant minimum de fonds propres à détenir par l'assureur sous peine de retrait d'agrément. Ce capital est compris entre 25% et 45% du capital de solvabilité requis (SCR). Il est estimé sur la base des provisions techniques et capitaux sous risques en assurance vie.

a) Principes de valorisation sous Solvabilité II

- Les actifs sont valorisés en valeur de marché, soit au montant pour lequel ils pourraient être échangés sur les marchés financiers lors d'une transaction.
- Les flux de trésorerie sont valorisés au montant pour lequel ils pourraient être payés.
- Les provisions techniques sont valorisées au montant que l'assureur devrait payer s'il transférait son portefeuille à un autre assureur. Ce montant est la somme de la meilleure estimation du passif « BE pour Best Estimate » et de la marge de risque calculés comme suit :

$$BE_0 = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^N \frac{CF_i(t) \times p_i(t)}{(1+r_t)^t} \quad \text{Marge de risque} = CoC \times \sum_{t \geq 0} \frac{SCR_t}{(1+r_{t+1})^{t+1}}$$

Avec :

- CF(t) cash-flows futurs estimés;
- p probabilité de tombée des cash-flows ;
- r le taux d'actualisation de la courbe EIOPA à la date de calcul;
- T l'horizon de projection ;

- N le nombre de simulations ;
- CoC le taux du coût du capital, fixé à 6% par les textes de la directive.

La marge de risque correspond au montant que les organismes demanderaient pour reprendre et honorer les engagements de l'assureur. Elle constitue un matelas de sécurité dans l'estimation des provisions techniques sous Solvabilité II.

b) La formule standard

La formule standard, définie par l'EIOPA selon l'approche modulaire, permet de déterminer le Capital de Solvabilité Requis (SCR) sous la norme Solvabilité II, comme suit :

$$SCR = BSCR + SCR_{op} + Ajustement$$

Avec :

- i) BSCR : SCR de base ;
 - ii) SCR_{op} : SCR du risque opérationnel ;
 - iii) Ajustement : utilisé pour absorber et compenser les pertes potentielles sur les provisions techniques et impôts différés.
- Le BSCR est calculé à partir de la somme des différents modules de risques, après intégration des corrélations pouvant exister entre eux. Ainsi, la formule de calcul s'écrit :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j=1,\dots,N \text{ (sous modules)}} Corr_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j}$$

Et

$$SCR_{\text{sous module}} = \max(NAV_{\text{Centrale}} - NAV_{\text{Choquée}}; 0)$$

Avec NAV (pour Net Asset Value) correspond aux fonds propres économiques de l'entreprise. Ils se calculent comme la différence entre la valeur de marché des actifs et le « Best Estimate » augmentée de la marge pour risque :

$$NAV = VM_{\text{Actifs}} - (BE + \text{Marge de risque})$$

Le ratio de solvabilité est une résultante des éléments précédents et constitue un indicateur clé de la santé des régimes sous Solvabilité II. En admettant que tous les fonds propres composant la NAV sont admissibles, le ratio peut se calculer comme suit :

$$\text{Ratio de solvabilité} = \frac{NAV}{SCR}$$

- Le SCR_{Op} est additionné au BSCR afin d'obtenir le SCR final. Il est calculé comme suit¹⁸ :

$$SCR_{Op} = \min(30\% \times BSCR; Op) + 25\% \times Exp_{ul}$$

Où :

- Exp_{ul} : Montant de frais engagés au titre des contrats en unités de compte (UC) au cours des 12 derniers mois ;
- Op : désigne le capital requis pour couvrir le risque opérationnel.

Du fait de l'absence d'UC (unités de compte) dans notre étude, alors $Exp_{ul} = 0$. La formule de calcul ainsi retenue est :

$$SCR_{Op} = \min(30\% \times BSCR; Op)$$

c) L'approche modulaire de risque

Le portefeuille étudié portant exclusivement sur des engagements de retraites, les modules de souscription non-vie et de souscription santé n'interviennent pas dans le calcul. Nous omettons donc leur description ici. Le diagramme en « pieuvre » suivant liste les deux grands modules de risque auxquels est exposé le portefeuille étudié :

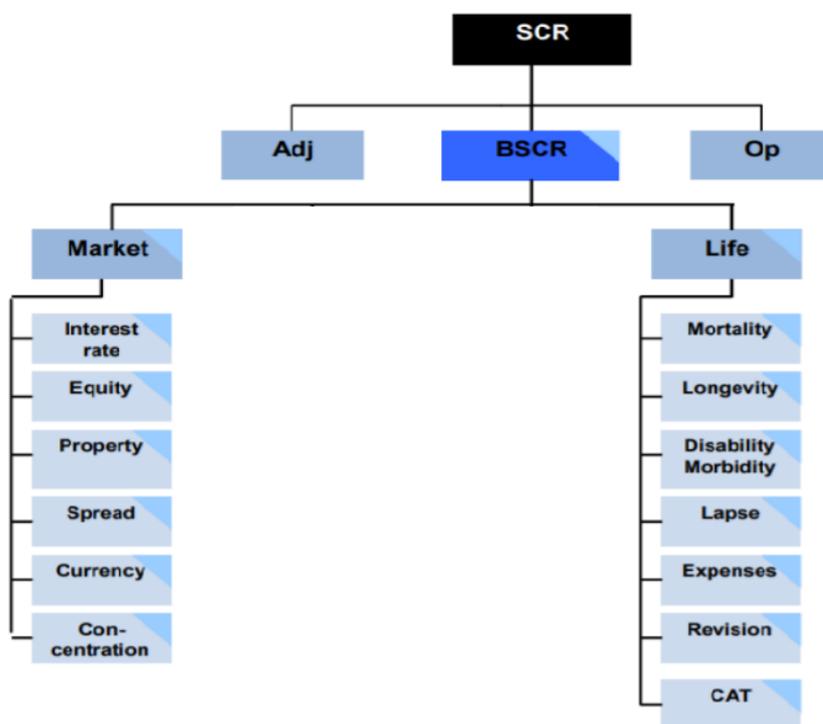


Figure 12: Modules et sous modules de risques Solvabilité II utilisés pour l'étude

Module de risque marché

Le module de risque marché est composé de plusieurs sous-modules dont les risques de concentration et de change.

¹⁸ Risque Opérationnel : Article 204 du RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2015/ 35.

Ces deux risques ne seront pas traités dans le cadre de l'étude. En effet, nous supposons que les actifs du portefeuille sont suffisamment diversifiés, que les émetteurs sont disparates et que les fonds investis sont libellés en Euro.

En conséquent, la matrice des corrélations utilisée est la suivante :

	Taux	Action	Immobilier	Spread
Taux	1	A	A	A
Action	A	1	0,75	0,75
Immobilier	A	0,75	1	0,5
Spread	A	0,75	0,5	1

Tableau 4:Matrice des corrélations-Module marché

Avec $A=0$ lorsque le choc de taux d'intérêt retenu est celui de la hausse, et $A=0,5$ dans le cas contraire (la baisse).

- Risque de taux : Le risque de taux représente le risque que la courbe des taux d'intérêts chute ou grimpe significativement. Ce risque est mesuré moyennant deux scénarios différents afin d'en retenir le plus défavorable :
 - o Un scénario de taux haussiers ;
 - o Un scénario de taux baissiers.

Les calculs se basent sur les taux issus de jeux de scénarios « down » et « up », basés sur les courbes¹⁹ de taux fournis par l'EIOPA :

- ✓ Pour le scénario « up » ou de taux haussiers, un choc relatif est appliqué de façon dégressive selon la maturité. Il varie de +70% pour la maturité un an jusqu'à +20% pour la maturité la plus élevée.
- ✓ Pour le scénario « down » ou de taux baissiers, le choc relatif est un choc dégressif qui varie de -75% pour la maturité un an à -20% pour la maturité la plus élevée.

Ces scénarios sont cadrés par les articles 166 : Augmentation de la courbe des taux d'intérêt et 167 : Diminution de la courbe des taux d'intérêt du règlement délégué. Ils seront détaillés dans l'Annexe 3 : Scénarios de taux d'intérêts - Solvabilité II.

Ainsi, le taux choqué r est donné par :

$$r_t^{\text{hausse}}(m) = \text{Max}(r_t(m) + 1\% ; r_t(m) * (1 + S^{\text{hausse}}(m)))$$

$$r_t^{\text{baisse}}(m) = r_t(m) * (1 - S^{\text{baisse}}(m)) \text{ si } r_t(m) \geq 0$$

Où S représente les coefficients de hausse et de baisse variants selon la maturité.

¹⁹ Courbe de taux sans risque hors VA (Ajustement pour Volatilité).

- Risque actions : Les actions sont des instruments financiers volatiles sur les marchés boursiers. De plus, la directive distingue les actions émises dans les pays de l'EEE20 ou l'OCDE21 (Type 1) et les actions des marchés émergents (Type 2). Le type 2 est également attribué aux actions non cotées. Le choc appliqué est différent selon cette classification :

Type action	Choc
Type 1	- 39%+ A. S
Type 2	- 49%+ A. S
Infrastructure	-30%+0,77× A. S

Tableau 5: Chocs actions par type

Avec A. S correspond à l'ajustement symétrique ou « dampener en anglais » calculé comme suit :

$A. S = 0,5 \times \left(\frac{CI-AI}{AI} - 8\% \right)$ Où CI est le cours des actions de l'indice de référence et AI la moyenne pondérée des valeurs journalières du cours de l'indice sur les 36 derniers mois. L'ajustement symétrique estimé au 31/12/2021 par l'EIOPA, s'élève à 6,88%.

- Risque immobilier : Le $SCR_{\text{immobilier}}$ correspond à une perte de capital après une baisse de 25% de la valeur marché du patrimoine immobilier.
- Risque de spread ou risque de signature : Il s'agit du risque qu'un organisme émetteur (d'obligations notamment) fasse défaut. En effet, il a pour objectif de mesurer le besoin en capital correspondant au risque d'un changement des spreads de crédit. Pour une obligation, il est mesuré par l'écart entre le TRA (Taux de Rendement Actuariel) et le taux d'intérêts sans risque.

Ce module se décompose en trois composantes :

$$SCR_{\text{spread}} = (SCR_{\text{bonds}} + SCR_{\text{securitisation}} + SCR_{\text{cd}})$$

Où :

- SCR_{bonds} : l'exigence de capital pour risque de spread sur les obligations et les prêts ;
- $SCR_{\text{securitisation}}$: l'exigence de capital pour risque de spread sur les positions de titrisation ;
- SCR_{cd} : l'exigence de capital pour risque de spread sur les dérivés de crédit.

Le portefeuille d'actifs de couverture du régime retraite étudié ne contient pas de produits de titrisation, ou de dérivées de crédit. Ainsi : $SCR_{\text{securitisation}} = SCR_{\text{cd}} = 0$.

De plus, les obligations d'état (OAT et OATi) dans le portefeuille sont supposées d'origine européenne et ne sont donc pas choquées, conformément à la formule standard de l'EIOPA. Ainsi, seules les Obligations Corporates le seront.

²⁰ Espace Economique Européen.

²¹ Organisation de Coopération et de Développement Economique.

Le choc appliqué à la valeur de marché des obligations dépend de leurs ratings, leurs durations et de leurs sensibilités :

$$VM_{\text{choquée}} = VM_{\text{central}} \cdot (1 - F_{\text{up}})$$

Où :

$$F_{\text{up}} = \begin{cases} b_i \cdot \text{dur}_i & \text{si } \text{dur}_i \leq 5 \\ (a_i + b_i) \cdot (\text{dur}_i - 5) & \text{si } 5 \leq \text{dur}_i \leq 10 \\ (a_i + b_i) \cdot (\text{dur}_i - 10) & \text{si } 10 \leq \text{dur}_i \leq 15 \\ (a_i + b_i) \cdot (\text{dur}_i - 15) & \text{si } 15 \leq \text{dur}_i \leq 20 \\ \min [(a_i + b_i) \cdot (\text{dur}_i - 20); 1] & \text{si } \text{dur}_i > 20 \end{cases}$$

Avec les paramètres a et b suivants :

Choc Spread - Coefficients a								
Duration	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Non noté
0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	4,50%	5,50%	7,00%	12,50%	22,50%	37,50%	37,50%	15,00%
10	7,00%	8,40%	10,50%	20,00%	35,00%	58,50%	58,50%	23,50%
15	9,50%	11,00%	13,00%	25,00%	44,00%	61,00%	61,00%	23,50%
20	12,00%	13,50%	15,50%	30,00%	46,60%	63,50%	63,50%	35,50%

Tableau 6: Choc Spread - Coefficients a

Choc Spread - Coefficients b								
Duration	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Non noté
0	0,90%	1,10%	1,40%	2,50%	4,50%	7,50%	7,50%	3,00%
5	0,50%	0,60%	0,70%	1,50%	2,50%	4,20%	4,20%	1,70%
10	0,50%	0,50%	0,50%	1,00%	1,80%	0,50%	0,50%	1,20%
15	0,50%	0,50%	0,50%	1,00%	0,50%	0,50%	0,50%	1,20%
20	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%

Tableau 7: Choc Spread - Coefficients b

Module de risque souscription

Le module de risque souscription en assurance vie regroupe l'ensemble des risques lié à une sous-tarifcation lors de la souscription du contrat. Dans le cadre du produit retraite par points L.441 étudié, nous serons uniquement exposés aux risques de longévité et de frais pour les raisons suivantes :

- ✓ Le régime n'est pas soumis au risque de mortalité ni au risque catastrophe. Concrètement, une hausse de la mortalité engendrerait une baisse des rentes à la charge de l'assureur et donc un gain en marge de solvabilité. Or, sous Solvabilité II, seuls les scénarios défavorables sont à retenir.
- ✓ Le risque d'incapacité/invalidité n'affecte pas le régime de retraite étudié car il n'est composé d'aucune garantie de ce type.
- ✓ Le régime ne permet pas le rachat des contrats avant terme, car interdit conformément au Code des assurances (sauf exceptions rares). Il n'est donc pas soumis au risque de rachat.

- ✓ Le risque de révision couvre le risque d'augmentation du niveau des rentes servies, dues aux aggravations de l'état de santé de l'assuré ou de l'environnement juridique. En France, ce risque concerne essentiellement les rentes de la branche non-vie, les rentes d'épargne retraite ne sont donc pas concernées.

Ainsi dans le cadre de notre étude, le module de risque souscription en assurance vie se restreint au sous-modules reliés par les corrélations du tableau ci-dessous :

	Longévité	Frais
Longévité	1	0,25
Frais	0,25	1

Tableau 8: Matrice de corrélation-Module Souscription Vie

- Risque de Longévité :

Ce risque traduit la possibilité que la mortalité estimée par les tables de mortalité soit supérieure à la mortalité réelle. Il correspond à un abattement de 20% des tables de mortalité réglementaires.

- Risque de Frais :

Il correspond au risque que les frais de gestion subissent une inflation supérieure à celle attendue. Ce risque est estimé via l'application d'une hausse de 10% des frais de gestion augmentée d'une sur-inflation annuelle de 1%.

6. Les tests de résistance

Afin de déterminer le besoin éventuel en fonds propres, la réglementation FRPS impose de réaliser des tests de résistance. Ils consistent à projeter l'activité du FRPS sur un horizon de 10 ans avec trois scénarios de choc. L'ordonnance n° 2017-484 énonce le principe des tests de résistance dans l'article L385-3 : « *Les fonds de retraite professionnelle supplémentaire effectuent chaque année un test de résistance destiné à évaluer leur capacité à faire face à leurs engagements à l'égard de leurs assurés, membres, adhérents et participants, notamment dans certains scénarios représentant des conditions détériorées de marché.* »

Le principe de ces tests est résumé par le schéma suivant :

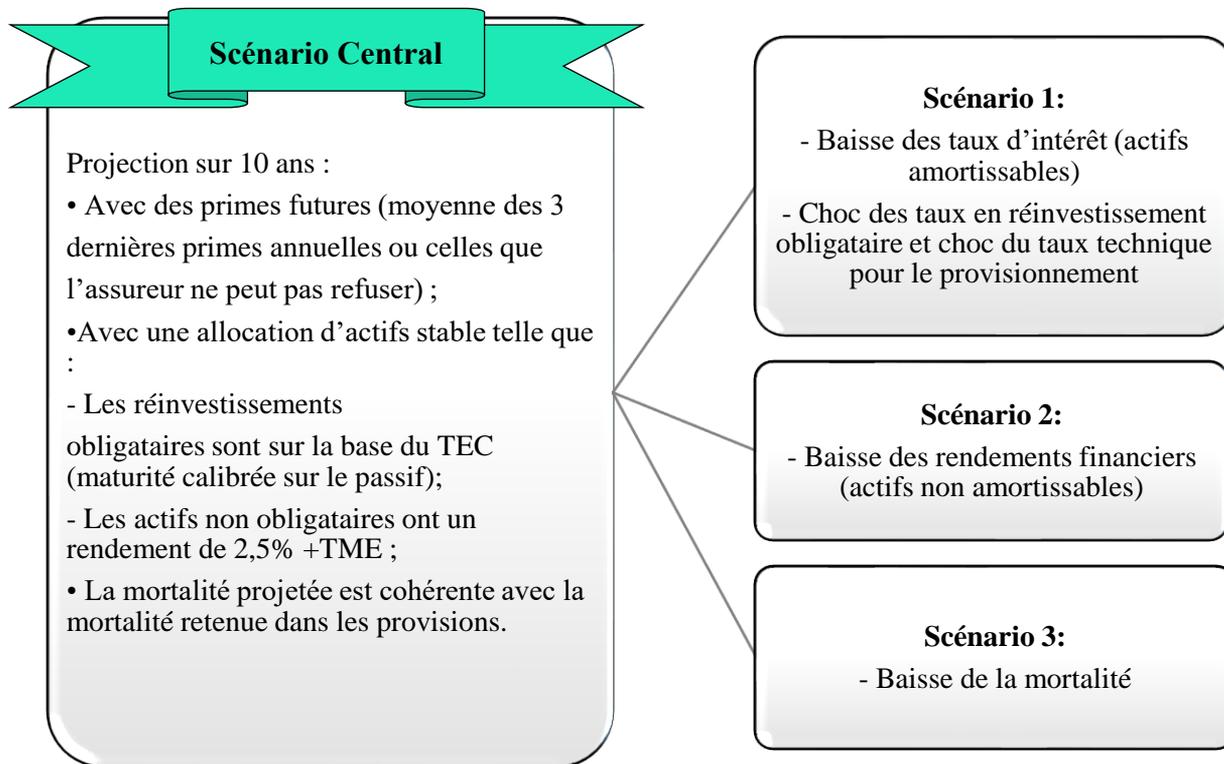


Figure 13: Tests de résistance FRPS

➤ Scénario central

L'article A. 385-4 de l'arrêté FRPS définit un scénario de base pour les tests de résistance. Ils « consistent en une projection pour le futur de l'activité du fonds de retraite professionnelle supplémentaire. Cette projection est réalisée selon :

- Un scénario prolongeant les conditions économiques existant à la date du dernier arrêté comptable ;
- Des scénarios dégradés portant sur une baisse des taux d'intérêt, une baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables ou une baisse de la mortalité des assurés.

Pour chacun de ces scénarios, le fonds de retraite professionnelle supplémentaire calcule, pour chaque exercice jusqu'à l'horizon de projection, sa marge de solvabilité constituée et son exigence minimale de marge de solvabilité ».

En effet, sur le scénario central, l'activité du fonds doit être projetée sur une durée de 10 ans selon les hypothèses²² suivantes :

Au passif du scénario central :

- Les primes projetées sont égales à la moyenne des 3 dernières années d'encaissement. Les versements volontaires ou programmés peuvent être pris en compte après justification.

²² Hypothèses énumérées par l'ACPR lors de la réunion de place sur les FRPS le 12 juillet 2017.

- Les hypothèses de frais de gestion projetées doivent être cohérentes avec celles utilisées pour l'évaluation de la provision globale de gestion.
- La mortalité projetée doit être conforme aux hypothèses de calcul des provisions mathématiques.
- Les normes fiscales des FRPS doivent être respectées. Les crédits d'impôts sont possibles s'ils peuvent être absorbés, sur la durée de projection, par les résultats futurs.
- La participation aux bénéficiaires est calculée selon les conditions en vigueur lors du dernier exercice de clôture.
- La Provision pour Aléa Financier²³ (PAF) est nulle sur toute la durée de projection.
- Les provisions relatives aux engagements retraite par points sont calculées avec la courbe des taux sans risque y compris VA²⁴.

A l'actif du scénario central :

- Une allocation d'actifs stable sur la durée de projection (10 ans).
- Les titres obligataires sont détenus jusqu'à échéance. Ils sont réinvestis sur des titres de même nature, avec une maturité équivalente à la duration des engagements (sans dépasser 15 ans). Les taux des coupons de ces nouvelles obligations est cohérent avec l'indice TEC de même maturité à la date de calcul.
- Les titres non obligataires génèrent un rendement annuel égal au TME moyen annuel augmenté de 250 points de base.

De plus, l'article A. 385-3 de l'arrêté FRPS définit les trois tests de résistance à implémenter pour le calcul du capital supplémentaire (capital Add-On) :

➤ Test n°1 : Baisse des taux d'intérêt

« Pour le scénario de baisse des taux d'intérêt, le niveau des taux d'intérêt pour les valeurs amortissables ainsi que celui servant de référence pour le calcul des provisions techniques est diminué, pour toute la durée de la projection, du maximum entre une baisse relative de 40 % et une baisse absolue de 0,75 %, sans pouvoir toutefois être inférieur à 0 % ou supérieur à 3,5 % ».

$$\text{Taux bas} = \text{Min}(\text{tx} * (1 - 40\%); \text{tx} - 0.75\%) \text{ avec } 0\% \leq \text{Taux bas} \leq 3.5\%$$

➤ Test n°2 : Baisse des rendements financiers

²³ PAF : La provision pour aléas financiers est constituée pour compenser une sous performance des actifs par rapport aux engagements de taux garantis par l'assureur sur les contrats en fonds Euro

²⁴ VA : Ajustement pour volatilité

« Dans le scénario de baisse des rendements financiers tirés des actifs non amortissables, le niveau des rendements des actifs non amortissables est diminué de 30 % » :

$$R_{A.N.A}^{\text{Choqué}} = (1 - 30\%) \times R_{A.N.A}$$

Avec $R_{A.N.A}$ le rendement des actifs non amortissables

➤ **Test n°3 : Baisse de la mortalité**

« Dans le scénario de baisse de la mortalité, le taux de mortalité à tout âge est diminué de 10 % ».

$$q_x^{\text{Choqué}} = (1 - 10\%) \times q_x$$

➤ **Capital Add-On**

L'exigence supplémentaire en capital requis (Capital Add-On) pour les FRPS est défini comme :

$$\text{Capital Add - On} = \max\left(\frac{X_1}{1}; \dots; \frac{X_i}{i}; \dots; \frac{X_{10}}{10}\right)$$

Avec $X_i = \text{Fonds propres}_i^{\text{Scénario central}} - \text{Fonds propres}_i^{\text{Choqués}}$.

De plus, selon l'Article R385-25 du Code des assurance : « Lorsque, dans le cadre des résultats aux tests de résistance mentionnés à l'article L. 385-3, un fonds de retraite professionnelle supplémentaire présente [...] une différence négative entre sa marge de solvabilité constituée à l'une des dates et le maximum de son exigence minimale de marge de solvabilité et de son fonds de garantie à la même date, l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution exige un plan de convergence ».

Ainsi, en cas d'insuffisance des fonds propres face aux exigences minimales de solvabilité augmentée du capital Add-on issus des tests de résistance, l'assureur doit présenter un plan de convergence pour justifier la solidité de sa situation financière.

7. Couverture de la marge de solvabilité

Dans le cadre des exigences de marge, l'ACPR a publié une notice²⁵ relative aux modalités d'acceptation des plus-values latentes (PVL) des actifs financiers en couverture. En amont, l'acceptation des PVL doit faire l'objet d'une demande spéciale envoyée parallèlement à la demande de transfert des engagements vers le FRPS.

- Si le FRPS est une entité individuelle : les PVL sont admissibles en couverture de l'EMS dès lors qu'elles n'ont pas un aspect exceptionnel. Pour les actifs relevant d'une comptabilité

²⁵ Voir Notice de l'ACPR du 19 juillet 2017 sur l'admissibilité des plus-values latentes en constitution de la marge de solvabilité pour les organismes de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS / MRPS / URPS / IRPS).

auxiliaire d'affectation²⁶, la couverture ne peut dépasser 15% des PVL après déduction des participations aux bénéfices.

- Si le FRPS fait partie d'un groupe : la couverture de l'EMS est différente des marges excédentaires. En effet, l'exigence minimale de marge peut être couverte par les PVL à hauteur de 50%. Quant aux marges excédentaires, les règles restent similaires au niveau individuel.

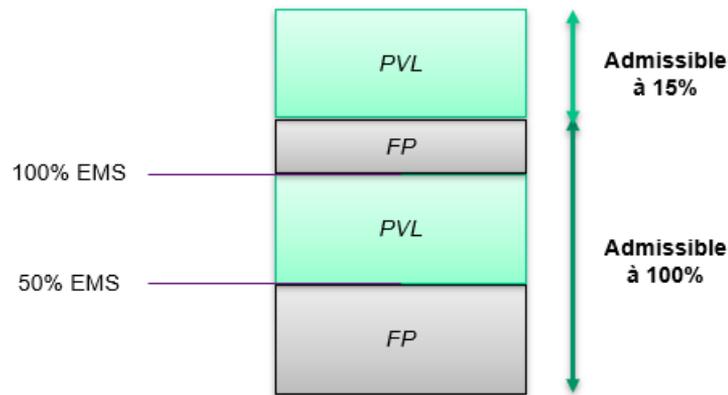


Figure 14: Niveaux de couverture PVL

IV. Allocation Stratégique d'Actifs (ASA)

L'allocation d'actifs est le processus de détermination de la répartition optimale des fonds investis entre les différentes classes d'actifs disponibles (actions, obligations, immobilier, etc.). Ce processus s'effectue en fonction de l'horizon, des différentes contraintes d'investissement et de l'appétence au risque de l'investisseur. Ainsi, un portefeuille est considéré optimal s'il maximise le rendement et minimise le risque compte tenu des contraintes prédéfinies.

1. Théorie de Markowitz

Publié en 1952, le célèbre article ²⁷de Harry Markowitz donne naissance à la théorie moderne de l'allocation stratégique d'actifs. Cette théorie, à la base des processus d'investissements actuels, part du principe qu'un investisseur rationnel souhaite rémunérer les risques qu'il prend.

Ainsi, un portefeuille optimal au sens de Markowitz est un portefeuille où il n'est pas possible d'augmenter le rendement sans augmenter le risque.

Les portefeuilles optimaux possèdent un couple rendement-risque optimal et forment la frontière efficiente ou Pareto-optimale de Markowitz.

a) Frontière efficiente

²⁶ Consiste à isoler les actifs représentatifs des engagements du passif, vis-à-vis d'un produit détenu, du reste du bilan de l'assureur (actifs cantonnés).

²⁷ Harry Markowitz. « Portfolio Selection »: The Journal of Finance 7.1 (1952).

Après avoir formé les différents portefeuilles possibles, la deuxième étape du modèle de Markowitz consiste à construire la frontière efficiente. Elle correspond à tous les portefeuilles qui atteignent les rendements les plus élevés avec les moindres risques.

Pour trouver cette frontière, il suffit d'écrire le programme qui, pour chaque niveau de rendement R minimise le risque en faisant varier la proportion des investissements dans chaque classe d'actif. Le programme, sous forme matricielle, se présente comme suit :

$$\begin{cases} \min X^T \Sigma X \\ \text{s/c : } X^T U = 1 \text{ et } R = X^T M \end{cases}$$

Avec

- X : le vecteur des poids $(x_i)_{i=1,\dots,n}$ tel que $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ (proportion investie dans chaque classe d'actifs). Cette condition se réécrit $X^T U = 1$ avec U le vecteur « unitaire », soit contenant que des 1 ;
- Σ : la matrice des variances-covariances $(\sigma_{ij})_{i,j=1,\dots,n}$ avec :
 - o $\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$;
 - o ρ_{ij} le coefficient de corrélation ;
 - o $\sigma_i = \sqrt{\sigma_{ii}}$;
- R le rendement moyen du portefeuille global, M le vecteur des moyennes de rendements gaussiens $(\mu_i)_{i=1,\dots,n}$ avec $R = X^T M$ pour un vecteur X donné.

Ce programme d'optimisation admet pour solution²⁸ :

$$X^* = \frac{1}{U^T \Sigma^{-1} M} \cdot \Sigma^{-1} M$$

Ainsi, seuls les portefeuilles situés sur cette frontière efficiente ont des poids optimaux et devraient intéresser les investisseurs rationnels.

b) Actif sans risque et ligne d'allocation des actifs

L'actif sans risque est généralement associé aux obligations d'État car supposées sans risque, elles garantissent ainsi un taux d'intérêt minimum. Par définition, cet actif a une variance nulle ($\sigma_f = 0$) et son rendement (r_f) est décorrélé du reste des actifs du portefeuille.

Soit C (r_c, σ_c) un portefeuille composé de y% d'actifs risqués P (r_p, σ_p) et de (1-y)% d'un actif sans risque F(r_f). Pour un niveau de risque choisi, combinaisons d'actifs sans risque avec d'autres actifs risqués génèrent une variation linéaire du rendement. Ceci est traduit par la ligne d'allocation de capital (CAL) dont l'équation est donnée par le système :

²⁸ Solution de Robert C. Merton, article « An Analytic Derivation of the Efficient Portfolio Frontier » publié dans « The Journal of Financial and Quantitative Analysis 7.4 (1972) »

$$\begin{cases} E(r_c) = y \times E(r_p) + (1 - y) \times r_f \\ s/c : \sigma_c = y \times \sigma_p \end{cases} \Leftrightarrow (CAL) : E(r_c) = r_f + \frac{(E(r_p) - r_f)}{\sigma_p} \times \sigma_c$$

Avec : $\frac{(E(r_p) - r_f)}{\sigma_p}$ la pente de la (CAL) représente le ratio de Sharpe²⁹, qui permet de mesurer la performance d'un portefeuille en fonction du risque pris par l'investisseur.

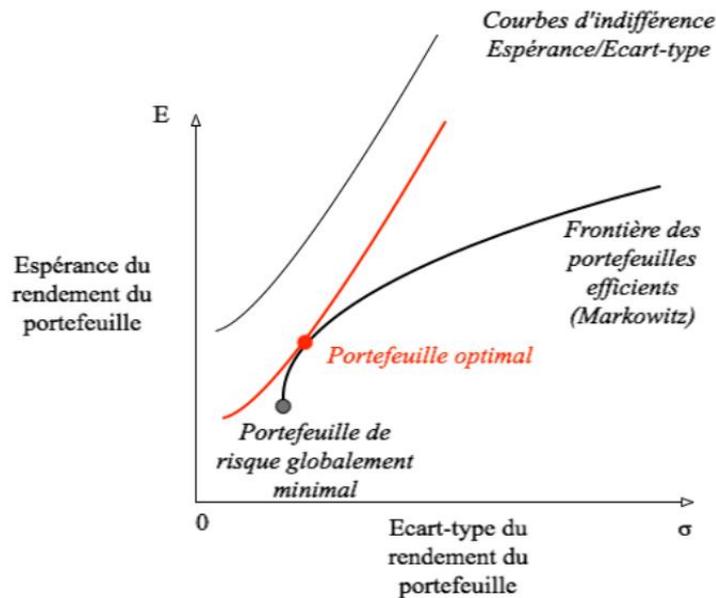


Figure 15: Construction de l'allocation optimale dans le plan rendement-risque (Source : Théorie moderne de la gestion de portefeuille CEA par thierry.granger@dauphine.fr « Cours n°3/3 »)

Dans le graphe ci-dessus, la (CAL) est tracée en rouge. L'extrémité gauche de la (CAL) représente un portefeuille composé à 100% d'actifs sans risque. Plus on remonte, plus la part d'actifs sans risque dans le portefeuille diminue et la part d'actifs risqués augmente. Au point d'intersection, le portefeuille optimal est composé entièrement d'actifs risqués.

Ainsi, l'investisseur devra choisir un portefeuille sur la (CAL) selon son niveau d'appétence au risque A. En effet, le choix se fera dépendamment des préférences de l'investisseur, son indice d'appétence au risque A et sa fonction d'utilité U :

$$\begin{cases} \max U = E(r_c) - \frac{1}{2} \times A \times \sigma_c^2 \\ s/c : E(r_c) = r_f + \frac{(E(r_p) - r_f)}{\sigma_p} \times \sigma_c \end{cases}$$

Ce programme admet pour solution mathématique :

$$y^* = \frac{E(r_p) - r_f}{A \times \sigma_p^2}$$

²⁹ Ratio créé en 1866 par l'économiste américain William Forsyth Sharpe pour mesurer la rentabilité d'un investissement en fonction du niveau de risque pris.

2. Optimisation de « Michaud »

L'optimalité, au sens de Markowitz, d'une allocation est très sensible aux erreurs d'estimations du couple rendement-risque. Elle repose sur une estimation rigoureuse des paramètres, notamment la variance-covariance, les rendements espérés et la volatilité. Pour pallier ce problème, les « Michaud »³⁰ introduisent en 2007, les méthodes de simulation Monte Carlo à la méthode d'allocation d'actifs classique de Markowitz pour diminuer l'influence de ces erreurs sur le choix des portefeuilles optimaux. Pour rappel, les simulations Monte Carlo se basent sur la loi forte des grands nombres : $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \times X_i = E(X)$ avec X_i des variables aléatoires i.i.d³¹ d'espérance $E(X)$.

En effet, il s'agit de simuler différentes combinaisons de paramètres (rendement, risque) en fonction des contraintes d'investissement définies et des données historiques pour obtenir différents portefeuilles efficients. Pour ce faire, nous nous basons sur un programme d'optimisation pour la détermination de l'allocation optimale qui s'écrit comme suit :

Fonction objectif à maximiser : rendement moyen sur 10 ans des 1 000 projections d'actifs suivant l'allocation testée. En effet, il s'agit de maximiser le produit de la moyenne géométrique des rendements sur 10 ans par classe d'actifs et de l'allocation testée par scénario économique ;

Variables : poids ou répartition par classe d'actifs ;

Contraintes :

- L'allocation testée vérifie les contraintes réglementaires ;
- Le niveau de risque (ou volatilité) est maîtrisé ;
- etc.

Les contraintes retenues dans cette étude seront décrites plus en détail sur la partie : Portefeuilles optimaux (Chapitre 2), lors de la construction des allocations stratégiques d'actifs.

De manière générale, les portefeuilles optimaux sont construits selon l'algorithme suivant :

³⁰ Michaud et Michaud (2007) : « Estimation Error and Portfolio Optimization : A Resampling Solution »

³¹ Indépendantes, identiquement distribuées

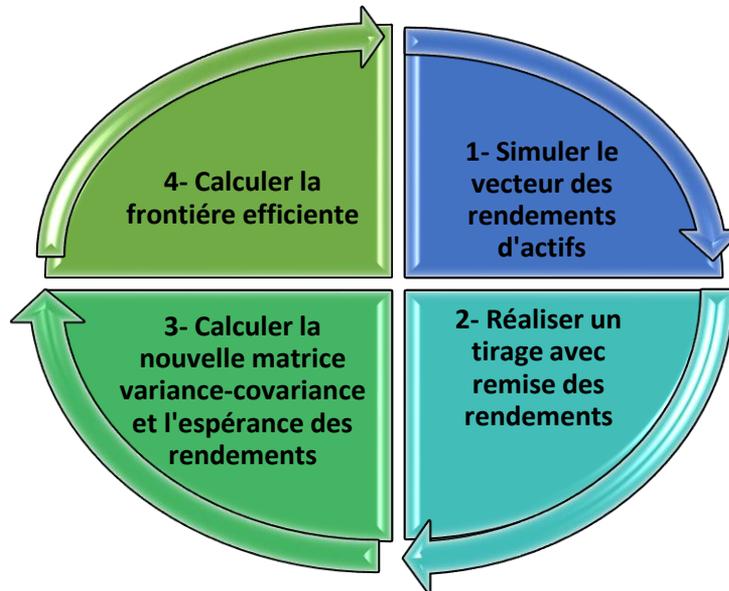


Figure 16: Algorithme d'optimisation de Michaud

Le portefeuille rééchantillonné retenu est alors calculé comme la moyenne des différents portefeuilles efficients simulés.

Comparée aux résultats de l'approche classique de Markowitz, l'allocation finale est souvent plus stable et plus diversifiée avec une optimisation rendement-risque plus efficace.

Chapitre 2 : Modélisation ALM et allocation stratégique d'actifs

Ce chapitre a pour but de présenter le portefeuille de retraite étudié et la construction d'un outil de gestion actif-passif dans les normes Solvabilité II et FRPS.

En effet, la modélisation a été effectuée grâce un outil de gestion actif-passif (ALM) permettant de projeter le portefeuille de retraite étudié selon des scénarios stochastiques et déterministes.

Une fois le modèle construit, une optimisation de l'allocation initiale des actifs en couverture est effectuée selon l'approche de « Michaud ». Elle donne lieu à des paniers d'actifs optimaux que nous testons à l'aide de l'outil ALM implémenté pour en évaluer les effets réglementaires sous chaque norme et ensuite les comparer.

I. Présentation du portefeuille retraite étudié

1. Passif

L'étude porte sur le régime de retraite complémentaire des salariés d'une entreprise fictive. C'est un régime de retraite par points géré collectivement par capitalisation. Il est à adhésion obligatoire et à cotisations définies. Il fait donc partie des produits soumis à l'article L.441 (présentés dans le chapitre 1 : Régimes de retraite par points L.441).

Le portefeuille des engagements retraite étudié est arrêté au 31/12/2021. Il se décompose en deux sous portefeuilles selon les phases constitution ou distribution de la rente dont les caractéristiques sont les suivantes :

<i>Portefeuille</i>	<i>Age moyen</i>	Nombre d'adhésions	ΣCotisations (en M€)	ΣPoints acquis	PMT au 31/12/2021 (en M€)
<i>En constitution</i>	<i>53 ans</i>	5 653	2 902	1 578	2 902
<i>En distribution</i>	<i>75 ans</i>	17 617	0	4 665	5 295

Tableau 9: Caractéristiques des portefeuilles en constitution & en distribution

Au passif du bilan social, 91% des engagements sont constitués des Provisions Techniques Spéciales (PTS) et à 9% des Fonds Propres (FP). La duration du portefeuille à fin 2021 est de 18 ans.

Selon les phases constitutions (assurés actifs) ou distribution (assurés retraités), les effectifs et stock de points du portefeuille initial se présentent, en fonction des âges, comme suit :

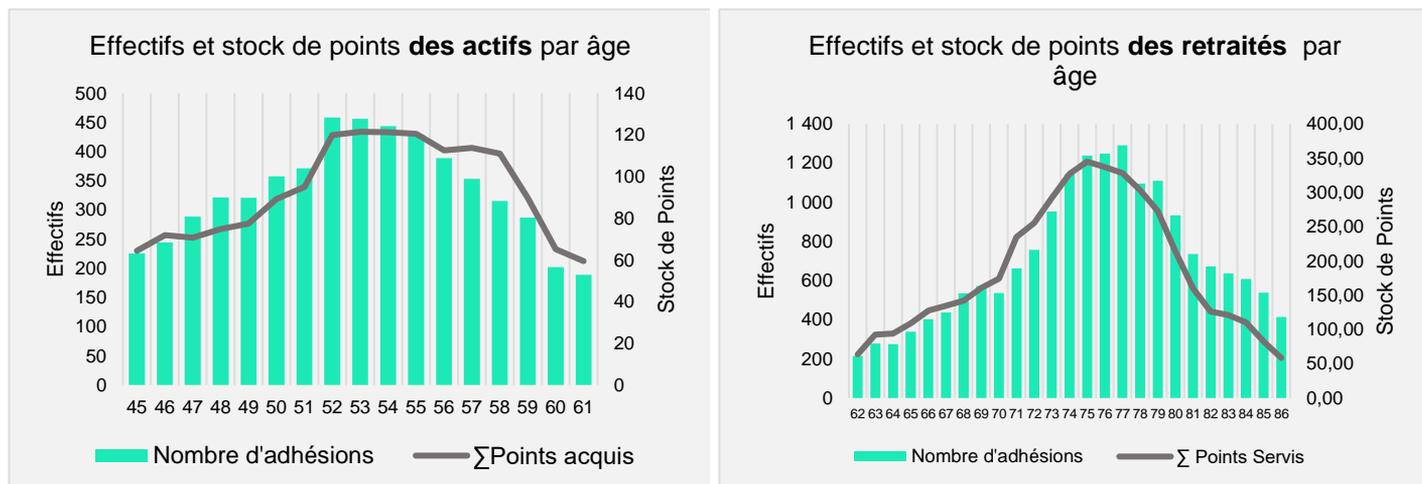


Figure 17 : Description du portefeuille étudié

2. Actif

Dans le cadre des régimes de retraite par points, le portefeuille d'actifs financiers est mis en exacte représentation des engagements au passif de l'assureur. Deux principaux types de placement sont distingués par le Code des assurances : les actifs amortissables (Article R343-9) dont la date d'échéance est fixée et la valeur est amortie dans le temps, essentiellement les obligations, et les actifs non amortissables (Article R343-10), comme les placements financiers en actions et patrimoine immobilier.

2.1 Structure du portefeuille d'actifs

Le portefeuille d'actifs, au 31/12/2021, est initialement constitué d'obligations (70%), de monétaire ou cash (15%), d'actions (10%) et d'immobilier (5%).

COMPOSITION DU PORTEFEUILLE D'ACTIFS FINANCIERS

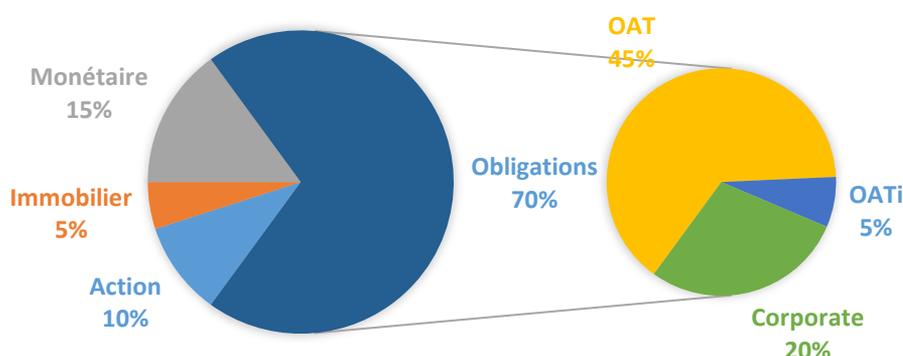


Figure 18: Composition du portefeuille d'actifs- Allocation initiale

Le portefeuille obligataire, quant à lui, est constitué à 45% d'obligations d'états (OAT), 20% d'obligations d'entreprises (Corporate) et 5% d'obligations d'états indexées (OATi). Les obligations détenues possèdent les caractéristiques suivantes :

<i>Obligation n°</i>	<i>Taux de remboursement (% du Nominal)</i>	<i>Taux de coupon</i>	<i>Maturité restante (en années)</i>	<i>Type</i>	<i>Rating</i>	<i>Spread</i>
1	100%	1,50%	11	Corporate	AA	0,57%
2	100%	3,00%	13	Corporate	AA	0,81%
3	100%	5,50%	13	Corporate	AAA	1,12%
4	100%	1,50%	15	Corporate	AAA	0,31%
5	100%	3,50%	15	Corporate	AA	0,72%
6	100%	5,50%	15	OATi	AAA	1,03%
7	100%	3,00%	11	OATi	AA	0,57%
8	100%	1,50%	9	OATi	AAA	0,65%
9	100%	0,50%	15	OAT	AAA	0,10%
10	100%	0,50%	11	OAT	AA	0,22%
11	100%	1,50%	13	OAT	AA	0,40%
12	100%	1,50%	9	OAT	AAA	0,33%

Tableau 10: Caractéristiques du portefeuille obligataire

Les titres de participation, type actions, sont supposés émis en zone Euro. Par conséquent, ils sont tous classés de type I selon la directive Solvabilité II.

Le détail des placements en valeur de marché et valeur nette comptable, par classe d'actifs, est le suivant :

<i>Classe d'actif</i>	<i>Valeur nette comptable (en M€)</i>	<i>Valeur de marché (en M€)</i>
Obligations	6 297,86	6 526,05
- Obligations d'états	4 048,62	3 954,77
- Obligations d'états indexées	449,85	516,78
- Obligations d'entreprise	1 799,39	2 054,50
Actions	899,69	1 124,62
Immobilier	449,85	584,80
Monétaire	1 349,54	1 349,54
Total général	8 996,94	9 585,01

Tableau 11: VNC et VM par classe d'actifs

2.2 Taux de plus ou moins-values latentes

Les Plus ou Moins-Value Latentes (PMVL) sont les potentiels gains ou pertes non réalisés lors de la liquidation d'un titre sur les marchés financiers. Elles sont calculées en soustrayant le prix de vente théorique en valeur de marché du prix d'achat comptable net des frais comme suit :

$$\text{PMVL} = \text{Valeur de marché} - \text{Valeur nette comptable}$$

Etant donné que le portefeuille d'engagements retraite étudié est fictif, la création d'un portefeuille miroir à l'actif a été réalisée moyennant des hypothèses réalistes de PMVL pour refléter les conditions du marché au 31/12/2021. Ces hypothèses se présentent comme suit :

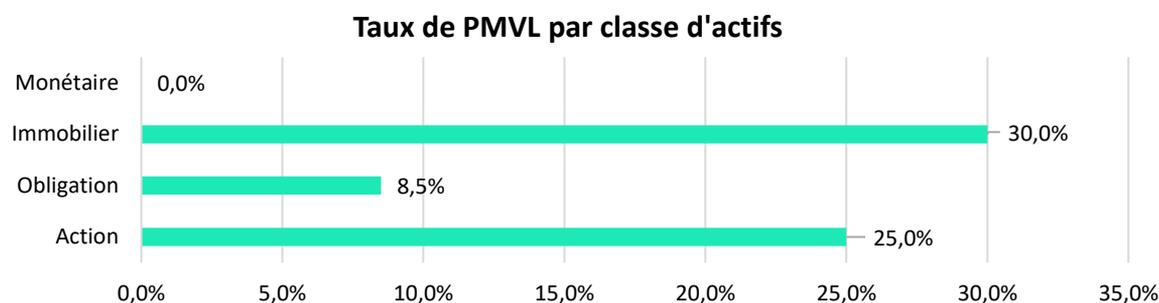


Figure 19: Taux de PMVL par classe d'actifs

Le niveau de PMVL global du portefeuille d'actifs financiers est de 10% par rapport à la Valeur Nette Comptable (VNC).

3. Bilan social en normes françaises

En date du 31/12/2021, le bilan comptable « simplifié » en normes françaises se présente comme suit :

<i>Actif en VNC (en M€)</i>		<i>Passif (en M€)</i>	
<i>Placements</i>		<i>Fonds propres</i>	800
<i>Obligations</i>	5 262,66	<i>Capital</i>	800
<i>Actions</i>	2 834,61	<i>Report à nouveau</i>	0
<i>Immobilier</i>	402,59	<i>Résultat</i>	0
<i>Monétaire</i>	497,08	<i>Réserve de Capitalisation</i>	0
Total Actif	8 996,94	<i>Provisions techniques brutes</i>	8 196,94
		<i>PRE</i>	0
		<i>PTSC</i>	0
		<i>PTS</i>	8 196,94
		Total Passif	8 996,94

Tableau 12: Bilan Social au 31-12-2021

II. Présentation du modèle ALM

1. Le GSE Sia Partners

Dans cette partie, l'idée est de survoler le fonctionnement du Générateur de Scénarios Économiques (GSE) de Sia Partners.

Les scénarios risques neutres simulés par le GSE constituent un input pour l'étude et donc leurs spécifications techniques ne seront pas traitées en détail dans ce mémoire. Néanmoins, la présentation des modèles qui le composent, se révèle nécessaire à la compréhension des inputs du modèle ALM.

En effet, un Générateur de Scénarios Economiques (GSE) a pour but de simuler des scénarios stochastiques de divers indicateurs économiques (taux d'intérêt, inflation, performance des actions etc.). Ces indicateurs sont nécessaires à l'évaluation du bilan de l'assureur en valeur de marché.

Pour projeter les indicateurs économiques, trois modèles de diffusions sont utilisés au sein du GSE Sia Partners :

1. Un modèle de taux d'intérêts
2. Un modèle action et immobilier
3. Un modèle d'inflation

1.1 Le modèle de taux d'intérêts

Le modèle de taux d'intérêts générés par l'outil GSE Sia Partners est un modèle gaussien à deux facteurs nommé G2++³². Le modèle G2++ est un cas spécifique du modèle Hull et White à deux facteurs.

La dynamique du taux court induite par ce modèle est donnée par la somme de deux facteurs gaussiens x et y en ajoutant une fonction déterministe φ . Cette fonction est choisie de manière à ajuster le modèle à la structure par terme des taux observée sur le marché. Il s'écrit comme suit :

$$\begin{aligned}r(t) &= x(t) + y(t) + \varphi(t) \\dx(t) &= -\alpha_1 \times x_t \times dt + \sigma_1 \times dW_t^1 \\dy(t) &= -\alpha_2 \times y_t \times dt + \sigma_2 \times dW_t^2\end{aligned}$$

Avec :

- W^1 et W^2 deux mouvements Browniens de variation quadratique tels que $dW = d\langle W_t^1; W_t^2 \rangle = \rho \times dt$ et $\rho \in [-1,1]$;
- $y_0 = x_0 = 0$;
- α_1 et α_2 les coefficients de retour à la moyenne avec $\alpha_1, \alpha_2 > 0$;
- σ_1 et σ_2 les volatilités des processus avec $\sigma_1, \sigma_2 > 0$.

1.2 Le modèle actions et immobilier

Pour modéliser les indices actions et immobilier, le modèle utilisé par le GSE est celui de Black & Scholes.

Soit S_t un processus aléatoire décrivant le cours d'un indice boursier ou une action (le sous-jacent).

Sous la probabilité risque neutre, la dynamique de ce processus s'écrit :

$$dS_t = (\mu - \text{div})S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

Avec :

- μ l'espérance du rendement ;
- div le taux de dividende ;
- σ la volatilité ;

³² Plus de détails sur le modèle dans le recueil « Interest Rate Models - Theory and Practice » de D.Brigo et F.Mercurio.

- W le mouvement brownien.

Le modèle de diffusion log-normal à volatilité constante est une adaptation de ce modèle telle que :

$$dS_t = r(t)S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

Le processus S_t s'écrit alors :

$$S_t = S_0 e^{\int_0^t r(u) du - \int_0^t \frac{\sigma^2}{2} du + \int_0^t \sigma dW_u}$$

$$\Leftrightarrow S_t = S_0 e^{\int_0^t r(u) du - \frac{\sigma^2}{2} t + \sigma W_t}$$

Et finalement :

$$S_{t+1} = S_t e^{r(t) - \frac{\sigma^2}{2} + \sigma W_t}$$

Ainsi, la projection peut être réalisée avec la volatilité σ comme seule inconnue.

1.3 Le modèle inflation

Le taux d'inflation est simulé selon le modèle de Vasicek. La dynamique de l'inflation sous ce modèle est donnée par la formule suivante :

$$dr_t = a(b - r_t)dt + \sigma dW_t \quad (1)$$

- a est le niveau de retour à la moyenne (la vitesse avec laquelle le processus revient à l'équilibre),
- b la moyenne long terme ;
- σ la volatilité.

Posons $X_t = r_t - b$ alors $dX_t = dr_t$ et (1) s'écrit :

$$dX_t = -aX_t dt + \sigma dW_t$$

On en déduit l'expression :

$$X_t = X_0 e^{-at} + \sigma \int_0^t e^{-a(t-s)} dW_s$$

$$\Leftrightarrow r_t - b = (r_0 - b)e^{-at} + \sigma \int_0^t e^{-a(t-s)} dW_s$$

$$\Leftrightarrow r_t = r_0 e^{-at} + b(1 - e^{-at}) + \sigma \int_0^t e^{-a(t-s)} dW_s$$

$$\Leftrightarrow r_{t+1} = r_0 e^{-a(t+1)} + b(1 - e^{-a(t+1)}) + \sigma \int_0^{t+1} e^{-a(t+1-s)} dW_s$$

$$\Leftrightarrow r_{t+1} = r_t e^{-a} + b(1 - e^{-a}) + \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2a}}{2a}} \varepsilon_t \quad \text{Avec } \varepsilon_t \sim N(0,1)$$

On peut écrire l'expression : $r_{t+1} = Ar_t + B + \varepsilon_t$. Il suffit alors de faire une régression linéaire de l'inflation pour obtenir les paramètres A , B et ε .

1.4 Les corrélations inter-actifs

Pour modéliser les interactions entre les actifs du GSE, une structure basée sur les corrélations de Kendall a été retenue. Elle consiste à calculer les corrélations entre les actifs et incorporer ces coefficients aux projections (les corrélations passées déterminent les corrélations futures).

Pour un échantillon de taille n , l'estimateur du « tau de Kendall » se construit comme suit :

$$\text{Soit } r(X, Y) = \frac{2 (\text{nombre de paires concordantes} - \text{nombre paires discordantes})}{n(n-1)}$$

Deux couplets $((X(t), Y(t)), (X(s), Y(s)))$ sont dits :

- Concordants : si $(X(t) - X(s)) \times (Y(t) - Y(s)) > 0$
- Discordants : si $(X(t) - X(s)) \times (Y(t) - Y(s)) < 0$

Si (X, Y) suit une loi normale bivariée on montre que :

$$\rho^S(X, Y) \xrightarrow[n \rightarrow +\infty p.s]{\frac{6}{\pi}} \arcsin \left(\frac{\rho(X, Y)}{2} \right)$$

$$\tau(X, Y) \xrightarrow[n \rightarrow +\infty p.s]{\frac{2}{\pi}} \arcsin (\rho(X, Y))$$

Ainsi, les coefficients de corrélation estimés sont :

$$\rho^S = 2 * \sin \left(\frac{\pi}{6} \rho(X, Y) \right)$$

$$\rho^K = 2 * \sin \left(\frac{\pi}{2} \tau(X, Y) \right)$$

2. Le modèle ALM

Pour étudier l'effet du changement de stratégie d'investissement et des exigences réglementaires d'une compagnie d'assurance entre Solvabilité II et FRPS, il est important de modéliser l'actif et le passif au bilan. Cette modélisation est faite grâce à un modèle ALM, avec des hypothèses ajustées à chacun des deux environnements réglementaires. Le modèle ALM créé fonctionne selon le schéma ci-après :

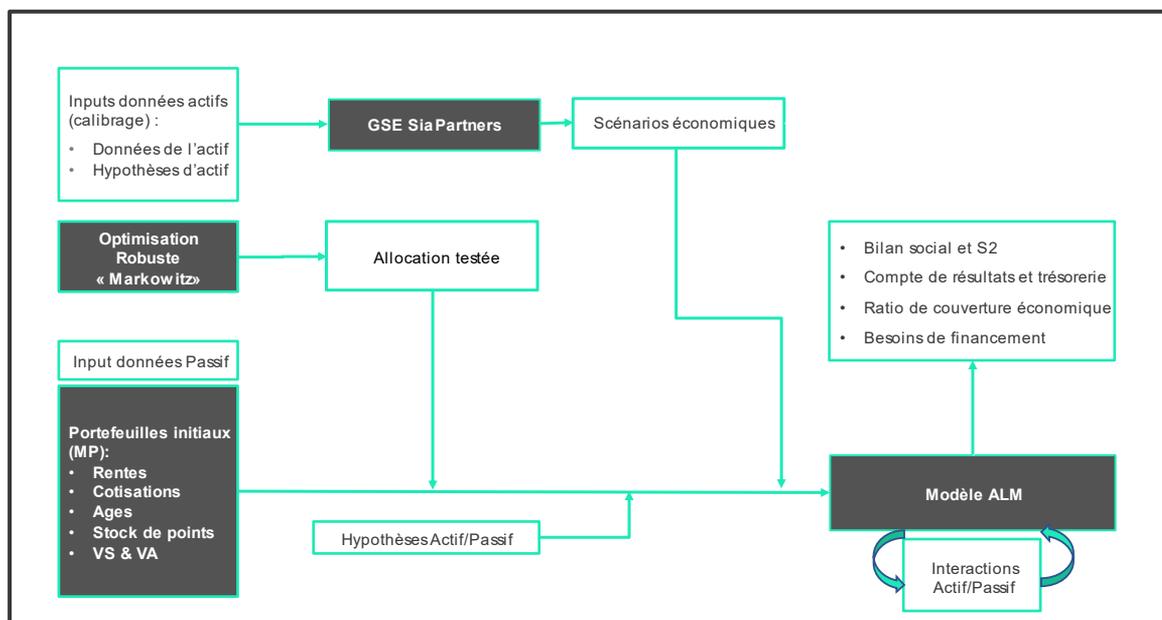


Figure 20: Fonctionnement moteur ALM

Comme explicité dans le schéma, le modèle ALM implémenté lors de cette étude, reçoit les scénarios économiques issus du GSE en input, le portefeuille initial des engagements des assurés ainsi que les actifs financiers. La politique de réinvestissement et les hypothèses actuarielles telles que les frais, les tables de mortalité, les parts de produits financiers, les dotations aux provisions sont aussi données en entrée.

A partir de ces inputs et de ce moteur de calcul, la maquette développée permet de produire le bilan en norme française, projeter le bilan économique, compte de résultat et compte de trésorerie. Elle permet également d'effectuer le calcul des indicateurs d'intérêts pour notre étude multinormes : FRPS (EMS, Capital Add-On) et Solvabilité II (BE, Marge de risque, SCR).

2.1 Projection du passif

2.1.1 Les hypothèses de projection

Le portefeuille est supposé en run-off. Il n'offre pas de possibilité de rachat (même exceptionnel) et possède comme sorties modélisées, le décès et le départ en retraite (passage de la phase constitution à la phase distribution).

A des raisons de simplification, l'âge théorique de départ à la retraite est fixé à 62 ans pour tous les assurés.

En vue du caractère d'adhésion obligatoire au régime, les versements périodiques de primes effectués par les adhérents actifs sont pris en compte lors de la projection des rentes en constitution. Ils se présentent comme suit :

Année	Reversements en M€ (En groupe fermé)
2022	101
2023	97
2024	93
2025	91
2026	87
2027	84
2028	81
2029	77
2030	73
2031	68
2032	65
2033	61
2034	58
2035	54
2036	51
2037	48

Tableau 13: Reversements des adhérents actifs en M€

L'assuré est en phase de constitution jusqu'à atteindre l'âge de passage à la retraite. S'il est toujours vivant à l'âge de la retraite, il entre en phase de distribution (restitution des droits acquis).

Les rentes servies aux retraités du régime sont supposées annuelles.

Les provisions mathématiques projetées sont celles détaillées au Chapitre 1, à savoir : PMT, PTS, PTSC, PRE et RKpi. Quant aux hypothèses de frais et chargements, nous avons retenues pour nos projections les éléments³³ suivants :

	Chargements	Frais
Acquisition	3,90%	3,25%
Gestion	0,60%	1800 euros/contrat

Tableau 14: Hypothèses de frais

2.1.2 Les « Model Points »

Concrètement, cette étape consiste à sommer et/ou moyenner par tranche d'âge et par phase, les effectifs, les versements, les provisions mathématiques, le stock de points et les montants de rentes en cas de constitution ou distribution des droits. Les groupements effectués permettent de former des profils de risque homogènes et simplifie les projections.

Ainsi, notre base fictive initiale est segmentée en 56 Model Points : 17 models points pour les actifs avec des âges entre 45 et 61 ans et 39 model points avec des âges au-delà de 62 ans pour les retraités.

2.1.3 La valeur du point

³³ Ces hypothèses ont été fixées sur la base des conditions générales benchmark du marché.

Pendant la phase constitutions des droits, les cotisations versées par les adhérents du régime sont transformées, chaque année de projection, en nombre de points via la valeur d'acquisition du point. La valeur du point dans notre modèle est la même par année de projection et ne dépend pas de l'âge d'entrée dans le régime.

La valeur d'acquisition actuarielle pour l'année i , dans le cas d'une rente viagère différée, se calcule via l'équilibre actuariel (*) suivant :

$$VAP_{\text{assuré}} = VAP_{\text{assureur}}$$

$$\text{Prime} \times (1 - \text{frais d'acquisition}) = \text{Rente} \times (1 + \text{frais gestion}) \times \ddot{a}_{62-x;x}$$

$$\text{Or } \text{Prime} \times (1 - \text{frais d'acquisition}) = \text{Nbre points acquis} \times VA = \frac{\text{Rente}}{VS} \times VA$$

$$\text{Donc } (1 + \text{frais gestion}) \times \ddot{a}_{62-x;x} = \frac{VA}{VS} \text{ cad } VA = VS \times (1 + \text{frais gestion}) \times \ddot{a}_{62-x;x}$$

Comme nous disposons de plusieurs Model points (MP) par âge, le formule devient pour une année i :

$$VA_i = VS_i \times (1 + \text{frais gestion}_i) \times C. A. M_i$$

Où $C. A. M_i$: le coefficient actuariel moyen égal à la moyenne pondérée par les cotisations des annuités, soit :

$$C. A. M_i = \frac{\sum_{x=\text{age}} \ddot{a}_{62-x,x} \times \text{cotisations}_{i,x}}{\sum_{x=\text{age}} \text{cotisations}_{i,x}}$$

L'inverse du coefficient actuariel moyen correspond à un rendement viager neutre. En effet, c'est le rendement moyen qui permet l'autofinancement des prestations à partir des versements si les estimations de taux de mortalité et d'actualisation utilisées se révèlent justes.

(*) : quand l'assuré atteint l'âge de retraite, l'équation d'équilibre actuariel n'a plus de sens. En effet, une fois en phase distribution, l'assuré ne cotise plus et donc n'acquiert plus de point.

Initialement, la VS est fixée de manière arbitraire à 0,07. Il en résulte systématiquement une VA tel que le rendement actuariel du régime soit neutre. En effet, la VS du point seule n'affecte pas réellement le régime : c'est le couple (VA, VS) qui détermine l'équilibre de ce dernier.

Ensuite, elle est pilotée chaque année selon les résultats technico-financiers et le ratio de couverture de l'année précédente. Le pilotage de la VS sera présenté plus en détails sur la partie 2.6.

2.1.4 La loi de mortalité

La mortalité des assurés est modélisée à l'aide des tables de mortalité homologuées pour les rentes viagères. Il s'agit notamment de la table TGH05 pour les hommes et TGF05 pour les femmes.

Par prudence et pour des raisons de simplification, la table TGF05 est utilisée pour la projection sans distinction de genre.

2.1.5 Les impôts

Le modèle prend en compte un taux d'impôts sur les sociétés pour l'exercice fiscal 2021 égale à 26,5%. Le mécanisme de crédit d'impôts en cas de déficit est modélisé via un impôt négatif.

2.1.6 La projection des contrats tête par tête

La projection dans l'outil de gestion actif-passif créée est effectuée sur 50 ans. Les flux sont alors liquidés la 50ème année : au bout des 50 ans, l'ensemble des éléments du bilans sont sommés et partagés entre assureur et assurés. En effet, la projection sur 50 ans permet d'avoir une extinction quasi totale des contrats.

La projection des contrats tête par tête est différente selon la phase du contrat. En effet, pour les contrats en phase de constitution, nous distinguons les cas suivants :

- Si les assurés sont toujours vivants, et qu'ils n'ont pas encore atteint l'âge de la retraite, ils restent en phase de constitution.
- Si les assurés atteignent l'âge de la retraite et qu'ils sont toujours vivants, ils passent en phase de distribution.
- Si les assurés décèdent avant l'entrée en phase distribution, le capital constitué (égal à la provision mathématique) est versé aux ayants droits ou bénéficiaires désignés dans le contrat.

Le graphe suivant montre les résultats³⁴ de ces projections sur les effectifs et les points acquis en phase constitution :

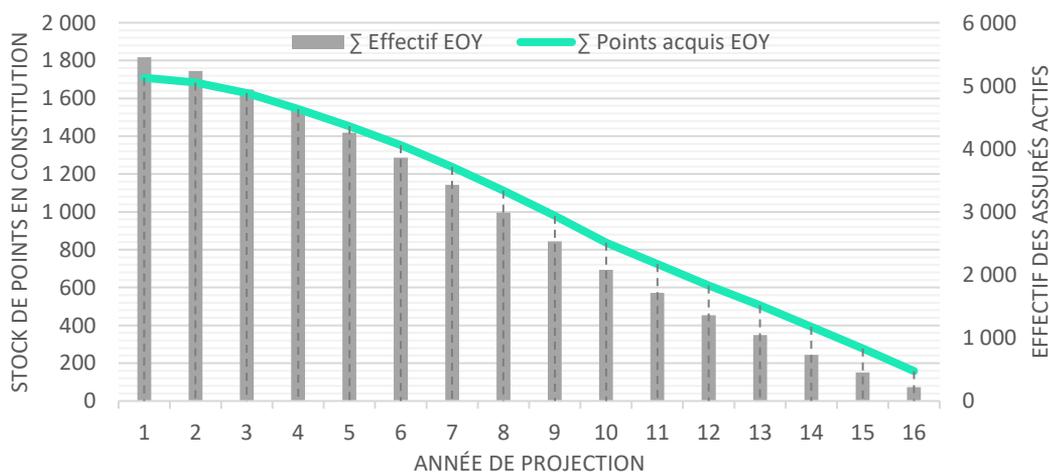


Figure 21: Projection des effectifs et stock de points-Phase constitution

Pour les contrats en phase de distribution, le principe est le même avec uniquement deux possibilités :

- Les assurés continuent de recevoir leurs rentes s'ils sont vivants.

³⁴ Résultats de projection déterministes en Equivalent Certain (EC).

- Si les assurés décèdent, leurs conjoints survivants reçoivent la moitié (pourcentage fixé préalablement dans les conditions du contrat) des rentes servies jusqu'à leur décès. Les rentes sur cette phase sont supposées automatiquement réversibles.

Ceci se traduit, en termes de projection d'effectifs et stock de points, comme suit :

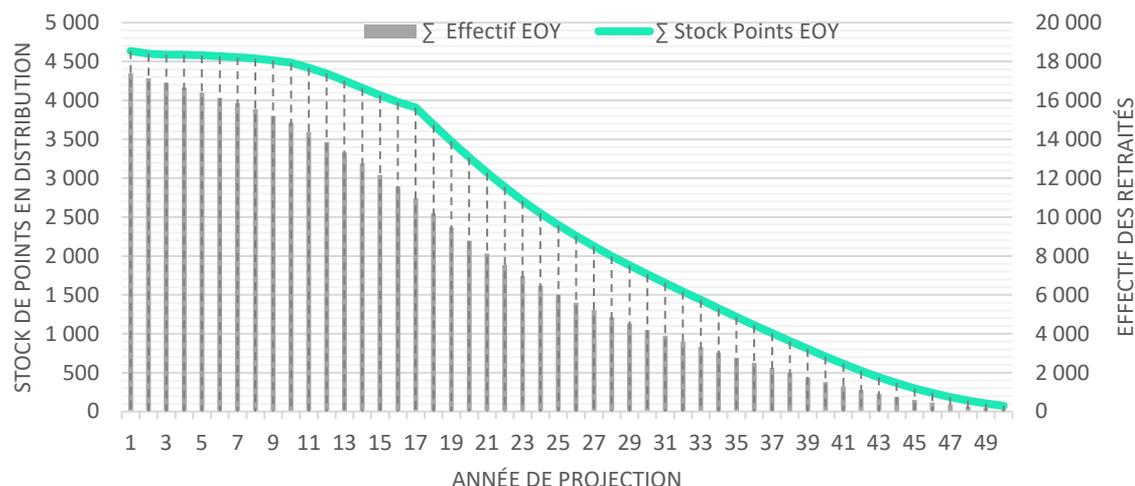


Figure 22: Projection des effectifs et stock de points-Phase distribution

2.2 Projection de l'actif

2.2.1 Projection des obligations

La projection d'une obligation k au Nominal N_k , au taux de remboursement tx_{remb} et au taux de coupon c_k dans le modèle ALM se fait selon les étapes suivantes :

- Etape 1 : Calcul de la maturité résiduelle : afin de projeter la valeur de marché des obligations, il est nécessaire de calculer leur maturité résiduelle pour prendre en compte le vieillissement dans le temps :

$$\text{Maturité Résiduelle}(t) = \text{Maturité} - \min(\text{Durée détention}(t - 1) + 1, \text{Maturité})$$

- Etape 2 : Risque neutralisation par écrêtement du nominal : le modèle ALM, dans le cadre du calcul d'un Best Estimate, repose sur un calcul en environnement risque neutre. Or, les obligations du portefeuille ne sont pas forcément sans risque. Il est donc nécessaire de risque-neutraliser les obligations afin de palier à leur surperformance liée au spread.

Au sein du modèle ALM créé, la risque neutralisation des obligations passe par l'écrêtement des nominaux et du même coup des valeurs de remboursement qui en dépendent.

L'écrêtement du nominal se fait par l'application d'un coefficient de défaut qui dépend du spread implicite de crédit de chaque obligation. Ce spread, noté s_k , est unique pour chaque obligation k et est calculé à l'initialisation du modèle ALM en égalisant la valeur de marché initiale et la somme des

cash-flows actualisés. Autrement dit, pour l'obligation k de maturité T , on cherche le spread s_k tel que :

$$VM_k(0) = \sum_{i=1}^T N_k(t) \times c_k \times e^{-(R(0,i) + s_k) \times i} + N_k(0) \times tx_{\text{remb}} \times e^{-(R(0,T) + s_k) \times T}$$

Pour l'obligation k , au pas de temps t le nominal est écrêté comme suit :

$$N_k(t) = N_k(t-1) \times e^{-s_k}$$

- Etape 3 : Récolte des coupons calculés sur la base du nominal écrêté : chaque année, le montant des coupons récoltés pour l'obligation k est calculé, à partir du taux de coupon c_k , de la façon suivante :

$$\text{Coupon}_k(t) = N_k(t) \times c_k$$

- Etape 4 : Revalorisation des valeurs de marché : les grandeurs issues des étapes précédentes permettent la revalorisation des valeurs de marché du portefeuille obligataire. Par ailleurs, les valeurs de marché des obligations détenues par l'assureur sont calculées en actualisant les flux futurs avec les taux zéro-coupon fournis par le GSE. Pour l'obligation k de maturité résiduelle m , la valeur de marché est revalorisée de la façon suivante :

$$VM_k(t) = \sum_{i=1}^m N_k(t) \times c_k \times e^{-(R(t,t+i) + s_k) \times i} + N_k(t) \times tx_{\text{remb}} \times e^{-(R(t,t+m) + s_k) \times m}$$

- Etape 5 : Revalorisation des valeurs comptables : à chaque pas de temps au cours de la projection, la valeur nette comptable des obligations à taux fixe est aussi revalorisée. Elle correspond à la valeur actuelle des cash-flow futurs (CF) restants, actualisés au taux de rendement actuariel, permettant d'amortir au niveau du bilan comptable la différence entre la valeur d'achat et la valeur de remboursement tout au long de la projection.

Ce Taux de Rendement Actuariel (TRA) est calculé, pour chaque obligation k , à l'initialisation du modèle ALM afin d'égaliser la VNC initiale $VNC_k(0)$ donnée en input et la somme des cash-flows actualisés au TRA (ou TRI). Autrement dit, à l'initialisation on détermine le taux de rendement actuariel, noté r_a , d'une obligation k de maturité T comme suit :

$$VNC_k(0) = \sum_{i=1}^T CF_i \times e^{-r_a \times i}$$

A chaque pas de temps au cours de la projection, la valeur nette comptable d'une obligation k de maturité T ou de maturité résiduelle $m (= T - t)$ est revalorisée. Pour optimiser les calculs, la VNC est déduite par récurrence selon la formule suivante :

$$VNC_k(t) = e^{-s_k} [VNC_k(t-1) + e^{s_k - r_a(T-t+1)} ((e^{r_a} - 1) \times N_k(t) \times tx_{\text{remb}} - N_k(t) \times c_k)]$$

- Etape 6 : Calcul des plus ou moins-values latentes : la différence entre la somme des valeurs de marché revalorisées et la somme des valeurs nettes comptables revalorisées, sur toutes les obligations, permet d'obtenir les plus ou moins-values latentes sur le portefeuille obligataire :

$$PMVL_{obligation}(t) = VM_{obligation}(t) - VNC_{obligation}(t) \text{ Avec } VM_{obligation}(t) = \sum_k VM_k(t) \text{ et } VNC_{obligation}(t) = \sum_k VNC_k(t)$$

- Etape 7 : Remboursement des obligations arrivées à maturité : à chaque année de projection, les valeurs de remboursements des obligations arrivées à maturité sont calculées.

2.2.2 Projection des actions

La projection du portefeuille actions se fait en trois étapes : revalorisation de la valeur de marché, calcul des plus ou moins-values latentes et calcul des dividendes. Le portefeuille actions est géré comme un indice. Ainsi, sa valeur de marché est réévaluée selon les log-rendements actions fournis par le GSE :

$$VM_{action}(t) = VM_{action}(t-1)e^{rdmt_{action}(t)}$$

Les plus ou moins-values latentes résultantes de cette revalorisation sont obtenues en calculant la différence entre cette nouvelle valeur de marché et la valeur nette comptable du portefeuille actions (i.e. sa valeur d'acquisition).

$$PMVL_{action}(t) = VM_{action}(t) - VNC_{action}(t-1)$$

Enfin, les produits financiers sur actions sont calculés sur la base de la valeur de marché revalorisée et des diffusions du GSE. En effet, les dividendes sont calculés comme suit :

$$\text{Dividendes}(t) = VM_{action}(t) \times tx_{div}$$

Où tx_{div} est un input du modèle.

2.2.3 Projection des actifs immobiliers

La projection du portefeuille immobilier passe par des étapes similaires à la projection des actions, à savoir : revalorisation de la valeur de marché, calcul des plus ou moins-values latentes et calcul des loyers. Le portefeuille immobilier est géré aussi comme un indice donc sa valeur de marché est réévaluée selon les log-rendements immobilier fourni par le GSE à chaque date de projection t comme suit :

$$VM_{immobilier}(t) = VM_{immobilier}(t-1) \times e^{rdmt^{immobilier}(t)}$$

Les plus ou moins-values latentes résultants de cette revalorisation sont obtenues en année t en calculant la différence entre la nouvelle valeur de marché et la valeur nette comptable du portefeuille immobilier :

$$PMVL_{\text{immobilier}}(t) = VM_{\text{immobilier}}(t) - VNC_{\text{immobilier}}(t - 1)$$

Enfin, les produits financiers sur l'immobilier sont calculés sur la base de la valeur de marché revalorisée et des diffusions du GSE. En effet, les loyers sont récoltés chaque année d'après la formule suivante :

$$\text{Loyers}(t) = VM_{\text{immobilier}}(t) \times tx_{\text{loyer}}$$

2.2.4 Projection du monétaire

Le montant investi à court terme (en cash) est placé au taux court. Au sein du modèle ALM, le pas de temps étant annuel, ce taux court correspond au taux sans risque 1 an. Les intérêts monétaires sont donc calculés chaque année comme suit :

$$\text{intérêts}_{\text{monétaire}}(t) = VM_{\text{monétaire}}(t - 1) \times (e^{R(t-1)} - 1)$$

2.3 Récupération du solde de trésorerie

Pour obtenir le solde du compte de trésorerie, il faut regrouper les sommes issues des mouvements de trésorerie résultants des étapes de vieillissement de l'actif et du passif. Ce sont les flux de trésorerie liés aux mouvements de cash dans l'année (en entrées et en sorties) :

Solde du compte de trésorerie = Solde de trésorerie actif + Solde de trésorerie passif

Avec :

Solde de trésorerie actif

$$\begin{aligned} &= \text{Revenues de trésorerie} + \text{Dividendes} + \text{Loyers} + \text{Coupons} \\ &+ \text{Remboursements des obligations à maturité} - \text{Frais financiers} \end{aligned}$$

Et :

Solde de trésorerie passif

$$\begin{aligned} &= \text{Cotisations} - \text{Prestations (rentes et capitaux décès payés)} \\ &- \text{Frais de gestion et d'acquisition} \end{aligned}$$

2.4 Re-balancement des actifs financiers

Les projections de l'actif et du passif affectent la richesse en possession de l'assureur notamment via l'encaissement des produits financiers et des cotisations puis le décaissement des prestations et frais. A cela se rajoute le mécanisme de revalorisation d'actifs selon les chroniques de taux GSE. L'étape de re-balancement d'actifs permet alors d'ajuster les proportions entre les différentes classes d'actifs selon une allocation cible grâce à des mécanismes d'achat/vente.

En effet, l'allocation d'actif évolue au cours des projections successives, en fonction de l'évolution des valeurs de marché et l'intégration des flux de trésorerie. Cette évolution est prise en compte dans un processus de re-balancement de l'actif. En d'autres termes, après projections actif-passif et calcul du compte de trésorerie, le portefeuille financier sera réalloué afin de préserver la structure de l'actif (allocation stratégique cible).

La stratégie de réinvestissement dans le modèle ALM déployé vise à respecter une allocation stratégique cible en valeur de marché à chaque pas de temps. Cette stratégie est dite statique puisque l'allocation cible est fixée en $t=0$ et que des mécanismes d'achats-ventes sont mis en place sur chaque classe d'actif afin de la conserver à chaque pas de temps au cours de la projection. La comparaison des deux allocations permet une réallocation de la richesse au sein des différentes classes d'actifs. De plus, en cas de ventes, des plus ou moins-values sont réalisées.

Plus de détails sur les mécanismes d'achats et ventes pour le re-balancement des actifs financiers sont fournis dans l'Annexe 2 : Etapes de re-balancement des actifs financiers.

2.5 Calcul du ratio de couverture économique et revalorisation des contrats

L'un des indicateurs principaux de la santé du régime est le ratio de couverture économique. Il se calcule selon la formule suivante :

$$\text{Ratio de couverture économique} = \frac{(\text{PTS} + \text{PTSC} + \text{PMVL})}{\text{PMT}}$$

- Si le ratio est supérieur à 100% : l'assureur possède un matelas suffisant pour honorer ses engagements.
- Si le ratio est inférieur à 100% : l'assureur doit financer la différence par ses fonds propres (via une dotation de la PTSC).

Pour la revalorisation des contrats, elle se détermine en fonction du taux de couverture du régime et se matérialise par une revalorisation annuelle de la valeur de service du point. En effet, cette revalorisation fait l'objet d'un pilotage interne et dépend aussi de l'évolution des effectifs dans le régime, de la performance des actifs, de l'inflation, et de la courbe de taux sans risque.

Dans le cadre de l'étude, le ratio de couverture économique initial est fixé à 100%, soit un bilan social initial à l'équilibre.

2.6 Pilotage de la VS

La valeur de service (VS) constitue le paramètre central des régimes L.441. Elle est fixée pour l'ensemble des participants, chaque année pour l'année suivante en fonction des résultats technico-financiers du régime. Elle se calcule, dans le respect des règles fixées par le régulateur (cf. Annexe 1 : Pilotage de la valeur du point), selon un taux de revalorisation cible :

$$VS_N = VS_{N-1} \times (1 + \text{taux de revalorisation})$$

Le taux de revalorisation est déterminé de telle façon à absorber la richesse latente générée par les actifs en valeur de marché au-delà du taux de couverture d'équilibre. Il s'agit d'un management action qui vise à faire converger la PTS vers la PMT compte tenu des plus ou moins-values du portefeuille d'actifs.

Le pilotage de la VS sur l'horizon de projection a un impact direct sur le taux de couverture économique. Cette dépendance est illustrée, par exemple, par la courbe suivante :

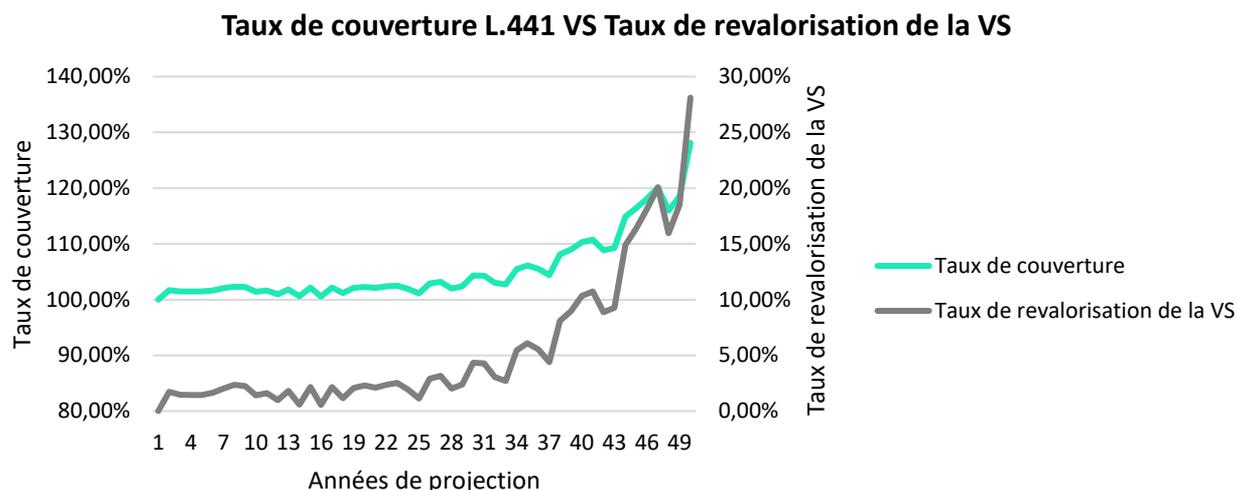


Figure 23: Taux de couverture économique et pilotage de la VS

3. Calculs actif-passif en univers Solvabilité II vs univers FRPS

3.1. Calculs en univers Solvabilité II

3.1.1 Une valorisation « risque neutre »

La projection des actifs financiers, sous Solvabilité II, se base sur une revalorisation en univers risque neutre. En effet, il s'agit d'un univers purement théorique où les investisseurs sont neutres au risque mais qui permet de valoriser les engagements d'une compagnie d'assurance. De plus, sous la probabilité risque neutre, tous les actifs rapportent en moyenne le même rendement.

Cette probabilité s'appuie sur deux hypothèses :

- *Une absence des opportunités d'arbitrage* : partant d'un investissement nul, il est impossible d'obtenir un gain strictement positif avec une probabilité non nulle ;
- *Un marché complet* : chaque flux financier est répliquable par un portefeuille composé d'actifs risqués et sans risque.

3.1.2 Courbe des taux sans risque

Dans notre étude, la courbe des taux sans risque EIOPA³⁵ est utilisée pour l'actualisation de l'ensemble des flux dans le cadre du calcul du BE et de la constitution de la Provision Mathématique Théorique (PMT).

Sous Solvabilité II, cette courbe est choquée à la baisse et à la hausse pour le calcul du SCR du sous-module taux. Ci-dessous une représentation graphique des courbes EIOPA, au 31/12/2021, avec ajustement de volatilité³⁶ (VA) :

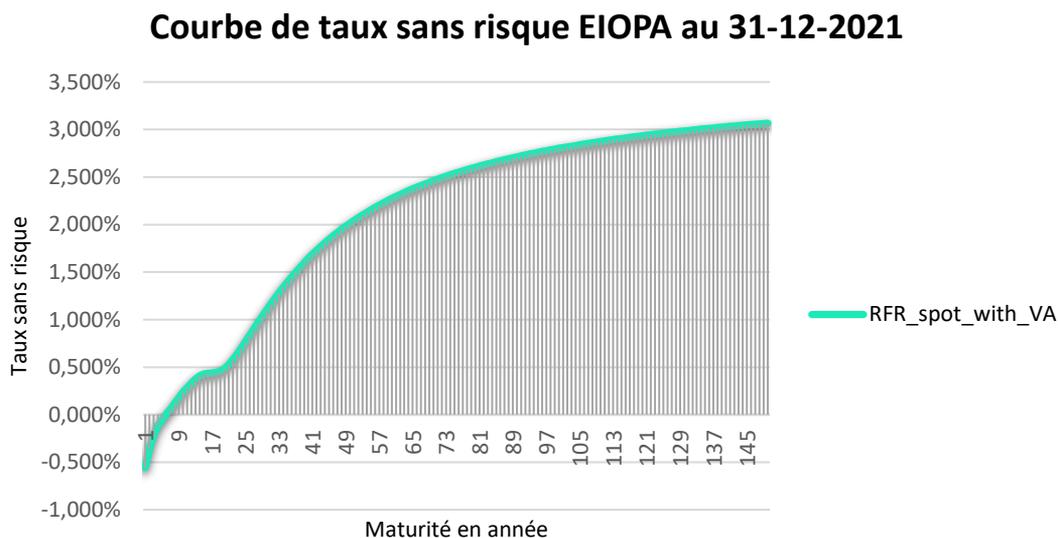


Figure 24: Courbe de taux EIOPA 31-12-2021

3.1.3 Best Estimate et Marge pour risque

a) Le Best Estimate

Le Best Estimate se définit comme la somme probabilisée et actualisée des flux de trésorerie futurs. Dans le cadre de notre étude, les flux futurs sont représentés d'un côté par les cotisations des adhérents actifs et de l'autre par les rentes et capitaux en cas de décès servis sans oublier les frais administratifs et financiers. A ces éléments, s'ajoute la gestion de fin de projection (répartition des éléments du bilan à terme entre assureur et assurés). En effet, nous pouvons décomposer le calcul du Best Estimate comme suit :

(+) Prestations payées (capitaux décès et rentes servies)	Cash flows (k)
(+) Frais de gestion & d'acquisition	Frais (k)
(+) Frais de placement	
(+) PTS & PTSC restant en fin de projection	PTS(T)+PTSC(T)
(+) 85% des plus ou moins-value latente de fin de projection	85% × PMVL(T)
(-) Cotisations encaissées	Cotisations(k)
(=) BE (<i>Best Estimate</i>)	BE

Tableau 15: Eléments de calcul du BE

³⁵ Autorité Européenne des Assurances et des Pensions Professionnelles.

³⁶ Correction pour volatilité permettant de corriger les effets des volatilités exceptionnelles des marchés à court terme sur les exigences de capital. Elle est égale à 3 points de base au 31/12/2021.

Tenant compte de tous ces éléments, le calcul du BE se fait selon la formule suivante :

$$BE = \sum_{k=1, \dots, T} \frac{\text{Cash flows}(k) + \text{Frais}(k) - \text{Cotisations}(k)}{(1 + r(k, 0))^k} + \frac{\text{PTS}(T) + \text{PTSC}(T) + 85\% \times \text{PMVL}(T)}{(1 + r(T, 0))^T}$$

Où :

- $r(T,0)$: le taux d'actualisation obtenu à partir de la courbe des taux sans risque de l'EIOPA retenue dans le scénario choisi à $t=0$
- T : l'horizon de projection (50 ans dans notre étude)

b) La marge pour risque

Etant donnée la complexité de mise en œuvre de la formule de calcul de base (cf. La formule *standard*), le règlement délégué (UE) 2015/35 de la commission du 10 octobre 2014 a prévu plusieurs formules simplifiées. Nous pouvons, par exemple, retenir la formule suivante pour les travaux de cette étude :

$$\text{Risk Margin} = \frac{\text{CoC}}{(1 + r_1)} \times \text{Duration}_{\text{passif}} \times (\text{SCR}_{\text{Vie}} + \text{SCR}_{\text{Op}})$$

Où :

- CoC : le taux du coût du capital, fixé à 6% par la directive ;
- r_1 : le taux sans risque à maturité 1 an ;
- $\text{Duration}_{\text{passif}}$: la durée de vie moyenne des cash-flow projetés qui se calcule comme suit :

$$\text{Duration}_{\text{passif}} = \frac{\sum_{k=1}^T k \times \text{Cash flows}}{\sum_{k=1}^T \text{Cash flows}}$$

3.2. Calculs en univers FRPS

3.2.1 Une valorisation « Monde réel »

Contrairement à l'univers risque neutre, la projection des actifs financiers sous la directive FRPS (dans le cadre des tests de résistance) se fait dans un univers « monde réel ». En effet, cela signifie que les rendements des actifs financiers différent selon leur type et prennent des valeurs de rendements anticipées par les marchés boursiers. Cependant, la norme fixe deux règles à cette valorisation des actifs :

- Un rendement des actifs non obligataires sur la base du *TME* ;
- Des réinvestissements obligataires sur la base du *TEC*.

3.2.2 Le TME

Le Taux Moyen des Emprunts de l'Etat Français (TME) correspond à la moyenne des taux d'emprunts sur les 36 derniers mois. Il reflète le taux de rendement sur le marché secondaire des emprunts d'État à taux fixe, de maturité supérieure à sept ans.

3.2.3 Le TEC

Initialement, le taux technique (TEC) correspond au rendement financier minimum garanti par l'assureur moyennant les actifs en représentation des engagements. Il est anticipé dans sa tarification et la constitution de ses provisions mathématiques. Le régulateur fixe, annuellement, un taux technique maximum TEC qui sert de référence aux organismes d'assurance.

Ci-dessous une représentation de l'historiques des TME et TEC jusqu'à Aout 2022 :

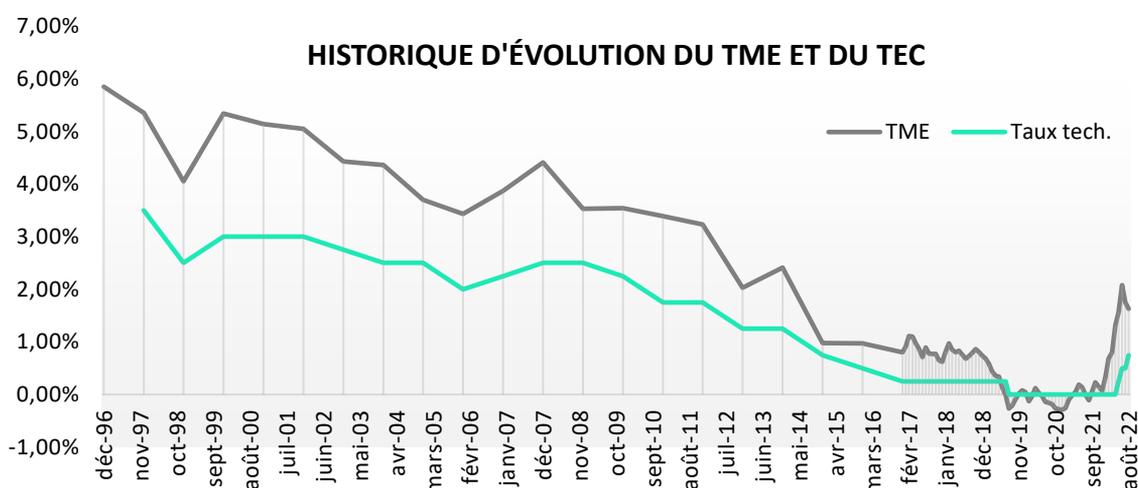


Figure 25: TME et TEC, évolution historique

Ainsi, au 30 Aout 2022 par exemple, le TME s'élève à 1,63% (vs 0,07% à fin 2021) avec un taux technique de 0,75% (vs 0% à fin 2021).

N.B : Le graphe reflète un changement récent de la politique monétaire en France dont les taux d'intérêts ont connu un rebond important après des années de taux baissiers (ou même négatifs).

III. Construction d'allocations stratégiques d'actifs

1. Scénarios de rendements

Pour optimiser l'allocation d'actifs sous des contraintes de rendement et risque, nous disposons de scénarios de rendements issus d'un GSE « monde réel ». Ces scénarios sont des inputs aux travaux d'optimisation, mais seront décrits dans cette partie, en vue de leur rôle central dans le choix des allocations d'actifs.

Le GSE « monde réel » est un générateur de scénarios économiques construit de façon à refléter les évolutions réelles des marchés financiers. Il permet donc de produire des scénarios réalistes et de

faire des choix pertinents en termes d'allocation d'actifs. De plus, il est possible d'intégrer dans le calibrage de ce GSE des avis d'expert qui reflètent mieux les évolutions du contexte macro-économique. Les rendements simulés selon cet outil dépendent de l'historique et des paramètres retenus lors de son calibrage (horizon de projection, indices financiers, pas de temps, etc.).

Dans le cas du GSE utilisé pour notre étude, le calibrage est fait sur un horizon de 20 ans avec un pas de temps annuel sur la base d'un historique de 16 ans des indices mentionnés sur la partie : « Indices de référence par classe d'actifs ». Les modèles stochastiques utilisés pour la génération des trajectoires économiques sont les suivants :

- Un Libor Market Model (LMM) est utilisé pour générer des simulations de courbes de rendements nominaux :

Ce modèle permet de calculer directement les taux forward observables sur le marché LIBOR via une formule de récurrence. Il permet grâce à cette formule de générer des taux uniquement positifs car il s'agit d'un modèle log-normal.

En effet, le modèle LMM suppose que pour tout $i \in [0, N]$ et tout $t \in [0, T_i]$, le taux forward $F_i(t, T)$ suit un processus log-normal, c'est à dire qu'il suit la dynamique stochastique suivante :

$$\frac{dF_i}{F_i} = \mu_i(t) + \zeta_i(t)dB_t$$

$$F_i(0, T) = F_0^i$$

Avec B_t le mouvement brownien, ζ_i la volatilité et μ_i la dérive ou drift.

- Un Generalised Linear Mixed Model (GLMM) pour les simulations de la courbe de rendements réels :

Il s'agit d'une extension des modèles linéaires généralisés incluant des composantes déterministes et aléatoires (d'où les modèles mixtes) où notamment les variables explicatives peuvent être dépendantes entre elles.

- Les performances des actifs actions et immobiliers sont simulées selon le modèle Black & Sholes avec un taux d'intérêt stochastique calibré sur la volatilité implicite des Puts à la monnaie (décrit précédemment dans la partie : Le GSE Sia Partners) ;

Ainsi, les scénarios diffusés selon ces modèles permettent de dresser les hypothèses de rendement et risques par classe d'actif à long terme (10 ans) comme suit :

Sous-classes d'actifs	Rdt moyen	Volatilité	Volatilité
	10 ans	10 ans	Moyenne
1.Monétaire	2,10%	1,53%	1,87%
2.OAT nominales	1,00%	2,23%	10,70%
3. OAT indexées	1,68%	2,21%	10,19%
4.Obligations Corporate	3,62%	2,02%	12,15%
5.Actions	5,51%	6,66%	20,13%
6. Immobilier	4,59%	4,79%	14,82%

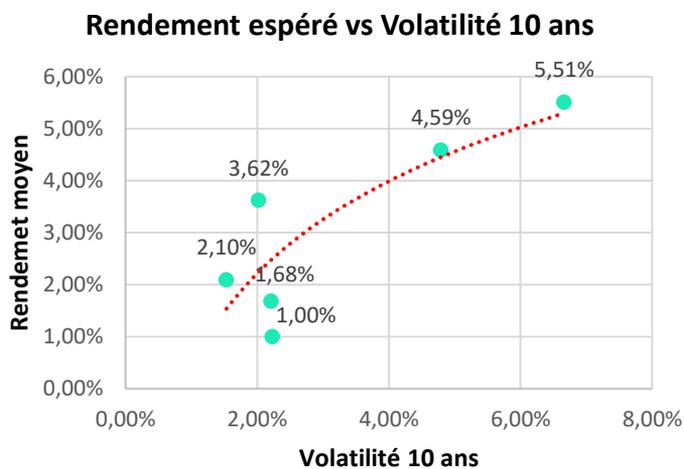


Tableau 16: Rendements moyens et volatilités prévisionnels

Le tableau ci-dessus montre que les volatilités long terme (sur 10 ans), calculées sur la base des 1000 scénarios de rendements simulés, semblent cohérentes avec les classes d'actifs considérées. En effet, il est communément admis que les actifs actions sont plus risqués (respectivement plus rentables) et donc plus volatiles que les actifs obligataires et que l'investissement en poche monétaire est le moins risqué (respectivement moins rentable) des actifs financiers par exemple.

En vue des corrélations entre actifs, l'estimation de la matrice variance-covariance se révèle importante pour capter les différentes interactions. Le tableau suivant présente la matrice de corrélations estimée sur la base d'un scénario « monde réel » aléatoire :

Actif	1	2	3	4	5	6
1.Monétaire	100,0%	19,1%	-17,9%	51,6%	-3,4%	39,5%
2.OAT nominales	19,1%	100,0%	-34,0%	74,8%	8,2%	-7,1%
3. OAT indexées	-17,9%	-34,0%	100,0%	-11,2%	-21,9%	-44,2%
4.Obligations Corporate	51,6%	74,8%	-11,2%	100,0%	21,2%	12,1%
5.Actions	-3,4%	8,2%	-21,9%	21,2%	100,0%	52,3%
6. Immobilier	39,5%	-7,1%	-44,2%	12,1%	52,3%	100,0%

Tableau 17: Matrice de corrélations des actifs

Pour ce scénario : les actifs amortissables, soit les obligations Corporate et les obligations nominales zone Euro sont fortement corrélées (75%). Quant aux actifs non amortissables, les investissements en patrimoine immobilier et en actions sont aussi corrélés à 52,3%.

2. Indices de référence par classe d'actifs

Pour calibrer les modèles du GSE et back-tester notre allocation initiale, nous nous basons sur des indices de références par classe d'actifs. Ils représentent les classes d'actifs détenues en portefeuille et permettent de répliquer leurs mouvements dans les marchés boursiers. Ces indices permettent, à travers leur historique, de calibrer le générateur de scénarios économiques et de comparer le

rendement de l'allocation actuelle contre le rendement que fournirait l'allocation optimale une fois choisie par l'assureur.

Selon les données à notre disposition, une liste d'indices de référence a été sélectionnée. Le tableau ci-dessous résume les classes d'actifs et leurs indices représentatifs :

Actif	Indice de référence utilisé
1.Monétaire	€STR
2.OAT ³⁷ nominales	ICE BofAML EMU Direct Government 15+ year
3. OAT indexées	Bloomberg Euro Government Inflation Linked 10+ year
4.Obligations Corporate	Bloomberg Euro Aggregate Corporate 7-10 year
5.Actions ZE	EURO STOXX
6. Immobilier	FTSE EPRA/NAREIT Developed Europe

Tableau 18: Indice de référence par classe d'actifs

Avec :

- Monétaire : L'€STR (acronyme de « Euro Short Term Rate » soit le taux en euro à court terme) correspond au taux d'intérêt interbancaire de référence sur le marché en zone euro. Il repose sur les taux d'intérêt des emprunts en fonds euros contractés au jour le jour par les établissements bancaires, et pour lesquels ces derniers n'offrent pas de garanties.

- OAT nominales : Le *ICE BofAML EMU Direct Government 15+* est un indice représentant les obligations émises par les pays de l'Union Monétaire Européenne (UEM), avec une maturité résiduelle supérieure à 15 ans et un rating supérieur à « Investment Grade »³⁸.

- OAT indexées : Le *Bloomberg Euro Government Inflation Linked 10+ year* mesure la performance de la dette publique de l'état européen indexée sur l'inflation, libellée en euros et de qualité « Investment Grade » avec une échéance supérieure à 10 ans.

- Obligations Corporate : Le *Bloomberg Euro Aggregate Corporate 7-10 year* est un indice de référence qui permet de répliquer la performance du marché des obligations d'entreprises européennes à taux fixe de qualité « Investment Grade ».

- Action ZE (Zone Euro) : L'indice *Euro stoxx 50* est un indice boursier représentatif de la zone euro. Il retrace la performance économique des 50 sociétés les plus puissantes, en termes de capitalisation boursière, en zone européenne.

³⁷ Obligations à terme, zone euro.

³⁸ Fait référence à la qualité de crédit d'une entreprise. Une obligation est dite de notation « Investment grade » si elle est notée à minima BBB par Standard and Poor's ou Moody's.

- Immobilier : L'indice *FTSE EPRA/NAREIT Developed Europe* suit les actions des sociétés immobilières européennes cotées en bourse et fournit une représentation diversifiée par emplacement géographique et type de propriété du marché de l'immobilier dans les pays développés d'Europe.

3. Back-testing de l'allocation actuelle

Les paramètres essentiels à l'optimisation de l'allocation sont les rendements moyens et les volatilités par classe d'actifs. Ils sont généralement estimés, dans les méthodes d'allocations indicielles, sur la base des valeurs historiques des indices de référence utilisés. Dans notre étude, nous disposons d'un historique de 16 ans (2005-2021). Cet historique permet de capter les variations d'environnements de taux d'intérêts et les changements de situations économiques comme apparaît dans le graphe ci-après :

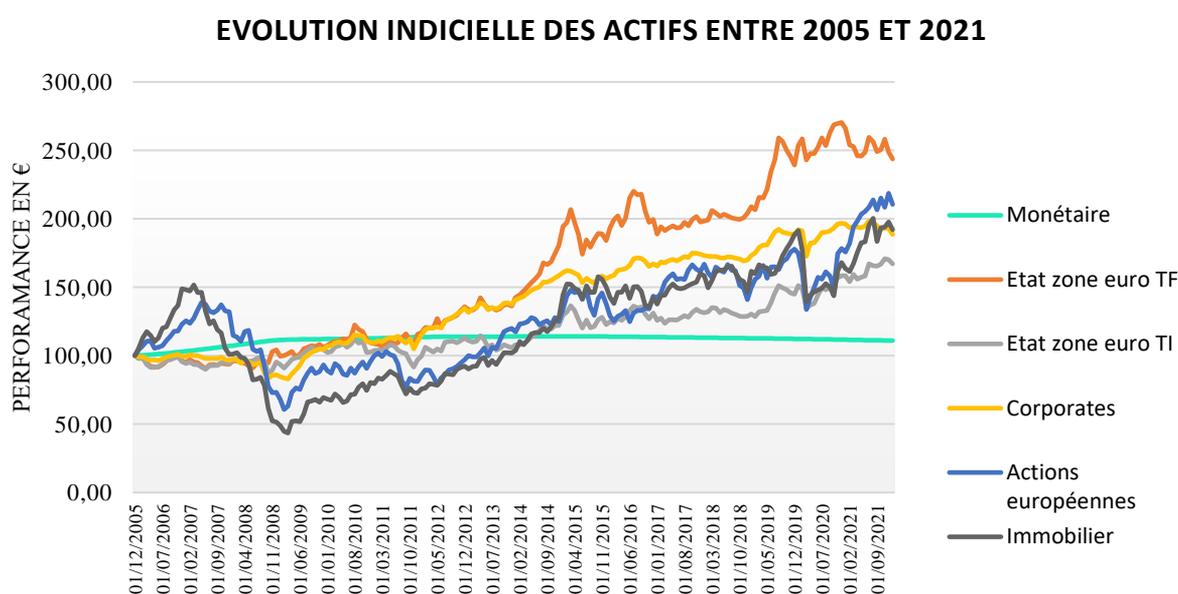


Figure 26: Evolution des indices par sous classe d'actifs

En effet, ce graphique montre qu'en utilisant cet historique, nous envisageons deux périodes de récessions économiques, à savoir : la crise des subprimes³⁹ de 2008 aux Etats-Unis avec une chute drastique de la croissance économique et le ralentissement post-covid19 en 2020. Par ailleurs, la forte variation des rendements historiques dans le temps, notamment avec le changement des conditions économiques et des marchés boursiers, peut affecter l'estimation des paramètres.

Avant de procéder à son optimisation, il paraît intéressant de tester l'optimalité de l'allocation actuelle sur l'historique des indices, c'est ce que nous appelons, dans cette étude, un back-testing. Pour ce faire, l'allocation étudiée est représentée par un indice composite construit sur la base des indices de références par classe d'actifs pondérés par leurs poids respectifs. Ainsi, partant d'un investissement initial de 100 euros en janvier 2020, le back-testing de la performance de l'allocation

³⁹ Crise financière aux États-Unis, déclenchée en juillet 2007, touchant le secteur des prêts hypothécaires à risque.

actuelle moyennant le calcul des performances réalisées sur les deux dernières années affiche le graphe suivant :

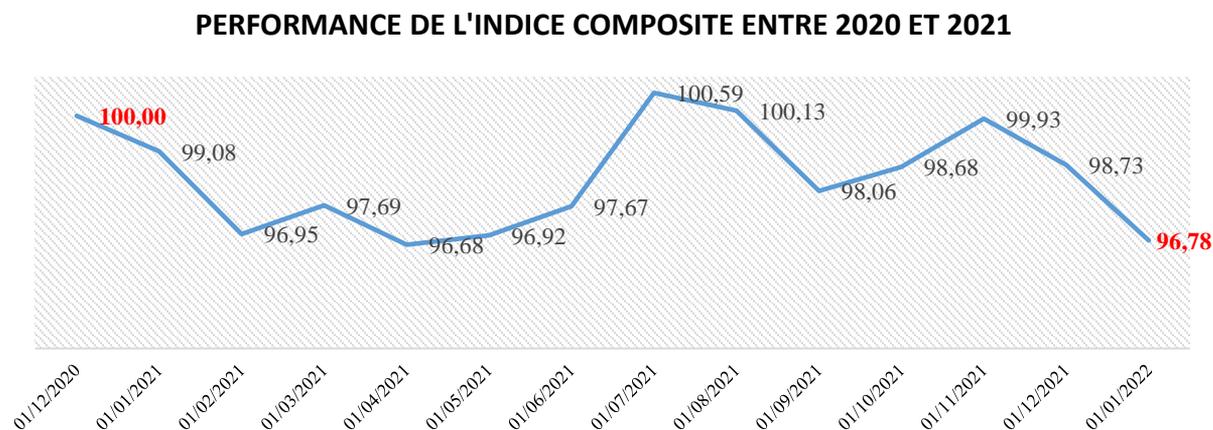


Figure 27: Performance de l'allocation actuelle

D'après l'allure de la courbe de performance, l'allocation actuelle est globalement en sous-performance sur la période de back-testing. Elle ne permet pas de fructifier l'investissement initial au bout de 2 ans. La recherche de meilleures allocations stratégiques (portefeuilles optimaux) paraît donc justifiée.

4. Portefeuilles optimaux

Les portefeuilles optimaux sont non seulement ceux qui possèdent le couple rendement-risque optimal, mais aussi ceux qui répondent au mieux aux contraintes d'investissements. En effet, l'investisseur définit au préalable un panel de contraintes à respecter. Ces contraintes retracent sa politique d'investissements et son appétence au risque. Dans notre étude, elles se présentent comme suit :

- ✓ La volatilité globale est maîtrisée à 10% pour limiter la variation des actifs volatiles dans les scénarios de rendement simulés (notamment pour les actions) ;
- ✓ La part de l'actif monétaire est supérieure à 1% pour assurer un niveau minimal de liquidité ;
- ✓ La part du patrimoine immobilier est inférieure à 5% du fait de sa faible liquidité sur les marchés ;
- ✓ La somme des poids d'actifs dans chaque allocation est égale à 100% (pas de vente à découvert).

La composition des portefeuilles optimaux en fonction de la volatilité du rendement, par suite de l'optimisation robuste de « Michaud », est présentée par le graphe suivant :

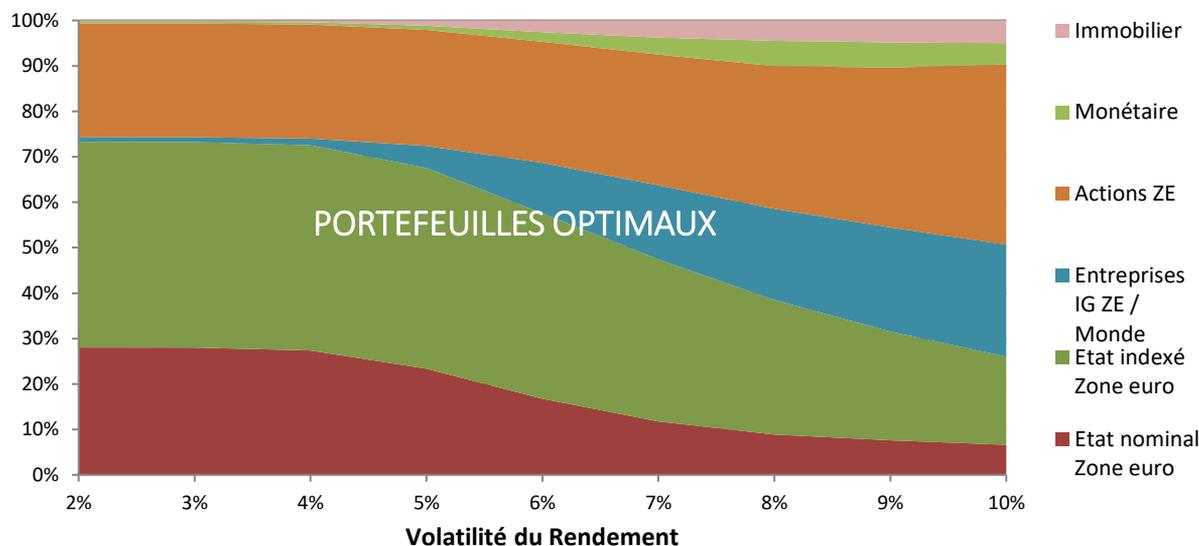


Figure 28: Nappes d'actifs en composition des allocations optimales

Ainsi, compte tenu des contraintes d'investissement listées, les portefeuilles optimaux obtenus sont composés essentiellement d'actions et d'obligations d'état indexées.

De plus, la comparaison de l'allocation d'actifs actuelle vis-à-vis de la frontière efficiente de Michaud permet de tracer la courbe suivante :

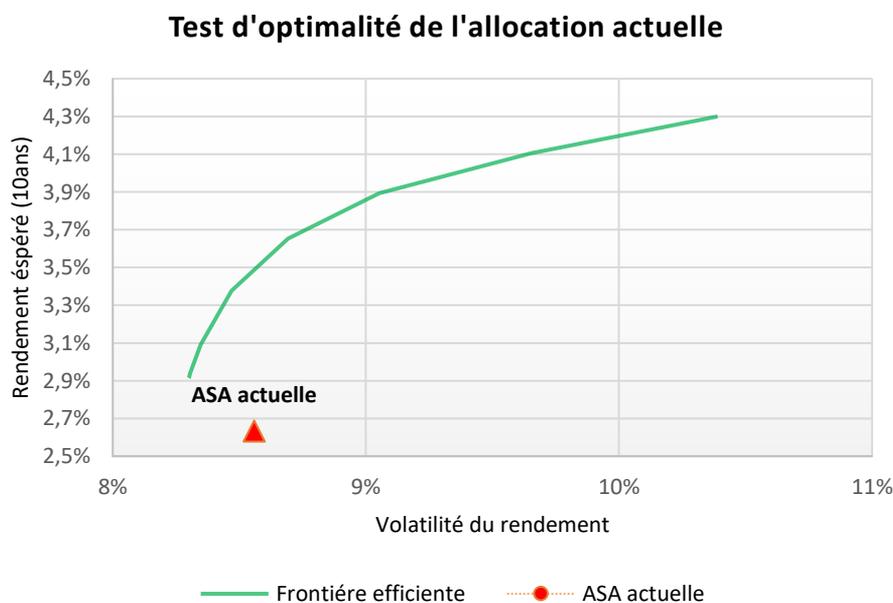


Figure 29: Résultat de l'optimisation robuste de Michaud - Allocation actuelle

Au vue de la position du portefeuille sur le graphe ci-dessus, la composition du portefeuille d'actifs actuelle est loin d'être optimale au sens de Michaud (distance par rapport à la frontière efficiente). Néanmoins, cette allocation fait preuve de prudence (70% d'investissements obligataires) et fait sens dans le cadre de notre organisme étudié, qui est initialement soumis à la réglementation Solvabilité II.

L'allocation initiale permet d'atteindre un rendement espéré de 2,63% avec une volatilité moyenne de 8,06%. Partant de cette allocation, il est envisageable d'évoluer vers une allocation stratégique

d'actifs plus rentable et plus adaptée aux régimes FRPS, idéalement située sur la frontière efficiente. Ci-dessous la composition de quelques allocations situées sur la frontière efficiente (nommées Alloc 1 à 7), qui pourraient être sélectionnées dépendamment du niveau d'aversion au risque de l'assureur :

	<i>Alloc1</i>	<i>Alloc2</i>	<i>Alloc3</i>	<i>Alloc4</i>	<i>Alloc5</i>	<i>Alloc6</i>	<i>Alloc7</i>
<i>1.Monétaire</i>	0,5%	0,9%	2,1%	3,8%	5,5%	5,6%	4,7%
<i>2.OAT nominales</i>	27,3%	23,4%	16,8%	11,8%	8,8%	7,6%	6,6%
<i>3. OAT indexées</i>	45,2%	44,1%	40,8%	35,6%	29,6%	23,9%	19,4%
<i>4.Obligations Corporate</i>	1,5%	4,9%	11,1%	16,3%	20,0%	22,9%	24,5%
<i>5.Actions</i>	25,1%	25,5%	26,7%	28,7%	31,5%	35,2%	39,6%
<i>6. Immobilier</i>	0,4%	1,2%	2,6%	3,7%	4,5%	4,8%	5,0%

Tableau 19: Allocations appartenant à la frontière efficiente

Par rapport à l'allocation initiale, l'optimisation revient à investir moins en actifs monétaires et obligations nominales à faible rendement espéré en faveur de plus d'obligations indexées et titres de participation type actions.

Ces allocations optimales sont situées à différents points de la frontière efficiente et possèdent des niveaux de rendement espérés et risques différents. Le calcul du ratio de Sharpe, que nous définissons comme le rapport entre l'espérance de rendements long terme (ER 10 ans) et le niveau de volatilité permet de distinguer quelques allocations « préférées » à l'assureur comme suit :

	<i>Alloc1</i>	<i>Alloc2</i>	<i>Alloc3</i>	<i>Alloc4</i>	<i>Alloc5</i>	<i>Alloc6</i>	<i>Alloc7</i>
Volatilité	7,81%	7,85%	7,97%	8,19%	8,55%	9,15%	9,89%
ER (10 ans)	2,94%	3,09%	3,38%	3,65%	3,89%	4,11%	4,30%
Ratio de Sharpe	37,65%	39,38%	42,37%	44,60%	45,53%	44,86%	43,48%

Tableau 20: Ratio de Sharpe par allocation stratégique d'actifs

Selon la théorie de Markowitz, les allocations 4, 5 et 6 dominent le spectre des allocations optimales puisqu'elles maximisent le Ratio de Sharpe et rémunèrent mieux le risque encouru.

Remarque :

Il paraît important de noter que l'approche de Michaud présente quand même quelques limites. En effet, comme le portefeuille optimal résultant est une moyenne des différents portefeuilles calculés pour chaque simulation, il est possible que les contraintes d'investissement initiales ne soient pas respectées.

Chapitre 3 : Impact de l'allocation stratégique d'actifs sous FRPS et Solvabilité II

Après avoir appréhender tous les ingrédients nécessaires à notre analyse, à savoir : le portefeuille de retraite étudié à l'actif comme au passif, la maquette ALM selon les paramétrages réglementaires (FRPS et Solvabilité II) et les allocations optimales construites selon la frontière efficiente de l'algorithme de Michaud, nous allons dans cette partie mettre à l'épreuve quelques allocations d'actifs préalablement définies. En effet, pour essayer de répondre à la problématique posée par ce mémoire, nous allons définir une batterie d'allocations stratégiques d'actifs à tester (basées sur la théorie de Michaud et « à dire d'expert ») puis évaluer l'effet concret de ces choix d'allocations sur les indicateurs normatifs dans les deux réglementations candidates.

1. Allocations envisagées

Malgré son efficacité, l'optimisation robuste de Michaud est une approche qui ne considère que la partie actif du bilan et omet de prendre en compte tout engagement au passif de l'assureur. En réalité, l'allocation stratégique des actifs dépend non seulement des résultats d'optimisation du couple rendement- risque du portefeuille d'actifs mais aussi des engagements futurs de l'assureur et de ses exigences en marges de solvabilité.

Afin d'adapter la méthodologie d'allocation stratégique à ses exigences, nous allons définir, dans ce chapitre, de nouvelles métriques de risque pour évaluer la pertinence des allocations optimales résultantes de l'algorithme de Michaud.

Visant de meilleures perspectives de rendement, nous cherchons dans un premier temps, à construire des allocations avec différents niveaux de risque.

Pour ce faire, nous allons augmenter progressivement la part des actions dans les allocations testées. En effet, les actions constituent des leviers essentiels du rendement dans le processus d'allocation stratégique d'actifs. Néanmoins, en raison de leurs volatilités et leurs caractères risqués, ils sont considérés comme des actifs coûteux en capital réglementaire. En effet, sous Solvabilité II, des chocs de 39%-49% sont appliqués sur la valeur de marché des actions. Quant à la réglementation des FRPS, les tests de résistance prennent aussi en compte la part d'actions dans le portefeuille.

Ainsi, la quantification d'une modification de la poche « actions » sur le capital à immobiliser en réglementation des FRPS et Solvabilité II, est une des mesures de l'adéquation réelle de l'allocation au regard de l'assureur.

Toujours dans une optique de risque et comme la poche monétaire de l'allocation initiale paraît conséquente (15%), nous allons essayer de basculer une partie des actifs monétaires au profit d'actifs plus risqués à meilleure espérance de rendement.

Nous retenons finalement 10 allocations différentes pour nos tests, dont :

- Trois allocations « ASA Michaud » : issues de l'optimisation robuste de Michaud. Il s'agit des trois points de la frontière efficiente de Michaud ayant le ratio de Sharpe le plus élevé.
- Quatre allocations « ASA Actions » : à fortes composantes en titres de participation actions. Ces allocations correspondent à une substitution partielle d'une part de la poche obligataire par des investissements en poche actions.
- Trois allocations « ASA Monétaire » : allocations construites "à dire d'expert", dans lesquelles une réduction de 10% de la poche monétaire est actée en faveur de titres plus risqués, à savoir : des obligations, des actions ou des parts immobilières.

Le détail des allocations testées est repris par le tableau suivant :

Allocation stratégique	ASA actuelle	« ASA Actions »				« ASA Michaud »			« ASA Monétaire »		
		ASA1	ASA2	ASA3	ASA4	ASA5	ASA6	ASA7	ASA8	ASA9	ASA10
Monétaire	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	3,76%	5,52%	5,57%	5,00%	5,00%	5,00%
OAT nominales	45,00%	48,21%	41,79%	38,57%	32,14%	11,75%	8,84%	7,60%	50,29%	45,00%	45,00%
OAT indexées	5,00%	5,36%	4,64%	4,29%	3,57%	35,65%	29,63%	23,94%	5,59%	7,00%	5,00%
Obligations corporates IG	20,00%	21,43%	18,57%	17,14%	14,29%	16,31%	20,02%	22,88%	22,35%	28,00%	20,00%
Actions cotées ZE	10,00%	5,00%	15,00%	20,00%	30,00%	28,80%	31,51%	35,20%	11,18%	10,00%	10,00%
Immobilier	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	3,73%	4,47%	4,81%	5,59%	5,00%	15,00%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

- Tableau 21: Allocations du plan de test

Le graphe ci-dessous, montre le positionnement des allocations testées par rapport à la frontière efficiente de Michaud :

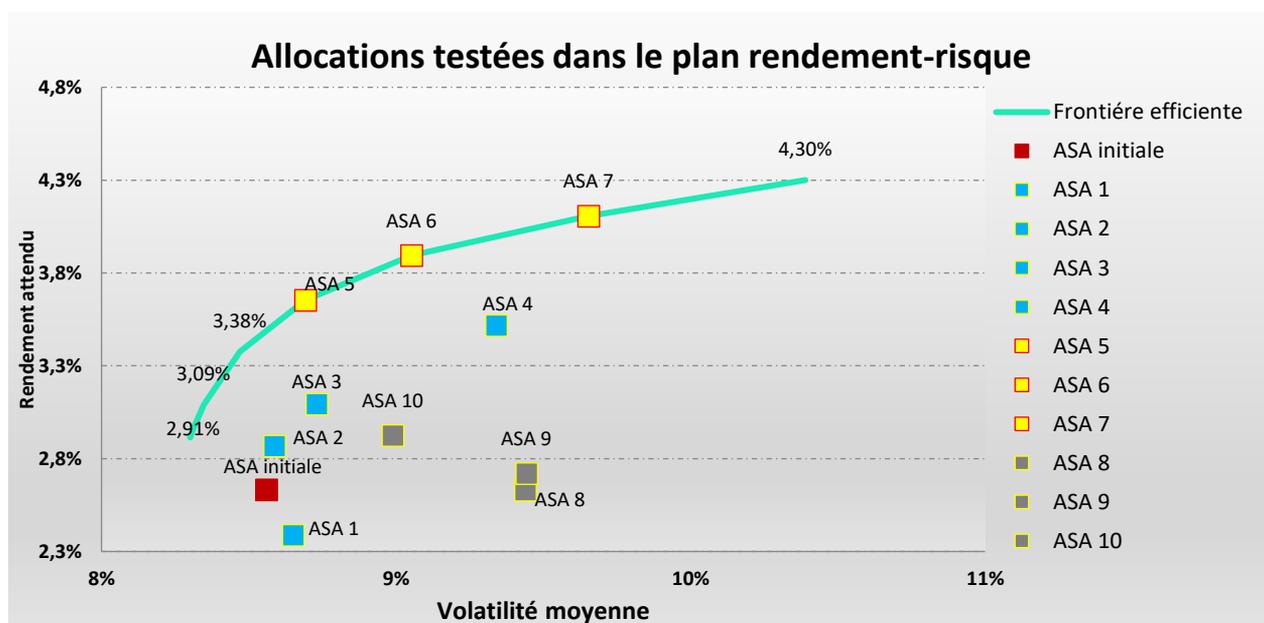


Figure 30: Allocations alternatives proposées

2. Le choix des indicateurs de risque

Afin d'adapter le processus d'allocation stratégique aux exigences de capital, nous avons ajouté les indicateurs de solvabilité aux métriques d'optimisation existantes (rendement-risque) par environnement réglementaire. Nous obtenons ainsi :

- Une optique basée sur le : rendement, risque, NAV, SCR, TVOG et ratio de solvabilité pour l'allocation stratégique d'actifs en univers Solvabilité II ;
- Une optique basée sur le : rendement, risque, EMS, capital Add-On et ratio de solvabilité pour l'allocation stratégique d'actifs en univers réglementaire des FRPS.

3. Sensibilité des indicateurs de Solvabilité II à l'allocation d'actifs

3.1 Bilan économique : Best Estimate (BE) et VM des actifs

Le bilan prudentiel initial calculé selon les normes Solvabilité II a comme composantes principales :

Allocation	VM actifs (en M€)	BE (en M€)
ASA actuelle	9 897,5	8 620,5

La mesure de la sensibilité du Best Estimate par rapport à l'allocation de l'actif, à la suite de la modification de la structure des actifs de couverture donne les résultats ci-après :

Allocation	VM actifs (en M€)	Ecart % ASA actuelle	BE (en M€)	Ecart % ASA actuelle
ASA1	9 823,7	-0,7%	8 470,6	-1,7%
ASA2	9 860,6	-0,4%	8 533,7	-1,0%
ASA3	9 967,4	0,7%	8 836,5	2,5%
ASA4	10 045,2	1,5%	9 088,5	5,4%
ASA5	10 834,6	9,5%	10 334,3	19,9%
ASA6	10 834,5	9,5%	10 406,7	20,7%
ASA7	10 843,1	9,6%	10 516,7	22,0%
ASA8	9 999,7	1,0%	8 772,9	1,8%
ASA9	10 069,6	1,7%	8 827,9	2,4%
ASA10	10 164,0	2,7%	8 846,9	2,6%

Tableau 22: Sensibilité du BE et VM des actifs par rapport à l'allocation testée

Pour analyser l'évolution des composantes du bilan S2 par rapport au risque lié aux actions dans l'allocation testée, nous nous sommes focalisés sur les allocations « ASA Actions » et « ASA Michaud ». Les allocations nommées « ASA Monétaire » sont hors scope puisqu'elles possèdent une part d'actions comparable à l'allocation initiale. Cette analyse permet de tracer les courbes suivantes :

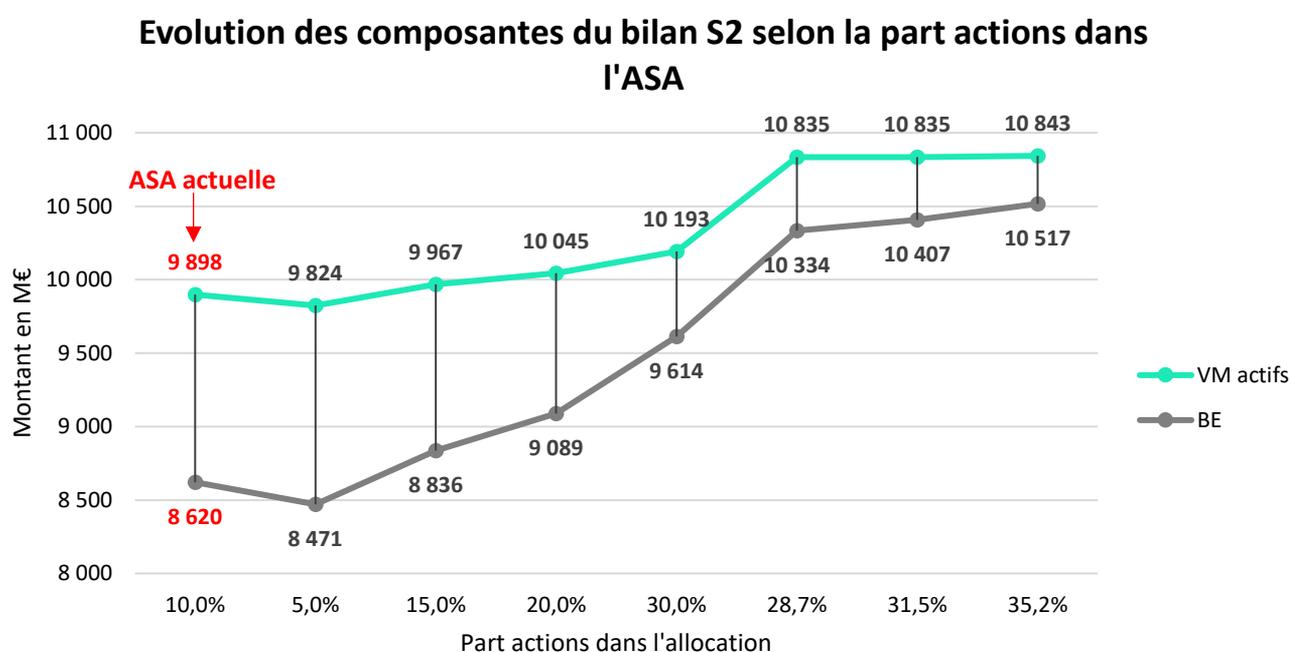


Figure 31: Bilan économique en fonction de la part action dans l'allocation

La montant du Best Estimate progresse avec la part d'actions détenue dans le portefeuille de manière quasi-linéaire. En effet, la participation aux bénéfices captée dans les prestations augmente avec la valeur de marché des actifs, étant donné que l'assiette des résultats à distribuer s'accroît systématiquement avec les produits financiers et les plus-values actions réalisées sur les scénarios stochastiques favorables.

Nous pouvons aussi remarquer que, pour les allocations construites selon l'approche de Michaud, la VM des actifs et les engagements représentés par le Best Estimate se rapprochent. Ces allocations

ont une structure de produits taux différentes (préférence pour les OAT indexées). Elles ne se comportent donc pas comme les allocations « ASA Actions ».

Au-delà de 50% d'actions au sein de l'allocation, les actifs financiers en valeur de marché ne couvrent plus les engagements en BE. Ces allocations ont été écartées lors de la construction du plan de test sous Solvabilité II. En effet, le taux de couverture sur ces allocations ne répond pas aux exigences réglementaires prédéfinies.

3.2 TVOG

La TVOG (Time Value of Options and Guarantees) ou en français la valeur temporelle des options et garanties, est un indicateur utilisé souvent sous Solvabilité II. Il peut s'interpréter comme le « coût des options financières cachées » et se calcule comme la différence entre la valeur des profits futurs en scénarios stochastiques (nommés VIF pour Value of In Force) et déterministes (nommés PVFP pour Present Value of Future Profits) :

$$\text{VIF} = \text{PVFP} + \text{TVOG} \quad \text{Tel que } \text{PVFP} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Résultats}_i}{(1+r_i)}$$

Où :

- Résultats_i : les résultats nets d'impôts de l'assureur au titre de l'exercice i . Il est calculé comme suit :

$$\text{Résultats}_i = \text{Primes encaissées} - \text{Prestations (rentes payées, capitaux décès)} - \text{Frais} \\ - \text{Dotations aux provisions} + \text{Revenus financiers} - \text{Impôts}$$

- r_i : le taux d'actualisation relatif à l'année i .

Le tableau suivant reprend les résultats de calcul de la TVOG, obtenue pour les différentes allocations testées (les chiffres sont présentés en M€) :

Allocation	TVOG (en M€)
Allocation actuelle	190
ASA1	81
ASA2	124
ASA3	367
ASA4	568
ASA5	938
ASA6	1 063
ASA7	1 217
ASA8	290
ASA9	253
ASA10	278

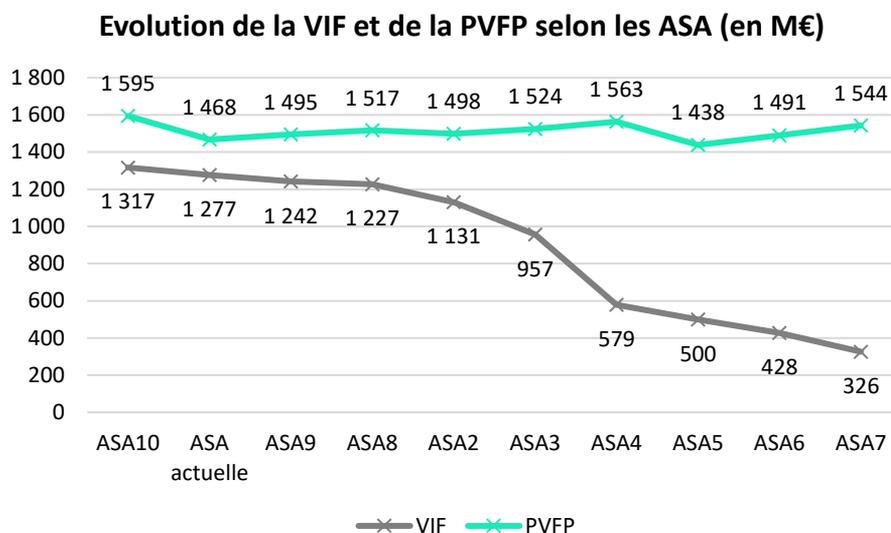


Tableau 23: Evolution de la TVOG (Différence entre PVFP et VIF)

En variant les parts d'actifs risqués, nous remarquons qu'il existe une grande dispersion des résultats stochastiques représentés par la VIF. De plus, les deux grandeurs PVFP et VIF évoluent dans des sens opposés : les résultats des projections déterministes sont favorables à l'augmentation de la poche « actions » dans l'allocation contrairement aux résultats stochastiques.

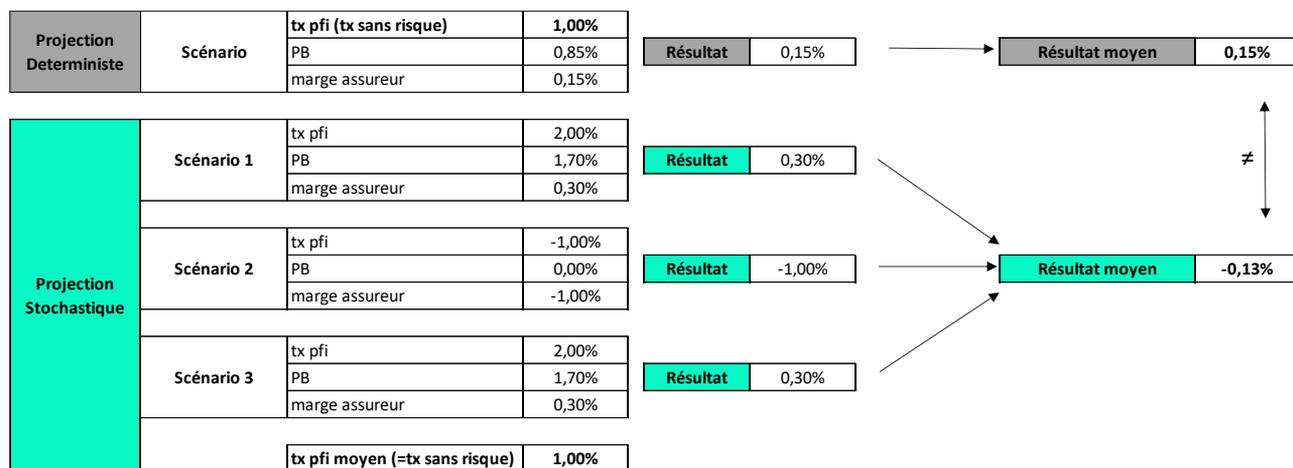
Cette dispersion est due à une forte augmentation de la TVOG, soit le coût des options et garanties offertes par l'assureur. En effet, la volatilité des profits moyens réalisés sous les scénarios stochastiques découle de la volatilité des actions, qui crée une plus grande asymétrie des résultats : étant donné que le risque financier sur les fonds en Euro est porté par l'assureur, cette asymétrie favorise l'augmentation des engagements de ce dernier sur les scénarios favorables via le mécanisme de participation aux bénéfices et génère une perte non partagée de ses résultats en marge financière sur les scénarios les plus défavorables.

Exemple illustratif de l'asymétrie des résultats

Afin de mieux appréhender le concept de l'asymétrie des résultats, nous présentons ci-après un exemple simplifié des résultats de calcul de marges financières d'un assureur « risque neutre ».

Hypothèses :

- Un taux sans risque de 1% ;
- Un taux de rendement moyen de l'actif égal au taux sans risque ;
- Un taux de Participation aux Bénéfices (PB) de 85% ;
- 3 scénarios stochastiques ayant un taux de rendement moyen (moyenne des scénarios stochastiques) de l'actif de 1% ;



A l'issus des calculs de marge de l'assureur en scénarios déterministes et stochastiques, nous constatons que malgré le fait que la moyenne des scénarios stochastiques converge vers le taux de rendement déterministe (taux sans risque), la marge moyenne financière de l'assureur diverge entre les deux projections. En effet, les résultats des projections déterministes sont de 0,15% alors la moyenne des résultats de la projection stochastique est de -0,13%.

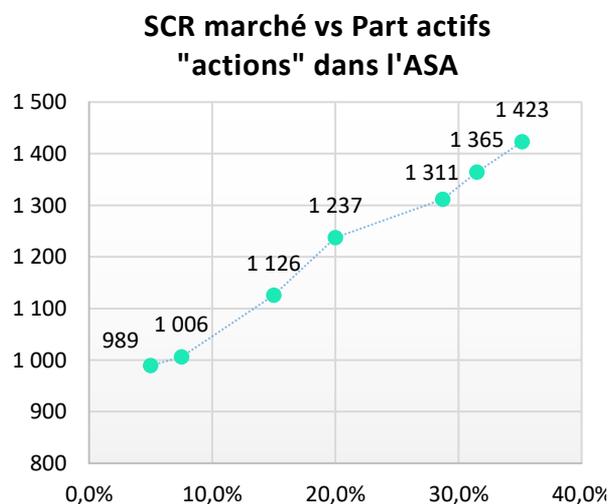
3.3 SCR et SCR marché

Lors des calculs Solvabilité II, le choc de taux retenu dans le calcul du SCR du sous-module « taux » est celui correspondant au risque de baisse des taux. En effet, sur toutes les réallocations testées, le scénario des taux baissiers est les moins favorable. Ceci confirme que le produit de retraite étudié est plus exposé à la baisse des taux d'intérêts qu'à leur hausse.

De plus, le SCR total est obtenu via l'agrégation des SCR de souscription vie et SCR de marché moyennant la matrice de corrélation des risques de la formule standard. Les projections des capitaux par ASA sont résumées dans le tableau qui suit :

Allocation	SCR Marché	% SCR tot	SCR Vie	% SCR tot	SCR tot
ASA actuelle	1 039,2	97%	114,6	11%	1 073,6
ASA1	989,4	96%	120,0	12%	1 026,0
ASA2	1 125,6	97%	115,3	10%	1 159,8
ASA3	1 237,5	98%	109,0	9%	1 269,1
ASA4	1 383,3	98%	1 383,3	98%	1 411,8
ASA5	1 311,4	90%	386,0	26%	1 456,7
ASA6	1 364,5	92%	328,4	22%	1 481,1
ASA7	1 423,0	94%	282,3	19%	1 518,4
ASA8	1 046,3	97%	123,4	11%	1 083,7
ASA9	1 053,6	96%	133,8	12%	1 094,8
ASA10	1 018,6	97%	118,9	11%	1 054,6

Tableau 24: Sensibilité du SCR par rapport à l'allocation testée



Nous constatons que le SCR marché constitue la plus grande part du SCR total. Il paraît donc que, selon l'approche standard, le portefeuille est plus exposé aux risques de marchés qu'aux risques de souscription en assurance vie. Nous remarquons aussi que le SCR marché augmente lorsqu'on privilégie l'investissement en actions au détriment des autres classes d'actifs. Cette augmentation s'explique par l'augmentation du SCR actions résultant d'un choc de 39%. Par ailleurs, l'évolution du SCR marché semble quasi-proportionnelle : lorsque la part des investissements en actions augmente de 1/3 par exemple, le SCR de marché augmente de 10%.

Le rajout de la métrique « SCR marché » dans le plan d'allocation stratégique d'actifs permet de tracer le graphe suivant :

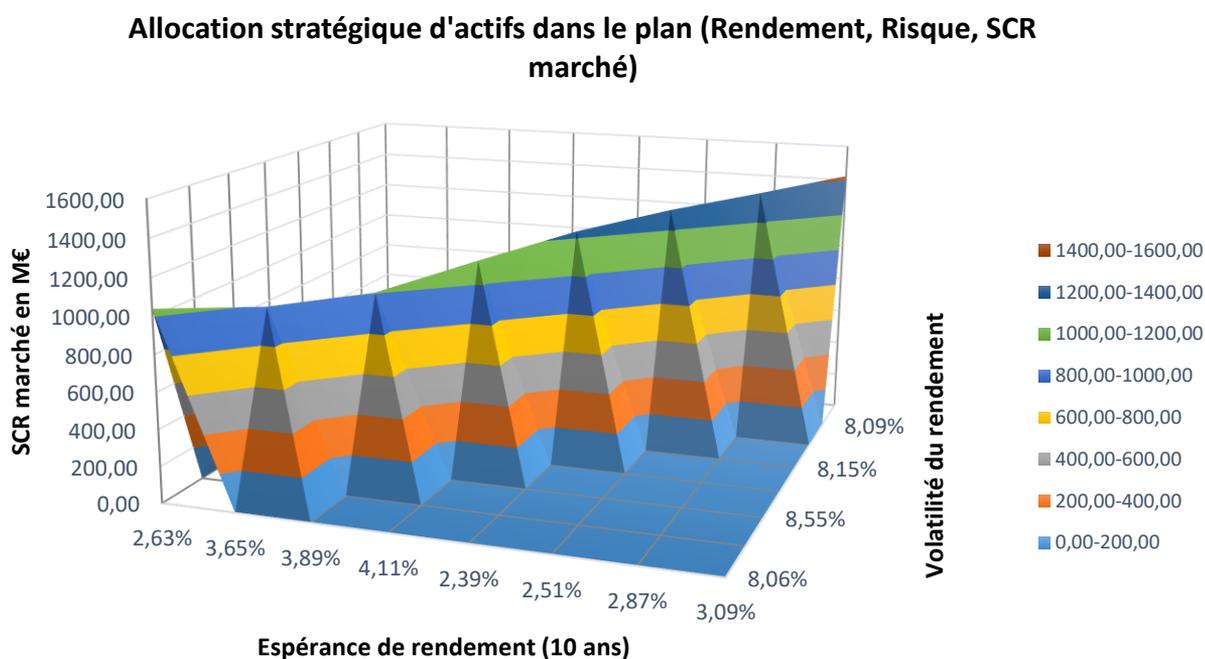


Figure 32: Allocations proposées dans le plan rendement-risque-SCR marché

L'introduction de la dimension réglementaire dans les critères de choix stratégique des allocations réduit le champ du possible, sous la norme Solvabilité II. En effet, une prise de risque accrue (grande volatilité) s'accompagne généralement avec une augmentation des exigences en capital.

De plus, le principe de la personne « prudente » impose à l'assureur une prise de risque maîtrisée. Conformément à l'Article 132 de la directive Solvabilité II, ce principe précise les règles d'investissement comme suit : « *Les entreprises n'investissent que dans les actifs et instruments présentant des risques qu'elles peuvent identifier, mesurer, suivre, gérer, contrôler et déclarer de manière adéquate, ainsi que prendre en compte de manière appropriée dans l'évaluation de leur besoin global de solvabilité.* »

Ainsi, en se basant sur le SCR comme indicateur de pertinence de l'allocation, on aurait tendance à rejeter les allocations dont la poche « actions » dépasse 20% car elles paraissent peu prudentes et coûteuses en capital.

3.4 Le ratio de solvabilité

Le ratio de solvabilité pour l'allocation initiale, calculé sous la norme Solvabilité II, s'élève à 130,13%. Il correspond à une part d'actions de 10% dans l'allocation. Le calcul du ratio de solvabilité pour les allocations ASA1 à ASA7 selon la part actions dans la composition d'actifs a permis de dresser la courbe suivante :

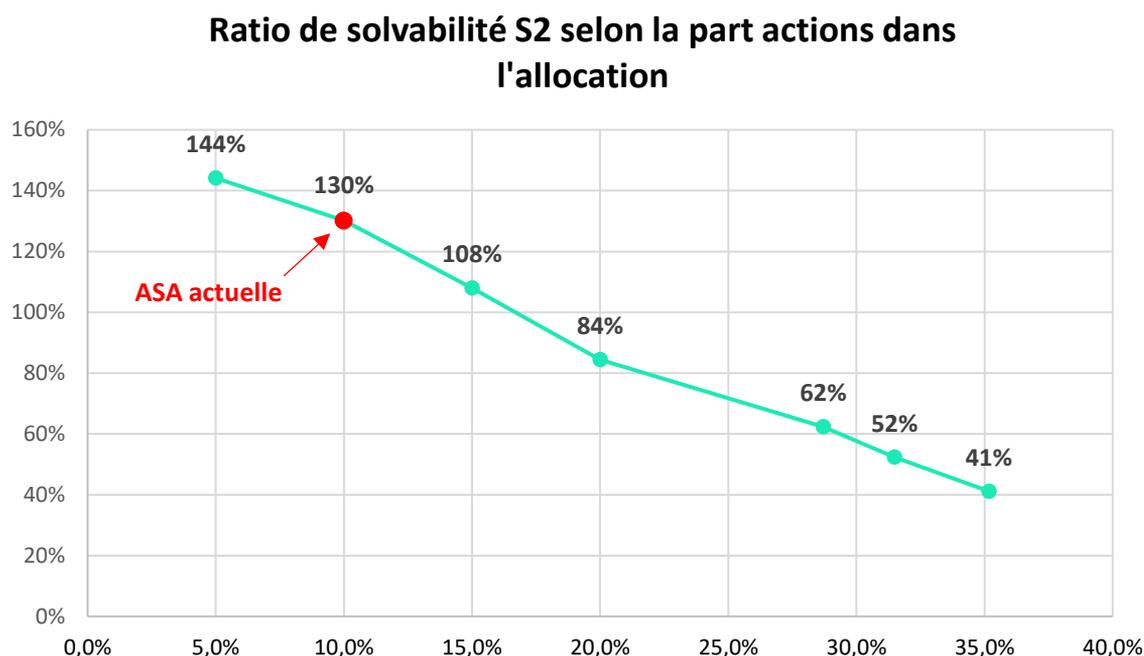


Figure 33: Ratio de solvabilité S2 selon la part actions dans l'allocation

Nous remarquons, à partir de la courbe, que le ratio de couverture s'améliore (par rapport à l'allocation actuelle) dès lors que la part d'actions baisse. En revanche, il est en dessous du seuil minimal acceptable pour les allocations composées de 20% d'actions et plus.

Il paraît aussi que l'allocation ASA2 permet de rester solvable sous S2 tout en améliorant le rendement espéré en « monde réel ». En effet, une augmentation de la part actions de 5% (par rapport à l'ASA actuelle) fait passer le rendement espéré du portefeuille de 2,63% à 2,87% à niveau de risque égal comme le montre le tableau ci-après :

Allocation		Volatilité du Rdt	Rendement espéré (10 ans)
ASA actuelle		8,06%	2,63%
« ASA Actions »	ASA 1	8,15%	2,39%
	ASA 2	8,09%	2,87%
	ASA 3	8,23%	3,09%
	ASA 4	8,84%	3,52%
« ASA Michaud »	ASA 5	8,19%	3,65%
	ASA 6	8,55%	3,89%
	ASA 7	9,15%	4,11%
« ASA Monétaire »	ASA 8	8,94%	2,63%
	ASA 9	8,94%	2,72%
	ASA 10	8,49%	2,93%

Tableau 25: Rendement -risque par allocation testée

Sur la batterie des allocations testées, ASA2 constitue l'allocation limite en actifs risqués, acceptable sous Solvabilité II. Elle permet une possibilité de gains en marge sous Solvabilité II, grâce à l'optimisation de la stratégie d'investissement. Néanmoins, elle reste difficilement acceptable car le ratio de solvabilité est dangereusement proche de 100%. En pratique, les assureurs définissent un niveau de « *Risk Appetite* », qui correspond au niveau de fonds propres désiré. Ce niveau se situe généralement au-dessus de 120/130%.

Quant aux allocations « A moindre liquidité », elles permettent d'avoir un ratio de solvabilité satisfaisant comme le montre le tableau ci-après :

	ASA8	ASA9	ASA10		Allocation	Ratio de solvabilité
Poche obligataire	78,24%	80,00%	70,00%	"ASA Monétaire"	ASA8	126%
Actions	11,2%	10,0%	10,0%		ASA9	127%
Immobilier	5,6%	5,0%	15,0%		ASA10	137%

Tableau 26: Ratio de Solvabilité des Allocations 8, 9 et 10

En effet, les allocations ASA8 et ASA9 ont un ratio moins important que l'allocation initiale car elles sont considérées plus risquées : moins de liquidité monétaire en faveur de plus d'obligations d'états indexées et d'entreprise. Sur ces deux allocations, les SCR des sous modules taux et spread augmentent plus vite que la NAV faisant ainsi baisser directement le ratio de solvabilité.

D'autre part, l'allocation ASA10 permet d'améliorer le ratio de solvabilité du portefeuille de départ et son espérance de rendement réel : la favorisation de l'investissement immobilier (+10%) permet d'atteindre les objectifs de solvabilité car le risque lié à l'immobilier sous S2 est moins pénalisant

que le risque lié aux actions (25% vs 39% pour les actions Type I⁴⁰). Cependant, en réalité, l'optimalité de cette allocation reste fort discutable vu la faible liquidité des actifs immobiliers sur les marchés financiers. Certes, le risque de liquidité n'est pas pris en compte dans le SCR en formule standard, mais pourrait être intégré en modèle interne ou en ORSA et limiterait la part d'actifs immobiliers dans l'allocation.

4. Sensibilité des indicateurs FRPS à l'allocation d'actifs

4.1 EMS & Capital Add-On

L'exigence en fonds propres sous la norme FRPS correspond à l'EMS augmentée du capital Add-On issu des tests de résistance. L'EMS étant forfaitaire (de l'ordre de 4% de la PTS), reste quasi-constante sur toutes les allocations testées de l'ordre de 327,8M€. Ainsi, l'exigence en capital dépend directement de la variation du capital Add-On selon la composition des allocations testées entre actifs amortissables et actifs non amortissables. Les résultats de calculs de ces exigences peuvent être synthétisés sous les tableaux ci-dessous :

<i>Allocation actuelle</i>	<i>Parts en monétaire</i>	<i>Parts d'actifs non amortissables</i>	<i>Parts d'actifs amortissables</i>	<i>Capital Add-On (en M€)</i>	<i>Fonds propres FRPS (EMS+ Add-On en M€)</i>
	15,0%	15,0%	70,0%	53,8	374,2

En comparant le poids du capital Add-On par rapport à l'EMS nous pouvons, à priori, constater que l'exigence en capital sous FRPS est toujours dominée par l'exigence de marge. Par conséquent, nous pouvons estimer que les variations d'impacts liés aux tests de résistance seront plus facilement absorbables.

<i>Allocation testée</i>	<i>Parts en monétaire</i>	<i>Parts d'actifs non amortissables</i>	<i>Parts d'actifs amortissables</i>	<i>Capital Add-On (en M€)</i>	<i>Fonds propres FRPS (EMS+ Add-On en M€)</i>	
« ASA Actions »	ASA1	15,0%	10,0%	75,0%	56,7	384,6
	ASA2	15,0%	20,0%	65,0%	50,8	378,7
	ASA3	15,0%	25,0%	60,0%	47,8	375,7
	ASA4	15,0%	35,0%	50,0%	41,8	369,6
« ASA Michaud »	ASA5	3,8%	32,5%	63,7%	49,1	377,0
	ASA6	5,5%	36,0%	58,5%	50,2	378,1
	ASA7	5,6%	40,0%	54,4%	49,8	377,7
« ASA Monétaire »	ASA8	5,0%	16,8%	78,2%	53,0	380,9
	ASA9	5,0%	15,0%	80,0%	58,2	386,1
	ASA10	5,0%	25,0%	70,0%	48,1	376,0

Tableau 27: Sensibilité des exigences FRPS à l'allocation d'actifs testée

⁴⁰ Hors dampener.

Le capital Add-On est d'autant plus important que la part des obligations (actifs amortissables) dans l'allocation stratégique d'actifs. Ce résultat est prévisible, étant donné que les tests de résistance prévoient un choc à la baisse de 40% sur les rendements de la poche obligataire et que le portefeuille étudié est majoritairement composé de produits taux. Quant aux actifs non amortissables, composés des actifs immobiliers et actions, ils sont choqués à -30% et de manière similaire.

Par ailleurs, comparé à Solvabilité II, le montant global des exigences en capital sous la réglementation FRPS reste nettement avantageux pour l'assureur. En effet, le graphe ci-dessous montre la différence entre les seuils d'exigences en capital entre les deux normes :

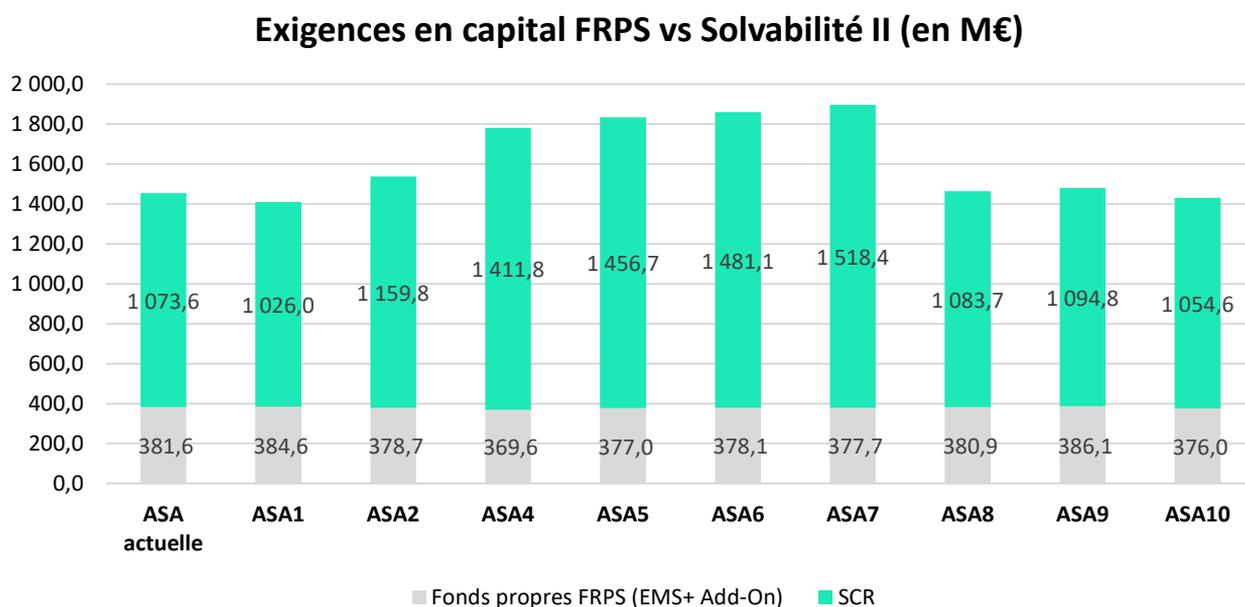


Figure 34: Seuils d'exigences en capital : Solvabilité II vs FRPS

Le seuil d'exigence en capital sous la réglementation FRPS connaît de faibles variations et reste, sur toutes les allocations testées, en dessous du SCR.

Ainsi, en mesurant le capital réglementaire comme indicateur de la pertinence et de l'adéquation de l'allocation, la réglementation FRPS reste avantageuse sur toutes les combinaisons d'actifs testées. Elle permet ainsi plus de liberté sur le choix de l'allocation moyennant un coût en capital maîtrisé.

4.2 Le ratio de solvabilité

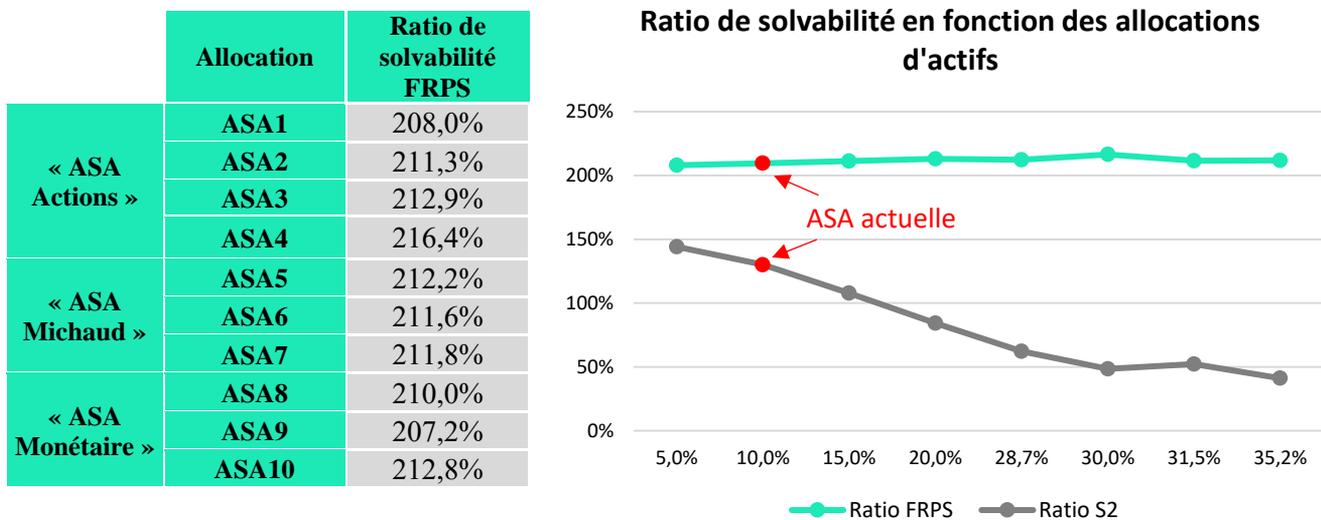
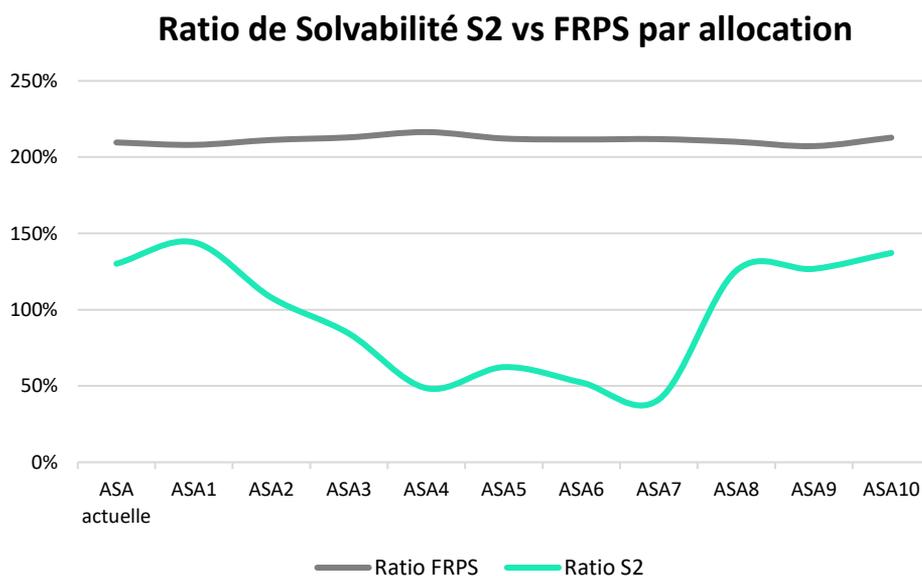


Figure 35: Ratio de solvabilité par allocation testée : Solvabilité II vs FRPS

Le ratio de solvabilité en norme FRPS, défini comme le rapport entre les fonds propres sociaux et l’EMS augmentée du capital Add-On, s’élève à 209,6% pour l’allocation initiale. Ce ratio évolue à la hausse sur les allocations ASA3 à ASA7 testées. Cette hausse peut être justifiée par la réduction du volume de la poche obligataire dont les tests de résistance sont les plus coûteux en capital sous FRPS. De plus, le ratio de solvabilité sous FRPS, reste au-dessus de 200% sur toutes les allocations testées alors qu’il baisse en dessous du seuil acceptable sous Solvabilité II à partir des allocations ayant plus de 20% en actifs actions.



Nous constatons, d’après les courbes, que le ratio de solvabilité sous la réglementation FRPS reste quasi-stable face aux changements d’allocations d’actifs, tandis que le ratio de solvabilité sous S2 fluctue selon la composition de l’allocation. Cette fluctuation est de nature baissière sur les allocations risquées, particulièrement celles à forte composante actions. Les allocations « ASA

Monétaire », dont le risque est plus maîtrisé, permettent de garder un niveau de solvabilité acceptable sous S2 ainsi que sous FRPS.

Ces résultats mettent à l'évidence la souplesse du cadre FRPS dans le pilotage de la stratégie d'investissement et sa capacité à permettre des choix d'allocations risquées sans grandes conséquences sur la solvabilité.

Remarque : par simplification, nous avons considéré en $t=0$ que la PRE est nulle et que tous les actifs financiers sont en plus-value latente dans le scénario central des tests de résistance. Ce choix se révèle impactant puisque, par exemple, une hausse du volume des actions en moins-value dans le portefeuille peut entraîner potentiellement une augmentation directe de la PRE et ainsi affecter la stabilité des résultats sur les calculs FRPS (similairement à Solvabilité II).

5. Réflexion sur les inconvénients de mise en place d'un FRPS

Au vu des résultats obtenus, le cadre réglementaire FRPS paraît adapté à la gestion long terme des risques inhérents à l'activité retraite. Il permet le pilotage des allocations d'actifs en couverture sans les lourdes conséquences en capital que Solvabilité II présente. Cependant, le coût de mise en place de ces structures et la perte des bénéfices de mutualisation des risques sont des aspects importants de l'analyse du coût d'opportunité de tout transfert d'activité.

1. Coût de mise en place

Avant de statuer définitivement sur l'opportunité d'un transfert de portefeuille vers un FRPS pour un assureur de la place, il est important de comparer le gain sur le capital à immobiliser aux coûts de mise en place. En effet, les assureurs possèdent déjà des structures relevant de la directive Solvabilité II. La création d'une nouvelle filiale engendrerait des nouveaux coûts directs et indirects.

L'assureur avant de se lancer dans le processus de création doit vérifier les modalités opérationnelles nécessaires au fonctionnement futur du fonds en adaptant son organisation, ses outils et ses processus existants.

Concrètement, des budgets doivent être anticipés pour couvrir les coûts d'entrée qui requièrent une forte mobilisation des équipes en interne et la possibilité de nouveaux recrutements externes. Des formations sont aussi à prévoir pour permettre aux équipes de cerner les sujets réglementaires et les aspects spécifiques aux FRPS. Il paraît aussi indispensable de prévoir le re-paramétrage et l'adaptation des systèmes de gestion ainsi que la rédaction et l'envoi des notices d'information aux assurés dont les contrats sont concernés par le transfert.

Un autre sujet de réflexion sur les FRPS serait aussi la nécessité d'une offre financière plus intéressante accompagnant les transferts vers les régimes des FRPS par rapport à l'offre existante. En effet, au vu de la flexibilité en termes d'allocation d'actifs et les possibilités d'investissement dans

des actifs risqués à forts rendements espérés, l'assureur serait contraint d'offrir des taux d'intérêts de plus en plus attractifs pour préserver son positionnement dans le marché par rapport à la concurrence. De plus, les assurés avertis s'attendraient à des rendements nettement meilleurs par rapport aux niveaux actuels servis sous l'environnement Solvabilité II, ce qui pourrait entraîner une potentielle hausse de rachats dans le cas contraire.

2. Perte des bénéfices de mutualisation et diversification

Si le cadre réglementaire des FRPS semble propice à la gestion financière des contrats de retraite complémentaire, notamment en libérant le choix de l'allocation stratégique d'actifs et en permettant des investissements risqués à moindre charge en capital (par rapport à la réglementation Solvabilité II), c'est parce que notre étude théorique porte sur un bilan à activité unique.

En réalité, le bilan de l'assureur ne contient pas qu'un seul contrat mais plusieurs contrats d'assurance vie. Le transfert et le cantonnement de l'activité retraite dans une entité distincte possède non seulement d'importants coûts de mise en place mais conduit aussi à une perte des effets de mutualisation des risques avec le reste des activités gérés par l'assureur de la branche vie. En effet, la mutualisation prend tout son sens lorsque la gestion de l'actif de couverture est globale et couvre l'ensemble des produits gérés par l'assureur.

Par ailleurs, le cantonnement des actifs par suite d'un balancement vers les FRPS réduit aussi les effets de diversification de portefeuille étant donné que l'activité retraite est un risque long durée contrairement à l'épargne classique. Sous Solvabilité II, cette diversification est matérialisée par les matrices de corrélations EIOPA qui permettent de prendre en compte les gains de cette dernière sur les calculs de capitaux de solvabilité requis entre les différents modules et sous modules de risques.

A leur lancement, c'est principalement pour ces raisons que les FRPS n'ont pas eu énormément de succès en France. Cependant, ces points seront sans effets dès janvier 2023 puisque la loi PACTE imposera dès lors le cantonnement des actifs adossés aux PER, y compris sous Solvabilité II.

En outre, le débat sur le cantonnement des actifs financiers ne concerne pas les produits de retraite par points L.441, faisant objet de ce mémoire, puisque le dispositif leur est attribué par conception.

Conclusion

Dans ce mémoire, il s'agissait de voir à quel point il serait pertinent pour un assureur, possédant un produit retraite supplémentaire par points, de transférer son activité vers un FRPS. La mesure de pertinence choisie dans l'étude est la flexibilité de la stratégie d'investissement face aux engagements réglementaires imposés par la norme actuelle (Solvabilité II) et la norme FRPS. En effet, il était question d'explorer les effets d'une hausse de rendement-risque sur les indicateurs de solvabilité sous chaque régime et notamment les coûts engendrés par celle-ci en fonds propres économiques.

Pour mener cette étude, nous avons commencé par introduire le contexte de l'assurance retraite supplémentaire en France. Nous avons présenté ensuite l'ensemble des outils et méthodes de modélisation actif-passif et de construction de portefeuilles optimaux d'allocations d'actifs. Ces outils nous ont permis de tester plusieurs allocations d'actifs jugées pertinentes (en termes de rendement espéré et de risque) et de calculer des indicateurs réglementaires à la fois sous la norme Solvabilité II et FRPS.

Les résultats des tests ont montré notamment que les dispositifs FRPS sont moins contraignants en termes d'exigences de capital réglementaire. De plus, le changement des stratégies d'investissement, matérialisé par un changement d'allocation d'actifs, provoque de faibles impacts sur les résultats de l'assureur comparé à la norme Solvabilité II. Concrètement, une augmentation de la part d'actifs risqués dans l'allocation, augmente le SCR alors que la NAV baisse (hausse de la TVOG) provoquant in fine une dégradation rapide du ratio de solvabilité S2.

Ainsi, au vu des résultats obtenus, nous pouvons conclure que le transfert de l'activité retraite vers des dispositifs FRPS peut se révéler avantageux. Cependant, le coût de mise en place de ces structures et la perte des bénéfices de mutualisation des risques dues au transfert sont des points à intégrer dans l'analyse du coût d'opportunité. A leur lancement, cette perte liée au cantonnement a été un frein au développement des FRPS. Néanmoins, à la suite de l'obligation de cantonnement sous Solvabilité II en janvier 2023, de nombreux assureurs se sont tournés vers ce type d'entité juridique. L'actualité de l'année 2022 vient appuyer les constats de ce mémoire. En effet, plusieurs assureurs dont AG2R la Mondiale, Generali, BNP Paribas Cardif et d'autres se sont dirigés vers la création d'un FRPS en 2022.

Enfin, nous pouvons conclure que ces dispositifs sont plus en phase avec les objectifs tracés par la loi PACTE. Outre le respect du cantonnement d'actifs pour les produits de retraite, ils sont moins contraignants en capital réglementaire et permettent aux assureurs de s'affranchir de la directive Solvabilité II en allégeant les exigences réglementaires et libérant l'allocation des actifs de couverture. Ils favorisent, ainsi, l'orientation des fonds gérés par les assureurs vers des

investissements risqués à meilleurs rendement espérés et incitent les assureurs à investir davantage dans l'économie productive.

Dans le cadre de l'extension des travaux de ce mémoire, nous pensons que l'étude pourrait être élargie et améliorer en optant notamment pour :

- ✓ La construction de portefeuilles optimaux selon une méthode d'allocation stratégique d'actifs qui tient compte du passif de l'assureur (Sharpe & Tint par exemple) ;
- ✓ L'introduction d'un scope plus large d'actifs pour l'investissement (ESG, OPCVM, produits dérivés, Private equity, ...)
- ✓ La prise en compte des coûts de mise en place d'un FRPS dans l'estimation et la projection des frais généraux.

Annexe 1 : Pilotage de la valeur du point

- La baisse de la VS

La possibilité de baisser la VS a été instaurée le 1^{er} janvier 2017 selon l'article R441-2-1 du Code des assurances⁴¹. Ainsi, il est possible de baisser la valeur de service du point après validation des 3 conditions suivantes :

1. $\frac{PTS+PMVL_{PTS}}{PMT} < 95\%$ pour l'année N ou $\frac{PTS+PMVL_{PTS}}{PMT} < 100\%$ sur les 3 dernières années ;
2. Le ratio de couverture (hors PTSR) de l'année N-1 recalculé après diminution de la VS est inférieur à 105% ;
3. La baisse de la VS est inférieure à 33% au cours des 5 dernières années.

- La hausse de la VS

La revalorisation de la valeur de service du point est à fréquence annuelle sur la base des résultats de l'année précédente. Elle est encadrée par l'article R441-23 du Code des assurances, qui prévoit les règles suivantes :

1. Le ratio de couverture (Yc PTSR) doit vérifier : $\frac{PTS+PTSR+PMVL_{PTS}}{PMT} > 105\%$
2. Si le régime prévoit l'option de pilotage de la VS alors la VS revalorisée est déterminée telle que :
 - a. $TC_{max} > 105\%$
 - b. $TC_{max} = 1,05 + (TC_{avant} - 1,05) - \min(10\% \times (TC_{avant} - 1,05); 25\%) + \max(TC_{avant} - 1,30; 0)$
 - c. Avec TC_{max} le taux de couverture maximal et TC_{avant} le taux de couverture avant hausse de la VS
3. Si le régime ne prévoit pas possibilité de pilotage de la VS la condition devient :
 - a. $TC_{max} > 110\%$
 - b. $TC_{max} = 1,10 + (TC_{avant} - 1,10) - \min(10\% \times (TC_{avant} - 1,10); 30\%) + \max(TC_{avant} - 1,40; 0)$

- Valeur d'acquisition du point

Selon l'article R441-19 du Code des assurances, la VS et la VA du système sont fixées annuellement de telle sorte que :

⁴¹ Modifié par Décret n°2017-1172 du 18 juillet 2017 - art. 1

$$\text{Si } \frac{\text{PTS}_{N-1} + \text{PMVL}_{\text{PTS}(N-1)}}{\text{PMT}_{N-1}} < 110\% \quad \text{Alors } \frac{\text{primes_pures}_N}{\text{PMT nouveaux droits}_N} > 100\%$$

Avec : PMT nouveaux droits_N calculée avec la courbe des taux en vigueur au 31 décembre de l'année N-1.

– **Rendement viager du régime**

Le rendement viager permet le pilotage de la VS et VA. Il s'agit d'un indicateur d'attractivité du régime et se calcule comme suit :

$$\text{Rendement viager} = \frac{\text{Valeur de service du point (VS)}}{\text{Valeur d'achat du point(VA)}}$$

Comparable à l'inverse de l'espérance de vie résiduelle de la population, il matérialise la grande dépendance entre les phases constitution et distribution. En effet, un rendement de 5% pour un âge de sortie à la retraite de 62 ans par exemple, signifie que pour avoir 1 € de rente, il faut cotiser 20€ (=1/5%) sur toute la phase constitution. Le retraité doit alors recevoir sa pension pendant 20 ans après 62 ans, pour récupérer « sa mise ».

Annexe 2 : Etapes de re-balancement des actifs financiers

1. Calcul de la valeur de marché totale avant re-balancement

La valeur de marché totale avant re-balancement est calculée comme la somme de la VM totale de l'actif et le solde du compte de trésorerie (qui peut être négatif). La richesse à répartir selon l'allocation cible est alors donnée par :

Total VM actif

$$\begin{aligned} &= \text{VM actions} + \text{VM immobilier} + \text{VM obligations} + \text{VM monétaire} \\ &+ \text{solde du compte de trésorerie} \end{aligned}$$

2. Re-balancement vers l'allocation cible

Après ajout du solde du compte de trésorerie, le modèle réalise les achats/ventes sur les différentes classes d'actifs afin d'atteindre l'allocation cible fixée : (prop_x désigne la proportion acheter ou vendu de la classe d'actifs x)

a) Re-balancement de la poche monétaire

Deux cas de figures peuvent se présenter :

- Si Total VM actif ≤ 0 : dans ce cas, l'actif total est négatif. L'ensemble des actifs est vendu et le solde négatif est placé sur du monétaire. Ceci correspond à un emprunt. Ce cas de figure peut être observé si les actifs sont en forte moins-value et lorsque leur vente ne suffit plus à compenser les sorties. Dans ce cas, le re-balancement des actifs s'arrête ici.
- Si Total VM actif > 0 : on met en trésorerie $\text{prop}_{\text{trésorerie}} \times \text{Total VM actif}$. Il faut alors continuer à répartir la richesse entre les 3 autres classes d'actifs.

b) Re-balancement de la poche actions

A cette étape, l'outil compare la VM des actions avant re-balancement avec la VM cible :

$$\text{VM cible action} = \text{prop}_{\text{action}} \times \text{Total VM actif}$$

La différence entre les allocations actuelle et cible est obtenue comme suit :

$$\text{diff alloc} = \text{VM cible action} - \text{VM avant rebalancement action}$$

Remarque :

- Si $\text{diff alloc} < 0$: alors il existe « trop » de richesse dans la poche action au regard de l'allocation cible. C'est le cas où les actions sont en fortes plus-values latentes. Il faut alors vendre des actions pour retrouver l'allocation cible.

- Si $diff\ alloc \geq 0$: alors il n'existe « pas assez » de richesse dans la poche action au regard de l'allocation visée. Les actions sont soit en fortes moins-value latentes ou ont été vendues au sein de la politique de revalorisation des années précédentes. Il faut alors acheter des actions pour retrouver l'allocation cible.

La mise à jour de la VM et la VNC de la poche globale actions a lieu aussi selon les besoins de vente ou d'achat. En effet, la VM actuelle des actions est ajustée de la « *diff alloc* » (négative ou positive selon la situation). D'autre part, la mise à jour des VNC est faite de la façon suivante :

- Si $diff\ alloc < 0$: les VNC actions sont baissées au prorata des ventes en valeur de marché, c'est-à-dire :

$$VC_{\text{après rebalancement}} = VC_{\text{avant rebalancement}} \times \left(\frac{VM\ \text{cible action}}{VM_{\text{avant rebalancement}}} \right)$$

- Si $diff\ alloc \geq 0$: la « *diff alloc* » est rajoutée à la VNC de la poche action avant re-balancement. En effet, au moment de l'achat : $VNC = VM$.

Si des ventes ont été réalisées ($diff\ alloc < 0$), alors des plus ou moins-values sont réalisées. Elles sont données par :

$$PMVR = |VM\ \text{vendues}| - |VNC\ \text{vendues}|$$

Celles-ci seront prises en compte lors du calcul du résultat financier, par exemple.

c) Re-balancement de l'immobilier

Le re-balancement de l'immobilier se fait exactement de la même façon que pour celui de la poche actions.

d) Re-balancement de la poche obligataire

Pour les obligations, le re-balancement est plus complexe. En effet, en cas d'achats, la maturité du portefeuille obligataire de réinvestissement doit rester similaire à la maturité initiale du portefeuille. Par simplification, l'hypothèse que les obligations achetées sont de mêmes caractéristiques que les obligations mères sera faite (taux de coupon, spread...).

D'abord, il est nécessaire de calculer la VM cible oblig selon l'allocation stratégique cible. Elle s'obtient de la façon suivante :

$$VM\ \text{cible oblig} = \text{prop}_{\text{obligation}} \times \text{Total VM actif}$$

La VM actuelle du portefeuille obligataire quant à elle est notée VM avant rebalancement oblig. De plus, la différence entre les allocations actuelle et cible est donnée par :

$$diff\ alloc = VM\ \text{cible oblig} - VM\ \text{avant rebalancement oblig}$$

Similairement au raisonnement précédent, deux cas de figure peuvent se présenter :

- Si $diff\ alloc < 0$: il existe « trop » de richesse au regard de l'allocation visée. Il s'agit du cas où les obligations sont en fortes plus-values latentes. Il est nécessaire alors de vendre des obligations. En effet, la vente se fait en proportion identique de chaque obligation selon le ratio suivant :

$$\text{prop a vendre} = 1 - \frac{\text{VM cible oblig}}{\text{VM avant rebalancement oblig}}$$

Cela ne déforme alors pas le profil de risque du portefeuille obligataire. Ainsi, pour chaque obligation, les composantes suivantes sont mises à jour :

$$VM_{\text{apres rebalancement}} = VM \text{ avant rebalancement oblig} \times (1 - \text{prop a vendre})$$

$$VC_{\text{apres rebalancement}} = VC \text{ avant rebalancement oblig} \times (1 - \text{prop a vendre})$$

Valeur achat_{apres rebalancement}

$$= \text{Valeur achat avant rebalancement oblig} \times (1 - \text{prop a vendre})$$

Nominal_{apres rebalancement} = Nominal avant rebalancement oblig \times (1 – prop a vendre).

Lors d'une vente (partielle ou totale) des obligations, des plus ou moins-values sont réalisées. Elles sont données par :

$$PMVR = \text{valeur absolue des VM vendues} - \text{valeur absolue des VC vendues}$$

Celles-ci seront prises en compte lors de la gestion de la réserve de capitalisation ou lors du calcul du résultat financier.

- Si $diff\ alloc \geq 0$: il n'existe « pas assez » de richesse dans la poche obligataire au regard de l'allocation visée. Il s'agit du cas où les obligations sont en fortes moins-values latentes ou si de forts remboursements obligataires ont été effectués lors du vieillissement de l'actif. Il faut alors acheter de nouvelles obligations. Les nouvelles obligations sont achetées au pair (TRA égal au taux de coupon) avec des maturité conformes au programme de réinvestissement et des spread nuls (par hypothèse, ces obligations ne génèrent pas de risque de crédit).

A la fin de toutes ces étapes, le portefeuille actif de l'assureur est rebalancé entre les différentes classes d'actifs, et ceci en étant conforme aux hypothèses de réallocation cible.

Annexe 3 : Scénarios de taux d'intérêts - Solvabilité II

– Scénarios de taux haussiers

Article 166 du Règlement délégué (UE) 2015/ 35 :« *L'exigence de capital pour risque d'augmentation de la courbe des taux d'intérêt pour une devise déterminée est égale à la perte de fonds propres de base qui résulterait d'une augmentation soudaine des taux d'intérêt sans risque de base pour cette devise à des échéances différentes selon le tableau suivant : »*

Échéance (en années)	Augmentation
1	70%
2	70%
3	64%
4	59%
5	55%
6	52%
7	49%
8	47%
9	44%
10	42%
11	39%
12	37%
13	35%
14	34%
15	33%
16	31%
17	30%
18	29%
19	27%
20	26%
90	20%

Toujours selon le même article : « *Pour les échéances non mentionnées dans le tableau ci-dessus, la valeur de l'augmentation est interpolée de manière linéaire. Pour les échéances inférieures à un an, l'augmentation est de 70 %. Pour les échéances supérieures à 90 ans, l'augmentation est de 20 %.* »

– Scénarios de taux baissiers

Article 167 du Règlement délégué (UE) 2015/ 35 :« *L'exigence de capital pour risque de diminution de la courbe des taux d'intérêt pour une devise déterminée est égale à la perte de fonds propres de base qui résulterait d'une diminution soudaine du taux d'intérêt sans risque de base pour cette devise à des échéances différentes selon le tableau suivant : »*

Échéance (en années)	Diminution
1	75%
2	65%
3	56%
4	50%
5	46%
6	42%
7	39%
8	36%
9	33%
10	31%
11	30%
12	29%
13	28%
14	28%
15	27%
16	28%
17	28%
18	28%
19	29%
20	29%
90	20%

Toujours selon le même article : « *Pour les échéances non mentionnées dans le tableau ci-dessus, la valeur de la diminution est interpolée de manière linéaire. Pour les échéances inférieures à un an, la diminution est de 75 %. Pour les échéances supérieures à 90 ans, la diminution est de 20 %.* »

Ressources bibliographiques

1. Mémoires FRPS vs Solvabilité II :

- M.Elaroui et P. Latour (2015), Solvabilité 2 ou IORP : un choix cornélien - Cas d'une institution de prévoyance gérant un régime de branche 26 en situation de déficit
- A. Chevallier (2017), La différence de gestion du risque entre un contrat place sous la réglementation FRPS et son équivalent sous Solvabilité 2.
- F. MOINET (2017), Opportunités et contraintes de la nouvelle réglementation des FRPS pour un portefeuille de retraite entreprise.
- M.LERNOUT (2017), Allocation stratégique d'actifs pour un produit retraite soumis à solvabilité II. Perspectives offertes par les FRPS
- O. ZIYATI (2019), Impact de la création des FRPS sur la gestion d'engagements de retraite professionnelle en France
- M.FIEVEZ (2017), Les conséquences du durcissement réglementaire lié à la baisse des taux pour un contrat d'assurance retraite.
- T. JOURNET (2021), Analyse du marché de l'épargne retraite supplémentaire en France : Opportunités de mobilisation de l'actif vers des investissements socialement responsables.
- C.WALLE (2018), Allocation stratégique d'actifs d'un contrat retraite géré dans le cadre d'un FRPS à l'aide d'un outil de projection actif passif.

2. Mémoires Allocation stratégique d'actifs :

- Berrada. S (2015). Allocation stratégique dans le cadre de l'épargne-retraite.
- ALM et Solvabilité 2 : Apparition de nouveaux indicateurs de risques dans l'étude d'allocation stratégique.
- Marnix, G. (2017). Analyse du phénomène de concentration dans la théorie de Markowitz et étude comparative d'approches alternatives.
- Ando. R. (2020). Allocation stratégique d'actifs sous Solvabilité II.
- GERBER.G.(2009). Allocation d'actifs sous Solvabilité 2 : cas de l'assurance vie épargne.
- Mémoire, Allocation stratégique d'actifs sous Solvabilité 2 dans le cadre de l'assurance vie.
- GRACZ Romain, Les mesures de performance financière.

3. Mémoires régimes par points L.441 :

- Y. Houpert (2014), Problématiques de rapprochement de régimes L.441.
- Cheick Oumar DIALLO (2016), Solvabilité II - Impact d'un environnement de taux bas sur un régime de retraite de la branche 26.
- V. Dechrite (2018), Réforme des régimes de branche 26 : quels sont les impacts du changement réglementaire ?

- M. Limouzin, Pilotage d'un régime L.441 autour de la problématique de revalorisation des rentes.
- M. Marix (2016), Modélisation et pilotage d'un contrat de retraite en points sous la Directive Solvabilité 2.
- A. AMAT (2014), Modélisation d'un régime de retraite en points dans l'environnement Solvabilité II.
- M. BOUIS, La faculté de dévaluer le point sur un régime L441 : Les effets sur la revalorisation des rentes et le résultat technique.

4. Ressources réglementaires et professionnelles :

- Décret n° 2017-1171 du 18 juillet 2017 fixant les règles applicables aux fonds de retraite professionnelle supplémentaire.
- Exigences de solvabilité (Art R385-1 à R385-4) - Code des assurances – Source Légifrance
- Décret n° 2017-1765 du 26 décembre 2017 fixant les règles applicables aux mutuelles, unions et institutions de retraite professionnelle supplémentaire et portant adaptation des régimes de retraite supplémentaire en unités de rente régis par les codes de la mutualité et de la sécurité sociale ;
- Notice de l'ACPR du 19 juillet 2017 sur l'admissibilité des plus-values latentes en constitution de la marge de solvabilité pour les organismes de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS / MRPS / URPS / IRPS).
- Article L441-1- Code des assurances – Source Légifrance.
- Tests de résistance (Art R385-3, Art R385-4 et Art R385-25) - Code des assurances –Source Légifrance ;
- Note technique Nexialog Consulting /Mai 2021/FRPS ;
- Article GALEA publié le 2 août 2022 sur <https://www.galea-associes.eu/2022/08/analyse-des-rapports-sfcr-des-FRPS-au-31-12-2021-les-chiffres-cles-2021-des-FRPS/>
- FRAERIS BULLETIN D'INFORMATION N°8 - DÉCEMBRE 2017 : FRPS - LE FONDS DE PENSION À LA FRANÇAISE ;
- RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2015/35 DE LA COMMISSION du 10 octobre 2014 complétant la directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (solvabilité II) ;

5. Ressources académiques

- Support de cours : Assurance retraite - ENSAE ParisTech / M. Norbert Gautron ;
- Support de cours : Portfolio Management - ENSAE ParisTech/ M. Francisco Violante ;

6. Documentation interne

- Support de formation interne à la réglementation FRPS ;
- Documentation interne : GSE Sia Partners ;

- Documentation groupe de travail ALM (R&D Sia Partners) ;

7. Ressources libres :

- Markowitz v.s. Michaud Portfolio Optimization with R code (<https://www.r-bloggers.com/2021/05/markowitz-v-s-michaud-portfolio-optimization-with-r-code/>)
- The Complete Guide to Portfolio Optimization in R(<https://miltonfmr.com/the-complete-guide-to-portfolio-optimization-in-r-part1/>)
- [https://france-inflation.com/taux_10 ans.php](https://france-inflation.com/taux_10_ans.php)
- <https://www.rip.asso.fr/index.php/les-produits/2-non-categorise/54-regime-l441>
- <https://fred.stlouisfed.org/release?rid=209>
- https://etf.invesco.com/sites/default/files/documents/IVZ_PUIG_FACTSHEET_FR.pdf

Table des figures

Figure 1: Evolutions du système de retraite en France	23
Figure 2 : Le système de retraite français par niveaux	24
Figure 3: Les produits "PER"	25
Figure 4: Evolution des encours de PER Collectifs & PERCO - Source FFA	27
Figure 5: Les phases de l'engagement retraite	28
Figure 6: Mécanisme de constitution de la PTS	30
Figure 7: Passerelles réglementaires FRPS- Source ACPR.....	32
Figure 8:Encours FRPS par type de contrat à fin 2021.....	33
Figure 9:Chiffre d'affaires des FRPS 2020 vs 2021 (en M€).....	33
Figure 10:Encours FRPS par type d'engagement au 31-12-2021	34
Figure 11:Encours épargne retraite géré par les FRPS en 2020-2021	34
Figure 12:Modules et sous modules de risques Solvabilité II utilisés pour l'étude.....	39
Figure 13: Tests de résistance FRPS.....	44
Figure 14: Niveaux de couverture PVL	47
Figure 15: Construction de l'allocation optimal dans le plan rendement-risque (Source : Théorie moderne de la gestion de portefeuille CEA par thierry.granger@dauphine.fr « Cours n°3/3 »).....	49
Figure 16: Algorithme d'optimisation de Michaud.....	51
Figure 17 : Description du portefeuille étudié	53
Figure 18:Composition du portefeuille d'actifs- Allocation initiale	53
Figure 19:Taux de PMVL par classe d'actifs.....	55
Figure 20: Fonctionnement moteur ALM.....	59
Figure 22: Projection des effectifs et stock de points-Phase constitution.....	62
Figure 23: Projection des effectifs et stock de points-Phase distribution	63
Figure 24:Taux de couverture économique et pilotage de la VS.....	68
Figure 25: Courbe de taux EIOPA 31-12-2021	69
Figure 26:TME et TEC, évolution historique	71
Figure 27: Evolution des indices par sous classe d'actifs	75
Figure 28: Performance de l'allocation actuelle.....	76
Figure 29: Nappes d'actifs en composition des allocations optimales.....	77
Figure 30:Résultat de l'optimisation robuste de Michaud -Allocation actuelle.....	77
Figure 31: Allocations alternatives proposées	81
Figure 32:Bilan économique en fonction de la part action dans l'allocation	82
Figure 33: Allocations proposées dans le plan rendement-risque-SCR marché.....	86
Figure 34:Ratio de solvabilité S2 selon la part actions dans l'allocation	87
Figure 35:Seuils d'exigences en capital : Solvabilité II vs FRPS	90
Figure 36: Ratio de solvabilité par allocation testée : Solvabilité II vs FRPS.....	91

Liste des tableaux

Tableau 1: Versements par type de compartiment.....	25
Tableau 2: gestion pilotée des fonds selon la loi PACTE.....	26
Tableau 3:Comparatif Solvabilité II et FRPS	36
Tableau 4:Matrice des corrélations-Module marché	40
Tableau 5: Chocs actions par type	41
Tableau 6: Choc Spread - Coefficients a	42
Tableau 7:Choc Spread - Coefficients b	42
Tableau 8: Matrice de corrélation-Module Souscription Vie	43
Tableau 9: Caractéristiques des portefeuilles en constitution & en distribution.....	52
Tableau 10: Caractéristiques du portefeuille obligataire	54
Tableau 11:VNC et VM par classe d'actifs.....	54
Tableau 12: Bilan Social au 31-12-2021.....	55
Tableau 13:Reversements des adhérents actifs en M€.....	60
Tableau 14: Hypothèses de frais	60
Tableau 15: Eléments de calcul du BE	69
Tableau 16: Rendements moyens et volatilités prévisionnels	73
Tableau 17: Matrice de corrélations des actifs.....	73
Tableau 18: Indice de référence par classe d'actifs.....	74
Tableau 19: Allocations appartenant à la frontière efficiente	78
Tableau 20: Ratio de Sharpe par allocation stratégique d'actifs	78
Tableau 21: Allocations du plan de test.....	80
Tableau 22: Sensibilité du BE et VM des actifs par rapport à l'allocation testée	82
Tableau 23: Evolution de la TVOG (Différence entre PVFP et VIF)	84
Tableau 24: Sensibilité du SCR par rapport à l'allocation testée	85
Tableau 25:Rendement -risque par allocation testée	88
Tableau 26: Ratio de Solvabilité des Allocations 8, 9 et 10	88
Tableau 27: Sensibilité des exigences FRPS à l'allocation d'actifs testée	89