

Mémoire présenté devant la Chaire d'Actuariat du
Conservatoire Nationale des Arts et Métiers,
pour l'obtention du Master professionnel de sciences de gestion
mention finances de marché spécialité Actuariat
et l'admission à l'Institut des Actuaires
le : 22 mars 2021

Par : Emmanuel MARTINEZ

Titre : Revue de la stratégie d'allocation obligataire dans le cadre de la modélisation
de l'inflation pour un portefeuille santé prévoyance

Confidentialité : NON OUI (Durée : 1 an 2 ans 3 ans 4 ans)

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

Présidente du jury :
Sandrine LEMERY

Entreprise :
Allianz France
1, Cours Michelet,
92076 Paris La Défense Cedex

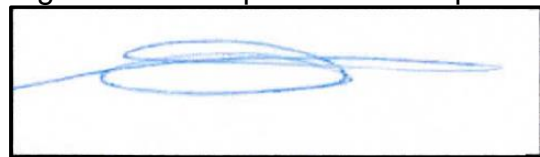
Membres présents du jury de l'Institut des
Actuaires :
Omar AMAOUI
Alix BAKHOS
Nicolas BOURE
Florence PICARD
Pierre PETAUTON
Ambre VIGNY

Directeur de mémoire en entreprise :
Badis ZEGHMAR

Membres présents du jury du CNAM :
Olivier DESMETTRE
François WEISS
David FAURE

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

Signature du responsable entreprise :



Signature du candidat :



Problématique

Revue de la stratégie d'allocation obligataire, des engagements de prévoyance santé liés à l'inflation, dans le modèle ALM d'Allianz France.

Résumé

La plupart des travaux, sur la gestion actif/passif en assurance concerne principalement les activités épargne/retraite. En effet, en raison des mécanismes actif/passif propres à ces produits, il est nécessaire d'élaborer des stratégies ALM efficaces afin de réduire les coûts des options et garanties financières sur ces portefeuilles. Toutefois, il existe également des problématiques actif/passif propres aux activités santé/prévoyance qui sont en général rarement traitées (dans la littérature). Par exemple, pour certains types de contrats il existe des garanties financières qui nécessitent la mise en place de stratégies ALM afin d'une part, de les financer et d'autre part, de respecter les différentes contraintes de la compagnie en termes de rentabilité et d'impact sur sa solvabilité.

L'objectif d'une telle étude est donc de répondre à la question suivante « définir une allocation d'actif permettant de couvrir le risque inflation, tel qu'il est modélisé, sur des engagements de prévoyance/santé ». Dans un premier temps, ce travail a eu pour objectif d'étudier l'état économique du portefeuille existant. Dans un second temps, de nombreuses stratégies d'allocation ont été testées afin de sélectionner les allocations les plus efficaces. Enfin sur la base des stratégies retenues, le coût en capital SII a été quantifié afin de ne retenir qu'une seule allocation. Les deux dernières étapes de l'étude (frontière efficace et coût en capital SII) représentent une réelle nouveauté dans la mesure où ce processus/technique d'étude ALM n'était jusque-là pas utilisé au sein d'Allianz.

La première partie a une vocation théorique, elle a pour but d'introduire et de définir : les métriques actif-passif qui vont être utilisées dans les analyses, la nature des actifs et des passifs étudiés ainsi que la manière dont l'inflation est modélisée au sein du modèle ALM Allianz France.

La seconde partie correspond à l'étude ALM en se décomposant selon quatre sous-parties :

Une première étude déterministe, s'appuyant sur des indicateurs/techniques ALM (étude du stock d'actifs, taux de rendement du fonds, « cash-flow matching », duration, profils de risques, ...) permettra d'établir le profil financier et actuariel du portefeuille selon une trajectoire économique moyenne.

Sur la base de ces résultats, une seconde étude stochastique permettra d'étudier ces mêmes indicateurs selon différents états économiques du monde (trajectoires économiques aléatoires). Cette partie permet d'observer le financement des garanties contractuelles dans des contextes économiques plus atypiques.

La troisième partie, permettra d'introduire l'étude des allocations d'actifs les plus efficaces. La mise en place de ce processus de sélection d'allocation d'actifs, constitue une évolution majeure en termes de méthodologie ALM au sein d'Allianz. Un peu moins de 200 combinaisons de stratégies d'allocation seront testées, afin de sélectionner les allocations optimisant le couple rendement/risque.

Enfin, la dernière partie conclura ce mémoire par une analyse du coût en capital norme Solvabilité 2 (vision modèle interne). Depuis l'entrée en vigueur de la norme, l'intégration du coût en capital dans les études ALM est devenue indispensable, ce qui permet de comparer pour chaque stratégie testée, le besoin en capital associé. Pour ce faire une méthodologie simplifiée a été mise en place et permet de réévaluer le SCR modèle interne sans avoir à mettre en œuvre un fastidieux processus de calcul. Cette ultime étape a donc permis de sélectionner la stratégie optimale sous contraintes Solvabilité 2.

Abstract

In insurance most of ALM studies mainly concerns savings and retirement activities. Indeed, ALM mechanisms are specific to these products and it is necessary to develop efficient ALM strategies in order to reduce costs of options and financial guarantees of these liabilities. However, there are also ALM issues specific to health and care business, which are generally rarely dealt with (in French ALM literature). For example, for certain types of contracts, financial guarantees exist and require implementation of ALM strategy to finance them and to respect various constraints of the company in terms of profitability and impact on solvency.

The objective of such a study is to define an asset allocation to cover inflation risk on health (and care) liabilities. In the first part this study followed a classic framework as usual ALM studies, the introduction of strategical asset allocation efficiency as well as the Solvency 2 capital requirement (associated) has been studied in a second step. This second party of the study represent a real novelty, as this technique / methodology was not used within Allianz before (fully developed in ALM tools for this study needs).

First part has a theoretical purpose, it aims to introduce and define: ALM metrics will be used, nature of assets and liabilities studied as well as the economic concepts related to inflation.

Second part has a practical purpose and is divided into four sub-parts such as:

First of all a deterministic study taking into account a certain number of ALM indicators (fund rate return, cash-flow matching, duration, risk profiles, etc.) permits to study fund situation in terms of financial and actuarial constraint fairly simple (certainty equivalent scenario).

A second stochastic study permits to study similar indicators according to different economic states of the world (stochastic economic scenarios). In general, this step makes possible to observe fund's options and guarantees, policyholder absorption ... if these KPIs needs to be studied (possibility of redemption, asset and liabilities interaction via profit sharing ...). The study of distribution is also one of the advantages of a stochastic study.

Introduction within the ALM model the ability to test SAA efficiencies was the major element in terms of ALM improvements within Allianz. This technic allowed testing almost 200 combinations of SAA. Then, three allocations optimizing risk/return couple were selected (in "real world" probabilistic universe).

Finally, the last part allowed conclude by an analysis of risk capital impact cost in solvency 2 framework (equivalent to SCR in Allianz's internal model). This last part is now indispensable since the entry into force of Solvency 2. A simplified methodology makes possible to obtain figures that are consistent with those of the internal model that would be obtained during a closing process. This final step allowed us to select the optimal strategy under solvency 2 constraints.

Mots clefs

Stratégie d'allocation d'actifs, Stratégie de couverture, Gestion actif-passif, ALM, Inflation, Modélisation, Prévoyance santé, Solvabilité II, GSE

Remerciements

Je remercie Badis ZEGHMAR (mon maître de stage et ancien directeur des risques), de m'avoir permis de continuer à travailler sur un sujet investissement tout en évoluant au sein d'une unité de Risk Management. Je remercie également Mélanie RASZKA de m'avoir accueilli au sein de l'équipe ALM de la direction des investissements d'Allianz France et de m'avoir proposé ce sujet.

Toute ma reconnaissance va à mon maître de stage Badis que je remercie très chaleureusement pour m'avoir très bien managé tout au long de mon passage dans son service. Merci pour le temps accordé, pour ses conseils et ses explications, toujours très clairs et avisés. Merci de m'avoir fait profiter de son expertise dans les domaines financiers et actuariels.

Merci à David FAURE qui m'a suivi coté CNAM, merci pour ses conseils et remarques lors de la rédaction de ce mémoire.

Je remercie également tous mes collègues des équipes ALM dont les connaissances en gestion actif passif et investissements m'ont énormément éclairé. J'aimerais remercier mes collègues du Risk Management (que j'ai intégré par la suite) pour leur bonne humeur, ils ont insufflé une ambiance de travail positive et stimulante.

J'adresse ici à toutes et à tous, le témoignage de ma profonde gratitude pour m'avoir fait découvrir successivement les métiers de gestionnaire actif-passif puis d'expert modélisation actif-passif. La variété des missions, la qualité et l'intérêt des sujets traités ont activé en moi une véritable vocation.

Je souhaiterais également adresser mes remerciements à mes proches (mes parents, ma compagne) qui m'ont toujours soutenu durant ma scolarité au CNAM puis durant la période de rédaction de ce mémoire.

Enfin je souhaiterais remercier toute l'équipe pédagogique du master actuariat du CNAM, pour son engagement, son professionnalisme et sa bienveillance. Mention spéciale pour Michel FROMENTEAU qui nous a quitté. Merci pour son dévouement et le temps qu'il a consacré à former de nombreuses générations d'actuaire. Merci pour sa sympathie et son humour qui ont permis de rendre nos soirées de cours agréables et pleines d'anecdotes.

| | |
|---|----|
| Sommaire | |
| Résumé | 3 |
| Abstract | 4 |
| Mots clefs | 5 |
| Remerciements | 6 |
| Sommaire | 7 |
| Partie A - Concepts et modélisation en gestion actifs-passif | 10 |
| 1.Cadre du mémoire | 10 |
| 2.Introduction | 10 |
| 3.La gestion actif-passif en assurance | 11 |
| 3.1.Principaux indicateurs | 11 |
| 3.1.1.L'écart de trésorerie | 11 |
| 3.1.2.L'étude des « buffers » | 12 |
| 3.1.3.Mesures de valorisation, sensibilité, duration et convexité d'un titre | 12 |
| 3.1.4.Les autres indicateurs et axes d'analyses utilisés (liste non exhaustive) | 14 |
| 3.2.La stratégie d'investissement | 15 |
| 3.2.1.Qu'est-ce que la stratégie d'investissement | 15 |
| 3.2.2.Stratégie d'investissement modélisée | 16 |
| 4. Particularités de modélisation de la gestion actif-passif en prévoyance | 17 |
| 4.1.La prévoyance santé Allianz France | 18 |
| 4.2.Présentation du modèle de projection de prévoyance collective | 18 |
| 4.2.1.Eléments projetés | 18 |
| 4.2.2.Périmètre modélisé | 18 |
| 4.3.De la modélisation déterministe à la modélisation stochastique | 19 |
| 4.3.1.Présentation du modèle actif-passif d'Allianz France | 19 |
| 4.3.2.Structure du modèle | 19 |
| 4.3.3.Processus de calcul | 20 |
| 4.3.4.Eléments du bilan modélisé | 21 |
| 4.4.Risques d'actif et de passif liés à l'activité de prévoyance santé | 23 |
| 4.4.1.Risques liés aux actifs | 23 |
| 4.4.2.Risques liés aux passifs de prévoyance santé | 25 |
| 5.Le risque inflation modélisé | 26 |
| 5.1.Prise en compte de l'inflation au sein du modèle | 26 |
| 5.1.1.Définition et concept économique | 26 |
| 5.1.2.Théorisation économique (relation de Fisher) | 26 |
| 5.1.3.« break-even » (dit « point mort ») inflation | 26 |
| 5.1.4.Prise en compte de l'inflation dans le modèle actif passif et interne | 27 |

| | |
|---|----|
| 5.2.Modélisation de l'inflation dans le cadre de la prévoyance santé | 28 |
| 5.2.1.Choix méthodologiques d'inflation sur les flux de passifs | 28 |
| 5.2.2.Modélisation de l'inflation sur les flux de passifs | 28 |
| 5.2.3.Interactions actif-passif liées à l'inflation | 29 |
| 5.3.Les actifs permettant de couvrir le risque inflation | 30 |
| 5.3.1.Les obligations gouvernementales Françaises | 30 |
| 5.3.2.Modélisation des obligations indexées inflation et autres actifs | 31 |
| Partie B - Etude ALM permettant la mise en place d'une stratégie d'allocation optimisée | 33 |
| 6.Analyse de la stratégie d'allocation actuelle | 33 |
| 6.1.Hypothèses de projection et nomenclature | 33 |
| 6.2.Description du portefeuille étudié | 34 |
| 6.2.1.Stratégie allocation d'actif d'Allianz IARD | 34 |
| 6.2.2.Allocation d'actifs actuelle d'Allianz IARD | 35 |
| 6.2.3.Portefeuille prévoyance santé d'Allianz IARD | 38 |
| 6.3.Etude du cadre économique de l'étude (scénarios économiques) | 40 |
| 6.3.1.Environnements économiques étudiés | 40 |
| 6.3.2.Scénarios économiques en univers « monde-réel » | 41 |
| 6.3.3.Scénarios économiques en univers « risque-neutre » | 43 |
| 7.Analyse économique du fonds | 46 |
| 7.1.Analyse déterministe des carences du fonds | 46 |
| 7.1.1.Objectifs de l'étude déterministe | 46 |
| 7.1.2.Analyse des taux de rendements financiers versus taux techniques (garantis) | 46 |
| 7.1.3.Etude du diagramme des flux actif-passif | 49 |
| 7.1.4.Ecart de duration actif passif | 52 |
| 7.1.5.Profils de risque de taux d'intérêt et d'inflation | 53 |
| 7.2.Analyse stochastique permettant de confirmer les observations de l'analyse déterministe | 56 |
| 7.2.1.Objectifs/étapes de l'étude Stochastique | 56 |
| 7.2.2.Taux de rendements financiers du fonds versus des taux garantis | 57 |
| 7.2.3.Etudes statistiques (taux de rendements financiers, taux garantis, utilisation des « buffers », profit actionnaire) | 58 |
| 7.2.4.Analyse de l'écart de duration actif passif | 59 |
| 7.2.5.Profils de risque de taux d'intérêt et d'inflation | 60 |
| 7.2.6.Définition de la métrique ALM utilisée « PVFP monde réel » | 62 |
| 7.2.7.Décomposition de la PVFP du fonds | 64 |
| 7.3.Stratégies efficientes et augmentation des obligations indexées inflation | 68 |
| 7.3.1.Objectif de l'étude | 69 |
| 7.3.2.Mise en œuvre | 69 |
| 7.3.3.Génération des différentes stratégies d'allocation d'actifs | 70 |
| 7.3.4.Construction du nuage point | 70 |

| | |
|--|-----|
| 8.Sélection de la stratégie d'allocation sous contrainte de coût en capital solvabilité 2 | 74 |
| 8.1.Présentation de la méthodologie de calcul du risque capital simplifiée | 74 |
| 8.1.1.Présentation de la méthodologie d'approximation du SCR modèle interne (« Risk Capital ») | 74 |
| 8.1.2.Facteur de risques de marché et de crédit | 75 |
| 8.1.3.Les facteurs de risques biométriques et « business » | 75 |
| 8.2.Selection de la stratégie d'allocation d'actifs sous contrainte de coût en capital Solvabilité 2 | 75 |
| 8.2.1.Impacts risque (« standalone » par facteurs de risque, total diversifié) | 75 |
| 8.2.2.Analyse du risque de taux | 76 |
| 8.2.3.Analyse du risque inflation | 78 |
| 8.2.4.Analyse du risque de crédit et de « spread » | 78 |
| 9.Limites et prochaines étapes de développement | 79 |
| 9.1.Limites sur la stratégie d'allocation définie par l'utilisation d'un modèle ALM | 79 |
| 9.2.Limites et développement de la méthodologie d'approximation du SCR modèle interne | 79 |
| 9.3.Développement de la modélisation de l'inflation (scénarios économique et modèle) | 80 |
| 10.Conclusion sur la stratégie d'allocation d'actifs de la branche prévoyance santé d'Allianz France | 80 |
| Bibliographie | 82 |
| Annexes | 84 |
| Liste des abréviations | 139 |

Partie A - Concepts et modélisation en gestion actifs-passif

1. Cadre du mémoire

L'objectif de ce mémoire consiste à étudier les stratégies d'allocation d'actifs au sein du modèle ALM, afin de couvrir le risque inflation modélisé sur les engagements de prévoyance santé (rentes incapacité/invalidité, frais de soins, ...). Ce mémoire répond à un besoin opérationnel, puisqu'il propose d'une part une nouvelle méthode d'étude des stratégies d'allocation (étude des allocations efficaces, nuage de points) et d'autre part il vise à orienter une prise de décision sur la stratégie d'investissement de certaines classes d'actif en cherchant à optimiser le couple rendement et risque tout en minimisant l'impact sur le besoin en capital solvabilité 2.

2. Introduction

Ce mémoire s'inscrit dans une période particulière, marquée en Europe et plus particulièrement en France par un niveau d'inflation faible. Estimé à 0,5% sur l'année 2014, ce niveau n'avait plus été observé depuis la crise de 2009 où l'inflation annuelle moyenne était alors de 0,1%. Cependant, sur un horizon d'étude plus long, les prix ont été multipliés par environ 2400 depuis 1901, dus en grande partie par la dévaluation du Franc de 1960 et au passage à l'Euro en 2002. La banque centrale européenne chargée de la politique monétaire européenne cible à moyen terme un niveau d'inflation proche de 2%, ce qui permet dans le contexte actuel, d'envisager une remontée progressive du niveau d'inflation. Tout l'intérêt de ce mémoire sera donc d'étudier de façon pratique, la mise en œuvre de la stratégie d'investissement permettant de se prémunir contre cette remontée de l'inflation.

Le risque lié à la volatilité de l'inflation devient de plus en plus un enjeu pour certains assureurs dont les impacts peuvent avoir des effets non négligeables sur leur rentabilité. En assurance, les effets de l'inflation sont présents dans toutes les branches et à tous les niveaux du cycle de production. Ainsi pour les branches non-vie (incluant la prévoyance santé), on observe les effets par une augmentation des montants de primes, des coûts de sinistres ainsi que des taux de revalorisation de rentes (permettant de maintenir le niveau de vie des assurés). Pour les branches liées à la Vie, cette mesure influe de façon plus ou moins directe, sur les taux de rémunération de l'épargne. Enfin, l'inflation a bien entendu des effets sur les frais auxquels toutes les compagnies d'assurance sont soumises (coûts de gestion, fixes, ...). Il apparaît donc que la gestion du risque inflation peut devenir une réelle préoccupation pour les assureurs si celui-ci est mal couvert.

Pour cela, il est nécessaire de mettre en place des stratégies d'investissements permettant à la fois, de garantir le règlement des flux financiers relatifs aux engagements d'assurance, tout en dégagant une marge nécessaire au fonctionnement de la compagnie et la rémunération de ses éventuels actionnaires. La fonction du gérant actif-passif requiert donc, d'une part une bonne compréhension des passifs et d'autre part, une maîtrise des actifs financiers permettant d'assurer l'équilibre bilanciel. Dans ce contexte, les principales notions concernant les produits santé, les outils ainsi que la stratégie ALM seront présentés.

Dans le but de valoriser les profits futurs et les bilans d'assurance, les actuaires ont développé depuis une dizaine d'années des outils de simulation permettant l'aide à la prise de ces décisions. Ces modèles ont pour but de simuler le fonctionnement complexe d'une entité d'assurance : des garanties financières (lorsqu'elles existent), du comportement aléatoire des assurés (rachats partiels/totaux, arbitrages, ...), en fonction de l'environnement financier. Ainsi ils permettent également d'évaluer les impacts futurs des stratégies d'investissement mises en place aujourd'hui. Dans ce mémoire, il est proposé d'analyser les garanties de prévoyance santé comprenant une part importante de rentes d'incapacité et d'invalidité. Pour ce faire il a été nécessaire de s'appuyer sur le modèle actif-passif d'Allianz France, afin d'évaluer les effets de différentes stratégies d'allocations sur la rentabilité de la compagnie.

Cette étude est complétée par une optimisation sous contrainte de besoin en capital selon la norme prudentielle Solvabilité 2. En effet, avec l'entrée en vigueur de la réforme européenne Solvabilité 2, les actuaires ALM devront désormais trouver un compromis entre rendement et solvabilité tout en garantissant des rendements financiers suffisants, répondant aux exigences de l'actionnaire. Dans ce contexte il a été demandé de définir une stratégie d'allocation de couverture au risque d'inflation, permettant de garantir un rendement financier suffisant sous contrainte de minimiser le besoin en capital Solvabilité 2.

3. La gestion actif-passif en assurance

3.1. Principaux indicateurs

Dans le cadre du suivi régulier de la gestion actif/passif, il est nécessaire de mettre en place différents indicateurs, afin de vérifier la bonne mise en œuvre de la (ou des) stratégie(s). Les principaux indicateurs utilisés sont les suivants

3.1.1. L'écart de trésorerie

L'étude des flux de trésorerie est l'étape préliminaire à toute étude actif-passif, elle peut s'apparenter à une étude de « cash-flow matching » (*technique non développée permettant de créer un portefeuille matchant les flux de passif, cf. annexe n°1 [Technique ALM le cash flow matching]*). Les différents flux à prendre en considération sont les suivants:

A l'actif, les flux relatifs aux revenus courants et aux remboursements, tel que :

- les revenus courants certains : coupons obligataires à taux fixes ;
- les revenus courants variables : coupons obligataires (indexés, à taux variables, convertibles, ...) ;
- les remboursements à maturité : remboursements des montants nominaux.

Remarque :

1. Peut être effectué en « run-off » ou avec apport de « new-business »,
2. Les revenus courants « incertains » (dividendes, loyers, ...) peuvent également être pris en compte ; pour cela il est nécessaire de définir des hypothèses de projection ou d'utiliser les scénarios économiques (dans le cas où l'on utilise un modèle de projection stochastique).
3. Les flux de réinvestissements peuvent également être pris en compte dans certains cas...

Au passif, ils correspondent aux engagements d'assurance, basés sur les hypothèses :

- relatives aux garanties des contrats d'assurance : types de produits, types de garanties, taux garantis, date d'échéance, ...
- relatives au comportement des assurés : rachats structurels/dynamiques, arbitrages structurels/dynamiques, mortalité, longévité, ...

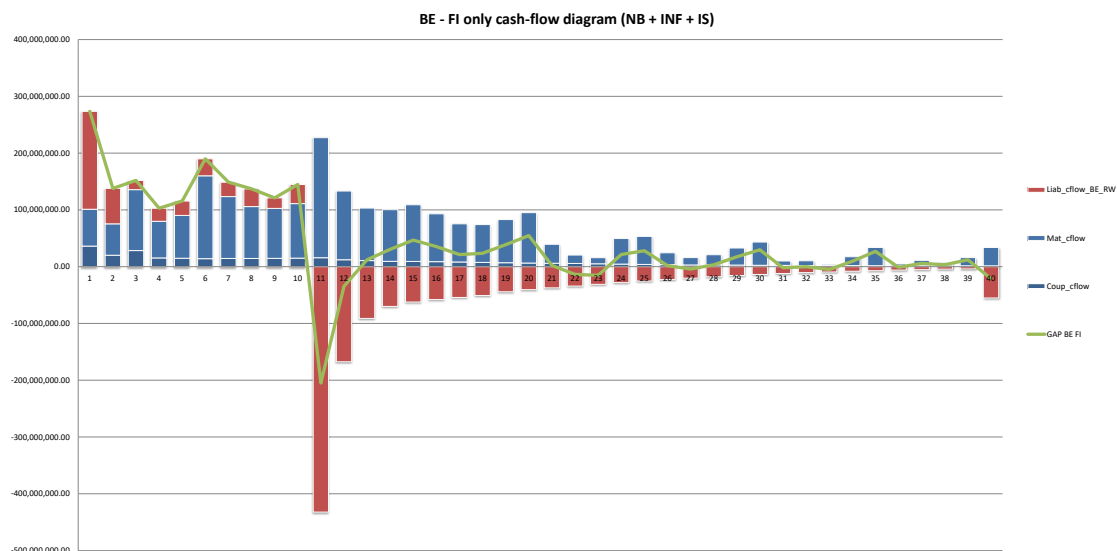
Les deux chroniques de flux obtenues permettent ainsi l'analyse globale des flux de trésorerie et permettent de vérifier pour chaque année de projection l'adéquation des « cash-flows ». La somme des flux financiers d'actif et de passif donne la chronique de flux nets, tel que :

$$F_{\text{net}}(t) = F_{\text{actif}}(t) - F_{\text{passif}}(t)$$

En fonction du signe du flux net, on peut définir trois cas :

1. Surplus de trésorerie si $F_{\text{net}}(t) > 0$
2. Equilibre de trésorerie si $F_{\text{net}}(t) = 0$
3. Carence de trésorerie si $F_{\text{net}}(t) < 0$

Le diagramme suivant présente un exemple « cash-flow diagramme » :



Légende :

- Les bâtonnets rouges représentent les flux de passif (« sortants »)
- Les bâtonnets bleus représentent les flux d'actif (« entrants »)
- La courbe verte représente l'écart de trésorerie entre les flux de l'actif et du passif

3.1.2. L'étude des « buffers »

Afin d'avoir une vision complète de la situation économique d'un fonds, il est nécessaire d'étudier également les leviers permettant d'assurer sa stabilité économique. Ces leviers (ou « buffers ») sont définis selon deux catégories :

Les niveaux des plus ou moins-values latentes des actifs financiers :

- Les Plus ou Moins-Values Latentes (dits « PMVL » ou « UCGL » pour « Unrealized Capital Gain and Losses ») : il s'agit de la richesse latente du portefeuille. Les PMVL sont définis pour chacun des actifs financiers d'un canton, comme la différence entre la valeur de marché et la valeur nette comptable.

Les niveaux des réserves d'actif et de passif, les principes sont les suivants:

- Participation Pour Excédant (PPE) (en anglais « UAR » pour « Unallocated Reserves ») permet de lisser dans le temps les montants crédités issus du surplus de rendement financier (participation aux bénéfices différée dans le temps).
- Réserve de Capitalisation (RdC), permet de lisser dans le temps les impacts des plus ou moins-values réalisées (sur les instruments classés en R.343-9).
- Provisions pour Risque d'Exigibilité (PRE), permet de se prémunir en cas de moins-value latente nette globale constatée sur l'ensemble des placements (R.343-10) du canton.

Remarque :

La PPE étant liée à la participation aux bénéfices, cette réserve ne sera donc pas utilisée dans le cadre de ce mémoire.

3.1.3. Mesures de valorisation, sensibilité, duration et convexité d'un titre

La duration est une mesure qui s'interprète comme la durée de vie moyenne pondérée d'un titre, puisqu'elle tient compte de toutes les échéances de flux financiers à venir. Ainsi on obtient la pondération de chaque flux actualisé dans le temps que l'on compare à la valeur actuelle du titre. Cette mesure s'apparente fortement à une mesure barycentrique et correspond donc à la position moyenne des flux actualisés dans le temps. Dans la gestion ALM, elle permet de comparer plus simplement les flux de passif avec ceux de l'actif.

Valorisation d'un titre

Avant de définir la duration, il est nécessaire de rappeler la formule de valorisation (ou prix) d'un titre obligataire. La valeur correspond à la somme actualisée de ses flux financiers futurs, tel que :

$$V(r) = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Flux}_i}{(1+r)^i}$$

Avec :

- $V(r)$: valeur du titre (on la notera V dans la suite),
- Flux_i : flux de coupons et de remboursements sur la période i ,
- r : taux actuariel comptable en vigueur à la date d'achat du titre,
- n : date de maturité du titre.

Duration d'un titre - formule de duration de Macaulay¹

Cette formule permet de définir la duration pour les instruments à taux fixe.

$$D(r) = \sum_{i=1}^n \frac{i * \text{Flux}_i}{V(r) * (1+r)^i}$$

Avec :

- $D(r)$: duration de Macaulay,

Remarque :

- la duration d'une obligation est toujours inférieure à sa durée de vie résiduelle,
- plus les coupons sont élevés et plus la duration est faible et inversement,
- la duration d'une obligation zéro coupon (flux unique terminal) est égale à sa maturité.

La duration est un indicateur très utilisé dans la gestion actif-passif, pratique : il synthétise à la fois l'intensité et la durée de la chronique de flux financiers.

Duration d'un portefeuille

Pour un portefeuille constitué de plusieurs obligations le calcul de la duration tient compte du poids de détention de chaque titre, ainsi :

$$D_p = \sum_{k=1}^N w_k * D_k$$

Avec :

- D_p : duration du portefeuille (composé de N titres)
- w_k : poids du titre k
- D_k : duration du titre k

La sensibilité

La variation d'un titre peut être définie comme sa variation de valeur suite à une (faible) variation de taux d'intérêt. D'un point de vu mathématique, la variation correspond à la dérivée première du prix de l'actif par rapport à une variation infinitésimale du taux. La sensibilité est définie par la relation suivante:

$$S(r) = - \frac{\Delta V(r)}{V(r) * \Delta r}$$

Il est alors possible d'exprimer la sensibilité en fonction de la duration telle que :

$$S(r) = \frac{1}{(1+r)} * D(r)$$

D'après l'équation, ci-dessus la duration d'un titre obligataire à taux fixe est égale à sa sensibilité, ajustée d'un facteur de capitalisation sur une période (d'où son nom de duration modifiée). Cette mesure est jugée acceptable comme approximation de la duration. Ainsi, une obligation ayant une sensibilité de 5

¹ Frederick Macaulay, économiste Canadien, il développa le concept de la mesure de sensibilité d'une obligation aux changements de taux d'intérêts [1938]

verra sa valeur baisser d'environ 5% si les taux d'intérêts augmentent de 1%, et, inversement, sa valeur augmentera d'environ 5% si les taux baissent de 1%.

L'effective duration

L'effective duration est une méthode d'approximation de la sensibilité. Plus facile d'utilisation que la formule de duration de Macaulay, elle permet de définir une bonne approximation de la sensibilité pour les types d'instruments de taux (fixes, variables, révisables et indexés). En repartant de la définition de la sensibilité, on obtient, pour les variations de taux « $r + \Delta r$ » et « $r - \Delta r$ » :

$$\text{Effective Duration} = - \frac{1}{V(r)} * \frac{V(r + \Delta r) - V(r - \Delta r)}{2 * \Delta r}$$

Avec :

- $V(r - \Delta r)$: valorisation en cas de baisse des taux de Δr ,
- $V(r + \Delta r)$: valorisation en cas de hausse des taux de Δr ,
- $V(r)$: valorisation vision « centrale »,
- Δr : variation de taux (de l'ordre de +/- 50bps ou +/-100bps).

Cet indicateur est fondamental en gestion ALM, pour l'ajustement et le suivi régulier de la duration de l'actif par rapport à celle du passif. Cependant dans une optique de pilotage du risque de taux, cet écart de duration entre l'actif et le passif (« GAP » duration actif-passif) ne doit pas forcément être nul. En fonction des anticipations de hausse ou de baisse des taux il peut être intéressant de piloter cet écart.

La sensibilité est donc une bonne mesure de la variation de valeur d'un titre obligataire pour des petites variations de taux. Cette estimation se dégrade à mesure que la variation de taux augmente étant donné la forme convexe de la fonction du prix obligataire par rapport aux taux. Ainsi il peut être intéressant, en complément du suivi de la duration, d'étudier la convexité du portefeuille.

La convexité

La convexité est une mesure plus précise que la duration, permettant de corriger l'approximation de la variation de prix d'une obligation pour des variations de taux plus fortes. Mathématiquement, il s'agit de la dérivée seconde du prix d'une obligation par rapport aux taux. Conceptuellement, cette mesure exprime l'intensité d'appréciation/dépréciation de la valeur d'un titre en cas de baisse ou de hausse des taux.

A l'image de l'effective duration (ED), il est possible de calculer une effective convexité (EC), cette métrique sera peu utilisée/commentée. Pour plus de précisions : cf. *annexe n°2 [Convexité et effective convexité]*

3.1.4. Les autres indicateurs et axes d'analyses utilisés (liste non exhaustive)

- Etude de la chronique de rendement financier du fonds, selon différents types de stress économiques (taux, inflation, ...). Cet indicateur, mis en vis à vis de la chronique de garanties de taux, permet d'étudier le financement des garanties de taux dans le temps, afin d'identifier les éventuelles périodes où les produits financiers ne permettent pas son financement.
- Etude des profils de risque des différents facteurs de risques financiers (taux, inflation, actions, ...). L'étude des profils de risque via une métrique de rentabilité, permet d'une part d'observer le sens de cette sensibilité (i.e. gain/perte en fonction de la hausse/baisse du facteur étudié). D'autre part il permet d'observer l'intensité du gain/perte de cette métrique.
- Ecart entre la stratégie d'allocation mise en place (SAA) et l'allocation actuelle (AAA) afin d'observer les écarts (et les raisons sous-jacentes : changement de conjoncture économiques, ...). Cet écart est généralement la résultante des décisions tactiques permettant de s'écarter (de façon définie) de la cible stratégique.
- Etude du diagramme des ressources (résultat technique, financier, utilisation de certains buffers et ou des fonds propres, ...) et des emplois (flux minimums garantis). Permet d'observer dans le temps les sources de marges ainsi que le bon financement des garanties contractuelles (et réglementaires dans le cas de la distribution de PB minimale).

- Calcul du taux actuariel comptable moyen sur l'ensemble du portefeuille. Cet indicateur est très important, son calcul synthétise à la fois la surcote/décote lié à la valeur d'achat ainsi que le niveau de rémunération courante obtenue via le paiement des coupons. Il donne un bon aperçu du rendement financier moyen comptable du portefeuille.
- Définition du nuage de point (couples rendement/risque), permettant d'identifier les stratégies d'allocation présentant une mesure de rentabilité optimale compte tenu de l'appétence au risque de la compagnie.

Lien avec l'étude :

Les indicateurs présentés/définis ci-dessus seront nécessaires à l'étude :

- L'écart de trésorerie, les GAP de duration et de convexité permettront de juger de la pertinence du portefeuille d'actif actuel au travers de l'adéquation des flux du portefeuille existant, du barycentre des flux, ...
- L'étude des « buffers », permettra de juger de la richesse du fonds ...
- Les chroniques de rendements comparées aux garanties flux, garanties permettent de vérifier la capacité du fonds à financer certaines garanties de taux.

3.2. La stratégie d'investissement

3.2.1. Qu'est-ce que la stratégie d'investissement

La stratégie d'investissement (définie par le terme anglais « Investment Strategy »), correspond à la modélisation de la politique des investissements mise en place au sein de la compagnie pour la gestion de ses actifs au regard des engagements au passif. La politique d'investissement est définie au niveau fonds (gestion) / canton (réglementaire), ce qui permet une gestion financière spécifique à chacun de ces groupes d'assurés. Généralement les stratégies d'allocation d'actifs sont présentées au comité de direction de la compagnie pour validation (on parle de « management action »), elles doivent satisfaire deux objectifs :

1. Gestion de l'allocation du portefeuille : contrôler le développement du portefeuille d'actifs en réalisant les transactions permettant de respecter les cibles/limites d'investissement définies pour chaque classe d'actifs.
2. Maîtrise du rendement financier du portefeuille : permet d'atteindre un taux de produits financiers cible en réalisant d'éventuelles transactions complémentaires dans le respect des règles d'investissement.

On distingue deux niveaux d'allocation :

1. L'allocation stratégique des actifs (« Strategic Asset Allocation » pour « SAA »)
 - Elle est définie pour un horizon d'investissement à moyen long terme (horizon compris entre 1 et 3 ans, en fonction de la nature du fonds) et est revue régulièrement, afin de tenir compte des évolutions de l'environnement économique (e/ou réglementaire).
 - Elle définit un taux d'allocation cible par classe d'actif, tout en accordant un intervalle de tolérance, afin d'accorder un degré de liberté à la gestion tactique et d'éviter un trop grand nombre de transactions.
 - Elle est définie en fonction de la structure des flux de passif et la nature des garanties, afin d'obtenir une adéquation actif-passif optimale (optionalité, garanties de taux, cash-flow matching, duration/convexité, rendements des actifs, taux de PB, ...).
2. L'allocation tactique des actifs, (« Tactical Asset Allocation » pour « TAA »)
 - Elle est définie pour un horizon d'investissement court terme (< 1 an) et est revue régulièrement en fonction des mouvements de marché.
 - Elle est définie à une maille plus fine, elle permet la sélection des actifs selon différents critères (type d'émetteur, rating, zone géographique, ...) afin de tenir compte de certaines contraintes de gestion tout en profitant des opportunités de marché. Elle tient compte également des besoins de liquidité liés à l'activité d'assurance.

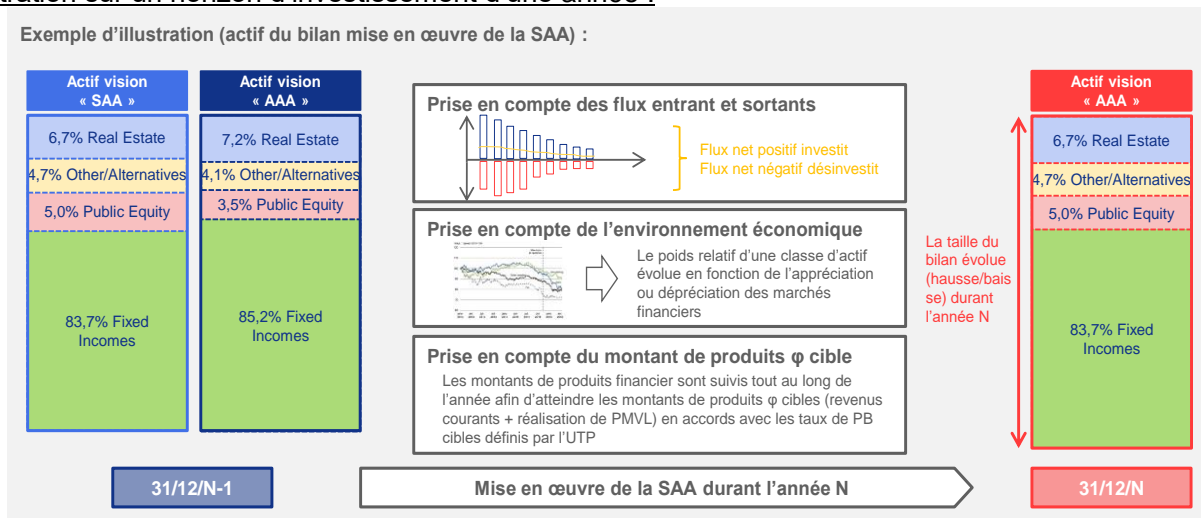
D'un point de vu opérationnel la mise en œuvre de la SAA peut être résumée tel que :

L'allocation actuelle des actifs (définie par « AAA » pour « Actual Asset Allocation ») représente la « photo » du portefeuille d'actifs à un arrêté donné.

La mise en œuvre de la SAA consiste à faire tendre de façon progressive (ou prédéfinie), l'allocation actuelle vers l'allocation cible à une date donnée (horizon d'investissement). Tout au long de l'horizon d'investissement, l'ALM procède donc à des achats et des ventes de titres :

- pour contrôler le développement du portefeuille (classes trop performantes ou peu performantes),
- pour libérer de la liquidité,
- pour combler des écarts de « cash-flow matching »,
- pour profiter d'opportunités de rendements sur certains titres / classes
- ...

Illustration sur un horizon d'investissement d'une année :



Remarque : la stratégie d'allocation peut être définie selon la valeur de marché (notre cas) ou la valeur nette comptable de la classe d'actif.

3.2.2. Stratégie d'investissement modélisée

Au sein du modèle actif-passif, le module de stratégie d'investissement (« IS » pour « Investment Strategy ») a pour but de refléter le plus fidèlement possible, les décisions du « top management » en termes de politique d'investissements. Au sein du module « IS » on retrouve également deux niveaux d'allocation :

1. Le module « DAA » (pour « Dynamic Asset Allocation »), a pour rôle de modéliser la partie stratégique, à ce titre il est en charge des calculs :
 - des nouvelles cibles d'allocation pour chaque classe d'actifs,
 - des montants de transactions à réaliser entre les classes d'actifs.
2. Le sous modèle « TA » (pour « Transaction of Asset »), à pour rôle de modéliser en partie la tactique (maille moins granulaire) et est ainsi en charge de :
 - définir les actifs qui doivent être achetés en fonction des règles de réinvestissements (dans notre cas des profils de réinvestissements sont prédéfinis en input de modèle),
 - définir les actifs qui doivent être vendus pour la réallocation (les actifs sont vendus au prorata de leur poids dans le portefeuille, mais d'autres règles peuvent être envisagées),
 - définir les actifs permettant la réalisation de plus ou moins-values complémentaires lors de la mise en œuvre de la politique de PB (actifs non éligibles à la réserve de capitalisation avec une priorisation (désactivée dans notre cas).

De plus, comme dans la réalité, est défini pour chaque classe (au niveau stratégique) :

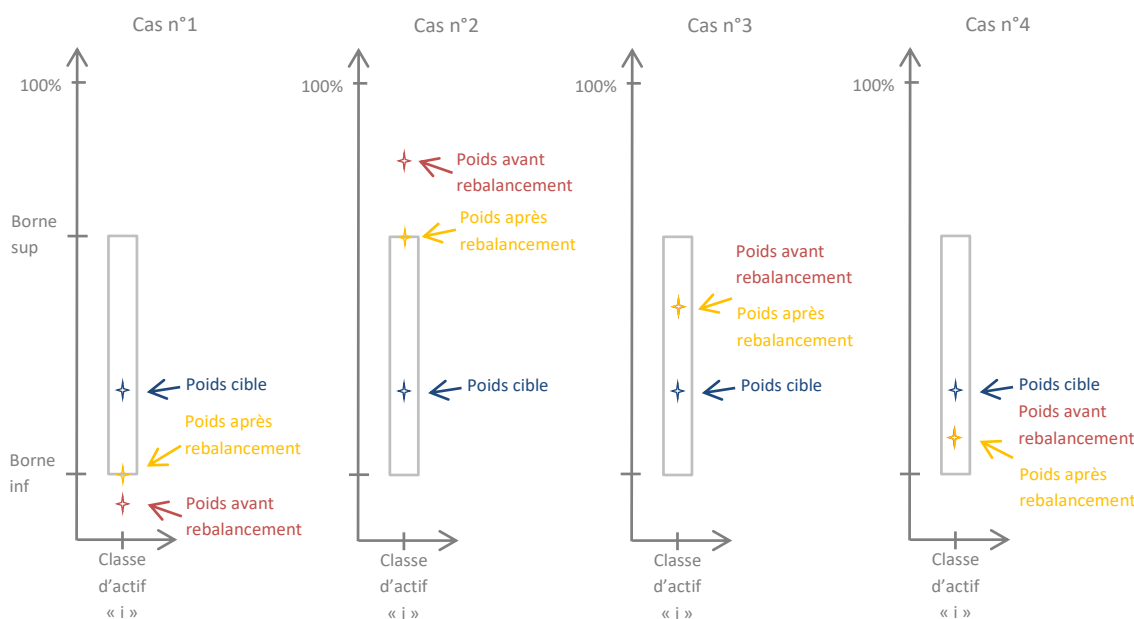
- la cible d'investissement,
- les bornes inférieure et supérieure de tolérance (encadrant la cible).

Pour finir, voici les principales étapes mises en œuvre par l'algorithme de la politique d'investissement :

1. A chaque pas de temps de projection (annuel), l'algorithme calcule la valeur de marché de chaque classe d'actif ainsi que la valeur de marché total du portefeuille (généralement hors dérivés). Ainsi, on obtient le poids relatif à chacune des classes, puis l'algorithme vérifie que les limites de tolérance ou les cibles définies sont respectées.
2. Dans le cas où au moins une des classes d'actifs est hors de sa tolérance limite ou de sa cible, le rééquilibrage se déclenche. En fonction de la méthodologie définie au niveau du canton, le modèle va calculer des montants d'achat/vente par classe afin :
 - d'atteindre la borne supérieure si la classe est en surpondération (i.e. le poids de son allocation est supérieur à la borne de tolérance supérieure),
 - d'atteindre la borne inférieure dans le cas où la classe d'actif est en sous pondération (poids inférieur à la borne de tolérance inférieure),
 - de rester entre les bornes si le poids de la classe est déjà compris entre la borne supérieure et inférieure.

Dans le troisième cas, et ce malgré le respect des règles stratégiques, des mouvements sont nécessaires afin de « financer » les actions indispensables sur les classes ne respectant pas leurs bornes de tolérance stratégique.

Schéma d'illustration du calcul des nouvelles cibles :



Lien avec l'étude :

La modélisation « simplifiée » de la stratégie d'allocation d'actif est conforme à la réalité (aucun ajustement de l'algorithme n'est nécessaire).

4. Particularités de modélisation de la gestion actif-passif en prévoyance

Après avoir défini les indicateurs ALM utilisés, nous allons nous intéresser à leur application sur les garanties de prévoyance santé. Avant toutes choses, il est important de préciser que dans le cadre de cette activité, l'interaction actif-passif est très limitée. En effet, les garanties étudiées ne contiennent pas de clauses de participations aux bénéfices et la participation aux bénéfices techniques n'est pas modélisée. Dans le cas présent, ce mécanisme n'existe donc pas (non modélisé) ou est très limité, cependant une interaction subsiste puisque les engagements de prévoyances étudiés sont sensibles à

l'inflation (inflation économique, modélisé à l'actif via les scénarios économiques). Ainsi dans cette partie nous allons présenter les garanties modélisées au passif ainsi que leur lien avec l'inflation.

4.1. La prévoyance santé Allianz France

Les portefeuilles de prévoyance santé sont composés des produits distribués à travers 2 sociétés d'assurance d'Allianz France : Allianz Vie et Allianz IARD, les engagements relatifs à la compagnie Allianz Vie ne seront pas abordés dans ce mémoire.

L'activité de prévoyance santé étudiée regroupe les assurances suivantes :

- Prévoyance collective
- Emprunteur individuel
- Emprunteur collectif
- Santé individuelle
- Santé collective

Pour plus de détails : cf. *annexe n°7 [Cartographie des garanties par marché]*

4.2. Présentation du modèle de projection de prévoyance collective

Un modèle de projection dénommé « modèle prévoyance santé collective » a été développé par Allianz France en 2014. Il s'agit d'un modèle à état (modélisation du passage d'un état de santé à un autre ...), permettant la modélisation des garanties de type prévoyance/santé. Il n'est pas alimenté par des trajectoires économiques aléatoires son rôle est de modéliser les garanties de santé prévoyance de façon précise.

4.2.1. Eléments projetés

Pour chacune des garanties modélisées, le modèle permet de projeter dans le temps les éléments du compte de résultat :

- les primes d'assurance payées par l'assuré,
- les prestations à la charge de l'assureur,
- les provisions pour faire face aux engagements futurs,
- la charge d'intérêts techniques,
- les frais généraux de la compagnie,
- les commissions destinées à rémunérer les apporteurs d'affaires,
- les primes et les prestations cédées en réassurance,
- les commissions de réassurance,
- les produits financiers et les coûts générés par les placements au profit de l'assureur,
- les montants de participation aux bénéfices et provisions d'égalisation au regard des clauses présentes dans le portefeuille.

Les projections de flux sont réalisées en mode « passif seul » : les chroniques de rendement prévisionnels des actifs sont calculées via le modèle actif-passif et sont lues en hypothèses économiques (le modèle ne prend pas en compte d'autres interactions actif-passif).

Les projections sont réalisées à pas mensuel et la durée de projection est fixée à 60 ans. Les provisions résiduelles en fin de projection sont intégrées dans les derniers cash-flows.

4.2.2. Périmètre modélisé

Le modèle couvre les périmètres suivants en prévoyance santé :

- Emprunteur,
- Prévoyance France,
- Prévoyance hors France,
- Santé individuelle - soins (maladie),
- Santé Individuelle - espèces (incapacité, invalidité, capital décès, hospitalisation, rentes éducation et conjoint, GAV, dépendance).

Toutes les garanties de ces périmètres sont modélisées dans ce modèle prévoyance santé sauf les garanties rentes éducation et conjoint sans PB technique qui sont modélisées dans un autre modèle (i.e. modèle de retraite collective), il n'y a pas d'interactions entre ces deux modèles. Bien que fort intéressant le modèle à états de prévoyance santé ne sera pas d'avantage étudié, pour plus de détails : cf. *annexe n°8 [mise en œuvre du modèle (déterministe) de prévoyance]*

Lien avec l'étude :

En résumé, le modèle de prévoyance santé collective est caractérisé par :

- la maille de modélisation est au niveau model point
- la « technicité » de modélisation permet de passer d'un état de santé à un autre
- la non prise en compte d'éventuelles interactions actif-passif (très limitées),
- la non prise en compte de scénarios économiques aléatoires, (il est alimenté par une chronique de rendements financiers).
- la non adaptation à une étude de stratégie d'allocation d'actif

4.3. De la modélisation déterministe à la modélisation stochastique

Comme exposé précédemment, le modèle de prévoyance collective ne tient pas compte dans son fonctionnement de trajectoires économiques stochastiques. Bien que l'interaction actif-passif soit très limitée, l'inflation économique n'est pas prise en compte dans son fonctionnement alors que certains flux de passifs y sont particulièrement sensibles.

Après une étape intermédiaire de retraitement des flux projetés par le modèle de prévoyance collective (principalement agrégation et annualisation des flux ...), ces éléments projetés vont donc devenir un « input » pour le modèle de projection actif passif (aléatoire).

Le modèle actif-passif va ainsi lire et déformer ces chroniques de flux en fonction des différentes trajectoires économiques. La déformation des flux de passif résulte d'un processus simple : chaque trajectoire aléatoire correspond à un environnement économique différent et chaque environnement va influencer sur le taux de rendement des actifs et sur les produits financiers. Dans notre cas il n'y a pas de partage des produits financiers, cependant les rendements financiers doivent être suffisants pour financer les garanties de taux (quand elles existent) ainsi que les taux de revalorisation liés à l'inflation (développé par la suite).

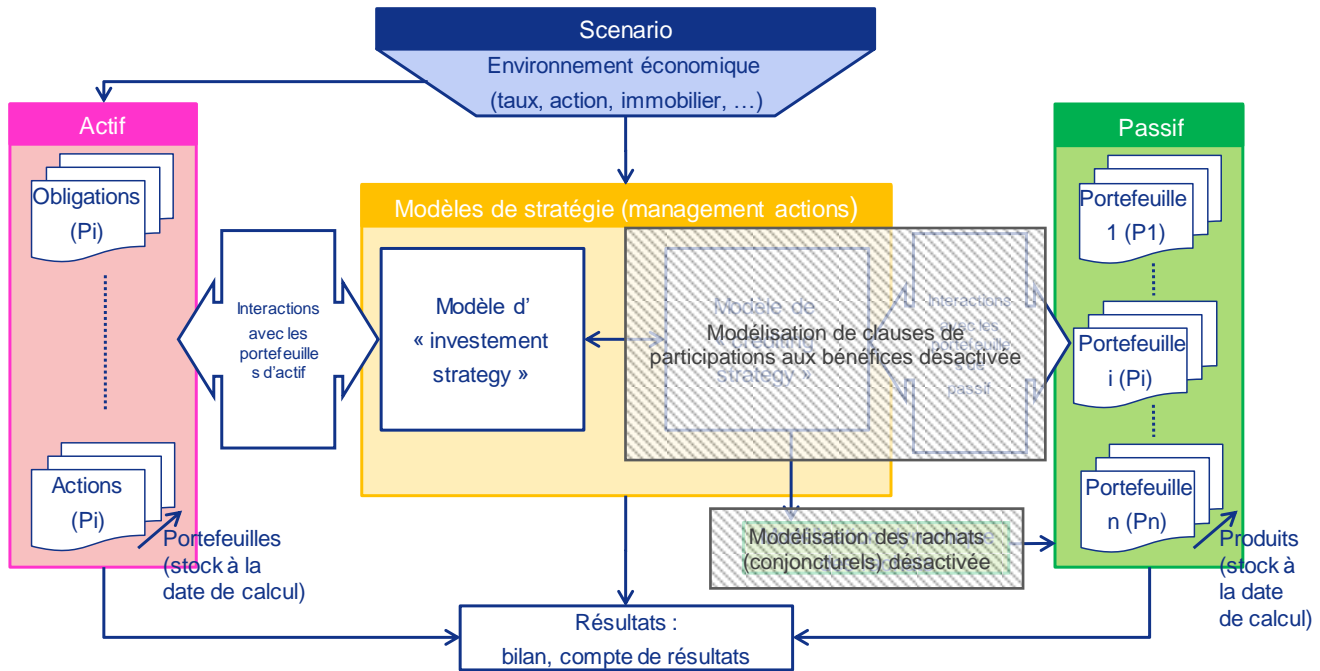
4.3.1. Présentation du modèle actif-passif d'Allianz France

Le modèle de gestion actif-passif utilisé par Allianz France est un modèle de projection stochastique (et déterministe), permettant la prise en compte ou non de clauses de participations aux bénéficiaires (par canton et/ou produits modélisés), permettant ainsi la projection de différents types de garanties et de cantons dans le respect des clauses contractuelles. L'utilisation de ce modèle de projection intervient aussi bien dans les calculs : « MCEV », Solvabilité 2 et étude d'allocation ... Il est possible de l'utiliser en environnement économique : risque neutre et monde réel.

Le modèle ALM d'Allianz France est un modèle principalement utilisé dans le cadre de travaux portant sur des engagements d'assurance vie et de retraite, cependant la prévoyance santé et les rentes font exception à cette règle (liée à l'entité juridique Allianz IARD).

4.3.2. Structure du modèle

Pour schématiser, la structure du modèle est décrite par le diagramme suivant :



Pour plus de détails : cf. annexe n°9 [Modélisation du passif au sein du modèle actif-passif] et annexe n°10 [Modèle actif-passif arborescence/structure]

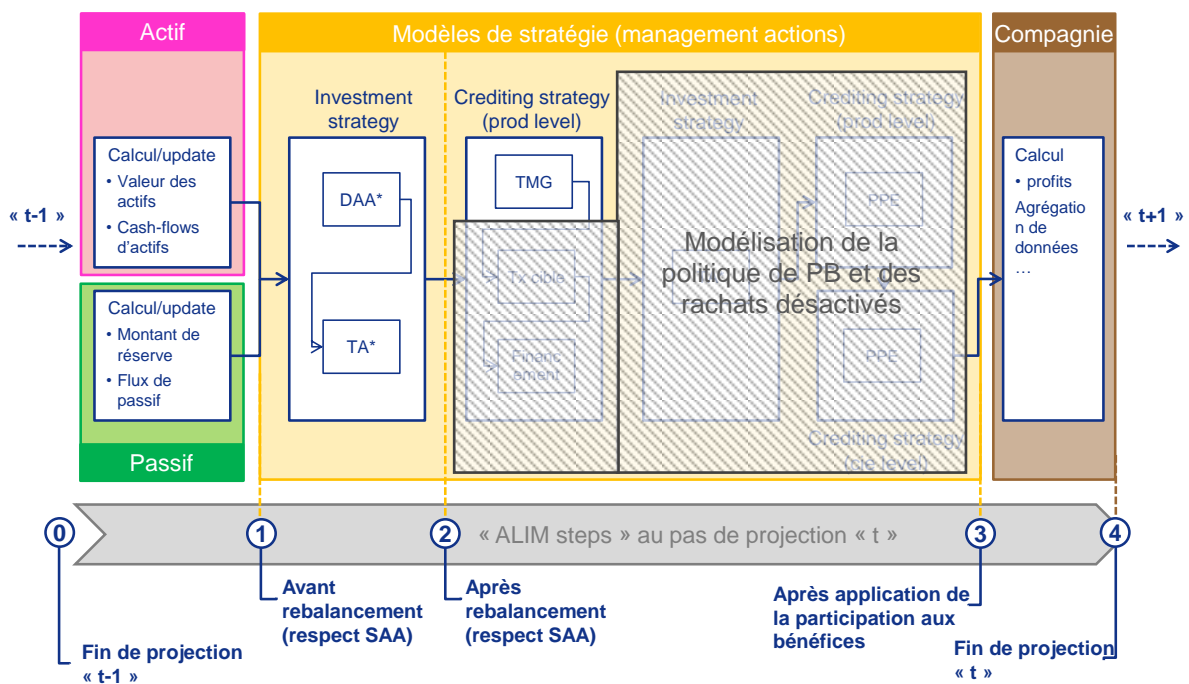
4.3.3. Processus de calcul

Processus global de calcul

Les calculs effectués sur un pas de temps projeté, sont découpés infra-annuellement en 4 étapes de calcul :

1. Avant application de la politique d'investissement
2. Après application de la politique d'investissement
3. Après application de politique de PB
4. Fin de projection

Le schéma suivant illustre de façon plus précise pour un pas de projection donné toutes les étapes du processus de calcul :



(*) « DAA » et « TAA » détaillés précédemment dans la présentation de la stratégie d'allocation d'actifs

1. Avant application de la politique d'investissement

Cette étape a lieu avant les éventuelles transactions d'achats/ventes d'actifs. Les flux d'actif et de passif de fin de projection du pas de temps de projection précédant sont mis à jour. Le modèle valorise les actifs (valorisation de marché et comptable), calcule les flux actif-passif entrants/sortants, ...

2. Après application de la politique d'investissement

Cette étape se situe entre l'étape d'application de la politique d'investissement et celle d'application du partage des produits financiers. A ce stade le modèle a acheté et/ou vendu des actifs financiers uniquement afin de respecter l'allocation stratégique définie en « input » du modèle.

3. Après application de politique de PB

Le modèle cherche tout d'abord à financer les taux minimums garantis, à ce stade, le modèle peut être amené à réaliser des plus-values sur actions/immobilier si les revenus ne suffisent pas à financer les garanties de taux (engagement contractuel).

Dans le cadre de la modélisation de la politique de PB, le modèle va chercher à définir au taux de PB cible afin de redistribuer la PB aux assurés mais cela ne s'applique pas dans notre cas.

4. Fin de projection

Cette étape correspond à la fin du processus de calcul, le modèle va calculer : les profits au niveau compagnie, les impôts, les dividendes et autres frais dus pour l'année modélisée.

Lien avec l'étude :

- Pas de modélisation de la PPE
- Pas de modélisation de clause de participations aux bénéfices, le modèle va uniquement chercher à financer les TMG (lorsqu'ils existent).
- Les garanties modélisées n'entrent pas dans les catégories ministérielles prise en compte dans le calcul minimal au niveau compagnie (Article A331-4)

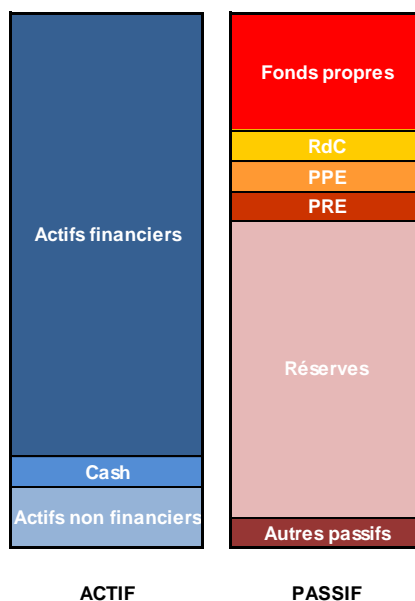
Pour plus de détails : cf. annexe n°18 [modèle actif-passif mise en œuvre de la politique de PB (« crediting strategy »)]

4.3.4. Eléments du bilan modélisé

Dans le cadre de la problématique étudiée, il a été nécessaire de simuler le bilan de la compagnie en norme comptable locale Française, ainsi qu'en vision économique afin d'exhiber tous les indicateurs de pilotage associés à ces deux visions. Cette étude actif-passif requiert donc la projection au cours du temps du bilan simplifié d'Allianz IARD.

Ci-dessous la vision simplifiée du bilan comptable (modélisé) :

Bilan comptable (French GAAP)



Ainsi les éléments modélisés sont les suivants :

Passifs

- Les fonds propres : il s'agit donc des fonds propres (norme Solvabilité 1, Solvabilité 2 depuis Q42015) de la compagnie Allianz IARD.
- Les provisions techniques (« Réserves ») : il s'agit des montants de réserves segmentées par produits (ayant des caractéristiques homogènes), elles sont recalculées et reportées dans le modèle en vision comptable et/ou économique (BEL).
- La « RdC » réserve de capitalisation, est activée lors de cette étude ; elle permet de lisser les plus ou moins-values réalisées sur les actifs de type R.343-9.
- La « PPE » provision pour excédants : cette réserve ne sera pas utilisée dans le cadre de cette étude.
- La « PRE » provision pour risque d'exigibilité est activée, elle est nulle en date d'arrêt (pas de temps de projection $t=0$). Il est à noter que la provision pour dépréciation durable (« PDD ») n'est pas modélisée.
- Les autres réserves (« Autres passifs ») : non activée lors de cette étude.

Actifs

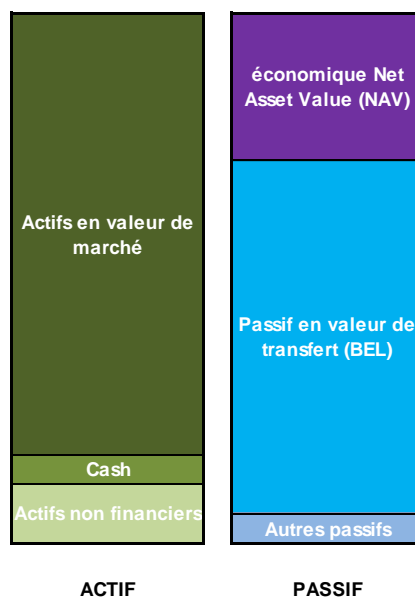
- Le compte courant (« Cash »), il s'agit de l'ensemble des avoirs issus des comptes courants de la compagnie et des actifs dont la maturité résiduelle est inférieure à 3 mois.
- Les actifs financiers (« Actifs financiers »),
- Les actifs non financiers (« Actifs non financiers »), il s'agit par exemple des immobilisations corporelles et incorporelles, option non utilisée par Allianz France.

Les éléments suivants ne sont donc pas modélisés/utilisés :

- La provision pour excédants n'est pas utilisée (activée uniquement sur les produits d'assurance vie ayant une clause de PB, pas de PB technique modélisée sur les produits santé ou assurance non-vie).
- La possibilité de modéliser des actifs non financiers et d'autres réserves n'est pas utilisée par Allianz France.
- La réassurance n'est pas modélisée (elle est directement incluse dans les flux issus du modèle déterministe).
- Plus généralement les bas de bilan.

Vision simplifiée du bilan en valeur de marché dit « Market Value Balance Sheet (SII) » (modélisé) :

Bilan en valeur de marché (MVBS)



A partir des éléments modélisés en vision comptable, le modèle permet d'obtenir une vision du bilan « mark to market » et « mark to model ».

- Modélisation du passif :
 - « BEL » : il s'agit des provisions techniques en norme Solvabilité 2.
 - « Economic Net Asset Value » : il s'agit des fonds propres économiques en norme Solvabilité 2.
- Eléments non modélisés :
 - « Risk Margin » : la marge pour risque n'est pas modélisée « directement » dans le modèle actif-passif (elle est évaluée dans un second temps en utilisant le modèle actif-passif puis intégré dans le bilan « MVBS »).
- Modélisation de l'actif en valeur de marché :
 - « Actif en valeur de marché » : comptabilisation de l'ensemble des actifs en valeur de marché.
 - « Cash » : idem bilan comptable

4.4. Risques d'actif et de passif liés à l'activité de prévoyance santé

La gestion actif-passif a également pour objectif la gestion et la maîtrise des risques liés aux investissements financiers et des risques actuariels (biométriques et business).

4.4.1. Risques liés aux actifs

Les principaux facteurs de risques financiers auxquels le portefeuille est soumis sont :

Le risque de taux

Ce facteur de risque est de loin le plus impactant et le plus suivi par les compagnies d'assurance étant donné que leurs fonds en euros sont massivement investis en obligations (les obligations souveraines représentent plus de 70% des actifs détenus par les assureurs Français).

- Le risque sur les taux garantis intervient dès lors que l'assureur garantit contractuellement un taux minimum de revalorisation des versements de l'assuré. L'assureur est en risque dès lors que le taux de rendement de l'actif est inférieur aux taux garantis.
- Le risque lié à l'inertie du portefeuille obligataire intervient en cas de hausse des taux. Ainsi un assureur ayant constitué un portefeuille depuis un certain temps ne pourra pas proposer un taux de rémunération équivalent à ceux proposés par de nouveaux acteurs sur le marché qui

bénéficient d'opportunités de placements plus avantageuses. Cela peut donc provoquer des vagues de rachats au profit de cette concurrence et conduire à un dés-adossement du portefeuille (vente d'obligations afin de libérer des liquidités et entraînant la réalisation de moins-values obligataires).

Sur un bilan Solvabilité 2 (valeur de marché), nous allons nous placer dans deux situations antagonistes :

1. La durée (sensibilité) de l'actif financier est plus longue que celle du passif assurantiel :
 - a. Cas de hausse des taux : la valeur de marché des actifs obligataires baisse plus rapidement que la valorisation économique du passif. Ainsi les fonds propres économiques s'en retrouvent diminués, il y a donc un risque pour la compagnie.
 - b. Cas de baisse des taux : c'est le contraire les fonds propres économiques augmentent, la compagnie n'est pas en risque.

Ainsi dans ce cas de figure (durée plus forte à l'actif) l'assureur est en risque en cas de hausse des taux.

2. La durée (sensibilité) de l'actif financier du bilan est moins élevée (plus courte) que celle du passif assurantiel :

Le mécanisme s'en retrouve inversé ... ainsi la compagnie est en risque des lors que les taux baissent.

Le risque inflation

- Le risque inflation intervient dès lors que les engagements d'assurance sont indexés à l'inflation. L'assureur est en risque si l'investissement adossé aux engagements indexés est insensible à l'inflation. En effet en cas de hausse de l'inflation, les engagements d'assurance augmentent, il est donc nécessaire que les placements suivent cette évolution afin de garantir une sensibilité adéquate entre l'actif et le passif du bilan.

Sur le bilan en norme Solvabilité 2, un raisonnement identique à celui du risque de taux peut être tenu :

1. Une sensibilité à l'inflation plus forte à l'actif qu'au passif du bilan va entraîner :
 - a. En cas de hausse de l'inflation une augmentation des fonds propres économiques (les actifs sensibles à l'inflation ex : OATi s'apprécient d'avantage) que la valeur économique des engagements de passifs sensibles à l'inflation
 - b. En cas de baisse l'assureur est en risque étant donné que les fonds propres économiques diminuent.
2. Une sensibilité à l'inflation plus faible à l'actif qu'au passif du bilan va entraîner les effets inverses.

Remarque :

Ce raisonnement n'est plus aussi vrai dans les cas particuliers où l'inflation impactant le passif diffère de l'inflation économique.

Le risque de crédit et de « spread » de crédit

1. Le risque de crédit se matérialise par le non-paiement (ou paiement partiel) des intérêts (coupons) et/ou le non remboursement (ou remboursement partiel) du nominal emprunté suite à un défaut partiel ou total de l'émetteur. L'impact se traduit par une diminution des revenus courants et donc des produits financiers.
2. Le risque de « spread » de crédit représente quant à lui la qualité de l'émetteur par sa notation qui donne une bonne indication de sa santé financière. Ainsi plus la notation de l'émetteur est bonne et plus le risque potentiel de défaut est faible et plus le taux de « spread » est petit. Inversement plus la note attribuée est mauvaise plus le risque est élevé et plus le taux de « spread » est grand. Ces deux facteurs de risque sont liés puisque le risque de crédit (défaut) se réalise en général sur des titres ayant des niveaux de « spread » élevés (contre-exemple les obligations souveraines grecques ...). Les mouvements de « spread » ont un impact à l'actif du bilan sur les valeurs de marché des titres qui y sont sensibles.

Le risque action/immobilier

Ce risque se caractérise par la chute des valeurs de marché action et immobilier. Il se traduit par une baisse de la valeur de marché de l'actif et donc, une baisse du « buffer » de plus-values latentes. Ce risque a un impact direct sur les réalisations potentielles de plus-values, alimentant les produits financiers

et donc la participation aux bénéfices discrétionnaires attribuée aux assurés ainsi qu'une perte de fonds propres économiques.

Remarque :

D'autres risques tel que la liquidité (cession d'actifs peu/pas liquides) et le change (investissement devises étrangère) existent en gestion ALM, leur impact dans cette étude étant marginal, ils ne seront ni développé, ni étudiés.

Lien avec l'étude :

- Dans un premier temps (étude monde réelle), les risques de taux et d'inflation seront les principaux facteurs de risque étudiés.
- Dans un second temps (étude risque neutre, évaluation de l'impact sur le SCR Solvabilité 2), les autres facteurs de risque seront également évalués.

4.4.2. Risques liés aux passifs de prévoyance santé

Les principaux risques relatifs au passif, se distinguent en deux grandes catégories :

Les risques actuariels/biométriques

- Le risque de dérive de la mortalité
La mortalité constatée à posteriori (mortalité réalisée) diffère de celle évaluée avec les tables de mortalité ou d'expériences utilisées pour le provisionnement (mortalité attendue). Dans le cas d'une garantie décès, une surmortalité constatée peut générer un montant de provision insuffisant. De même dans le cas d'un versement d'une rente d'éducation ou de conjoint, une mortalité surévaluée engendre aussi un niveau de provision pas suffisamment élevé.
- Le risque d'incidence d'arrêt de travail
Le nombre d'arrêts de travail constaté est supérieur au nombre d'arrêts de travail estimés (attendus).
- Le risque de maintien en incapacité et en invalidité de travail
La durée de l'arrêt de travail peut être supérieure à la durée anticipée avec les tables de maintien du BCAC. Cela peut par exemple s'expliquer par une population avec une catégorie socioprofessionnelle particulière (majorité de Non-Cadre ou métiers à risques). Dans ce cas précis, l'utilisation de tables d'expériences s'avère nécessaire pour maîtriser le risque.
- Le risque de passage en invalidité pour un assuré en incapacité de travail
Augmentation du taux de passage observé entre les états d'incapacité et d'invalidité compte tenu des estimations (obtenues via les tables du BCAC ou d'expérience)
- Le risque de dérive des prestations de frais de soins
Consommation réelle supérieure à celle estimée pour les actes de santé :
 - Fréquence de consultation d'un spécialiste plus forte que celle déterminée
 - Forte consommation des actes onéreux : hospitalisation, dentaire, optique
- Le risque sur l'incidence et le maintien en dépendance
La dépendance est un risque assurable apparu plus récemment. Encore assez mal connu des assureurs, il est pour l'heure considéré comme un « mix » entre la santé et l'IARD. On ne parle pas vraiment de maintien en dépendance puisque la probabilité de passage d'un état dépendant à normal est quasiment nulle. Les risques sous-jacents à ce type de garanties sont donc :
 - la loi d'incidence,
 - la mortalité d'un dépendant.Une dérive de ces lois ne peut être observable d'un exercice à l'autre. Elle ne peut être mesurée que progressivement et sur le long terme, d'où l'importance d'une bonne estimation lors de la tarification des contrats comprenant une garantie dépendance.

Les risques liés au business (valables pour tous les types de passif d'assurance)

- Le risque de coûts d'acquisition des contrats
Augmentation des frais liés à la souscription des contrats d'assurance (commissions d'acquisition et les frais d'ouverture de dossiers ou d'admission des contrats d'assurance dans le portefeuille).
- Le risque de gestion/administration des contrats
Augmentation des coûts de gestion/administration (frais d'encaissement des primes, frais d'administration du portefeuille, frais de gestion des participations aux bénéficiaires et de ristournes, de réassurance acceptée et cédée, ouverture des dossiers, évaluation, règlements, ...) des contrats au sein de la structure d'assurance.
- Le risque d'incidence des coûts de placement
Augmentation des frais relatifs à l'activité des placements financiers (non soumis à la directive SII).

Lien avec l'étude :

Certains facteurs de risque biométriques (mortalité, morbidité, ...) et de « business » (frais, couts) seront pris en compte dans l'étude afin :

- d'observer sur les indicateurs ALM, les effets de stress appliqué sur le passif,
- de quantifier l'impact des stratégies d'allocation les plus efficaces sur le SCR modèle interne (calcul prenant en compte ces facteurs de risque non financiers).

5. Le risque inflation modélisé

Après avoir présenté les différents facteurs de risques auxquels peuvent être soumis un portefeuille de prévoyance santé, nous allons nous intéresser plus particulièrement au risque inflation. Dans un premier temps il est nécessaire de définir le concept d'inflation économique, la façon dont il est modélisé, les impacts sur les garanties de prévoyance modélisées et les différents moyens de s'en prémunir (d'un point de vue modèle).

5.1. Prise en compte de l'inflation au sein du modèle

5.1.1. Définition et concept économique

Dans une économie de marché, les prix des biens et services peuvent varier, au cours du temps. On parle alors d'inflation dès lors qu'il y a une hausse généralisée des prix sur des biens (et services) de différentes natures.

Du point de vue d'un consommateur, le résultat est qu'avec la même somme d'argent, son pouvoir d'achat est réduit, il peut acheter une quantité inférieure de biens et services. D'un point de vue monétaire, par ce mécanisme la monnaie perd de sa valeur et vaut donc moins qu'auparavant.

5.1.2. Théorisation économique (relation de Fisher)

La relation de Fisher² permet de théoriser l'inflation en décomposant le taux nominal comme le produit d'un taux réel, d'un taux d'inflation anticipé (par le marché) et d'une prime de volatilité sur l'anticipation d'inflation :

$$(1 + \text{taux nominal}) = (1 + \text{taux réel}) * \underbrace{(1 + \text{taux d'inflation anticipée}) * (1 + \text{prime de risque d'inflation})}_{= (1+\text{break-even})}$$

Pour plus de précisions sur la construction de l'indice inflation : cf. annexe n°5 [Mesure et composition de l'indice des prix à la consommation (IPC)]

5.1.3. « break-even » (dit « point mort ») inflation

² Publiée par Irving Fisher, économiste américain, dans l'ouvrage « Théory of Interest » [1907]

Le terme anglo-saxon « break-even » (connu également sous l'appellation « point mort » de l'inflation), désigne la différence entre le taux de rendement nominal d'une obligation et le taux de rendement réel d'une obligation (similaire) indexée sur l'inflation. Cette différence correspond à une anticipation de l'inflation, elle doit être constatée sur deux obligations de maturité identiques et émises par la même entité. Ainsi la différence entre le rendement dit « nominal » d'une obligation classique (ex : OAT) et le rendement dit « réel » d'une obligation indexée (ex : OATi) est tel que :

- Dans le cas d'une obligation classique, l'émetteur rémunère le détenteur pour un certain nombre de risques (défaut, liquidité, appétence au risque, ...) mais aussi la perte de pouvoir d'achat due à l'inflation.
- Dans le cas d'une obligation indexée sur l'inflation, le risque de perte de pouvoir d'achat est neutralisé par l'indexation de tous les flux sur l'inflation. A noter que l'indexation ne rentre pas dans le calcul de rendement de l'obligation (on parle alors de rendement réel).

Lien avec l'étude :

La relation de Fisher est directement utilisée lors de la construction des scénarios économiques : ainsi la modélisation des taux nominaux ainsi que des taux réels permet au modèle de déduire l'inflation économique. Le « break-even » d'inflation est ainsi obtenu par différence.

5.1.4. Prise en compte de l'inflation dans le modèle actif passif et interne

Modélisation de l'inflation économique au sein du modèle ALM

L'inflation déterministe et stochastique est modélisée via les scénarios économiques lus en entrée de modèle. Les prix d'obligations zéro coupon à taux réels (différentes maturités) viennent compléter la gamme des prix zéro coupon à taux nominaux (pour les mêmes maturités). L'équation de Fisher permet d'obtenir par différence l'inflation anticipée utilisée par le modèle mais ne permet pas directement d'obtenir l'inflation réalisée. En effet l'inflation anticipée et l'inflation réalisée ne sont généralement pas égales :

- L'inflation anticipée correspond aux anticipations des marchés au début de la période d'étude pour une maturité donnée (composante du taux nominal).
- L'inflation réalisée correspond à la réalisation de l'inflation à la fin de cette même période d'étude et détermine pour les obligations indexées, le taux de revalorisation sur la période.

Pour obtenir l'inflation réalisée dans le modèle une hypothèse simplificatrice a été prise, elle consiste à définir que l'inflation anticipée se réalise avec un décalage d'une période. Cette hypothèse a du sens dans un univers d'étude risque neutre, cependant paraît assez réductrice dans l'univers réel. En effet une modélisation séparée de l'inflation réalisée, basée sur des données historiques (IPC avec prise en compte d'un aléa de réalisation de l'inflation) serait beaucoup plus pertinente malheureusement ceci constitue une limite de modélisation.

Modélisation de l'inflation au sein du modèle interne

Au sein du modèle interne l'actif du bilan en valeur de marché est valorisé de façon similaire au modèle ALM. L'indice inflation utilisé est l'IPC (hors tabac), construit sur la même base méthodologique que pour les cibles inflation des scénarios économiques du modèle ALM.

La technique des portefeuilles répliquant est utilisée au sein du modèle interne Allianz. Pour les engagements de type non-vie (hors rentes et prévoyance santé), les flux certains sont répliqués par des obligations zéro coupon indexé inflation. Pour les engagements de rentes et de prévoyance santé (projetés dans le modèle ALM mais avec une interaction actif passif très limitée), les provisions techniques (norme Solvabilité 2), sont répliquées tel que :

- Les flux certains (BEG « Best estimates Guarantees ») sont répliqués par des obligations zéro coupon,
- Les flux comprenant une part d'aléa (FDB « Futur Discretionary Benefits ») sont répliqués par une combinaison linéaire d'actifs financiers permettant de répliquer les variations de BEL selon les différents facteurs de risque de marché pris en compte au sein du modèle interne.

Dans ce deuxième cas l'inflation est présente via les instruments financiers utilisés pour capter la sensibilité inflation des BELs.

5.2. Modélisation de l'inflation dans le cadre de la prévoyance santé

5.2.1. Choix méthodologiques d'inflation sur les flux de passifs

Après avoir défini l'inflation économique modélisée, il est nécessaire de préciser la nature de l'inflation qui va influencer sur les engagements d'assurance. En assurance, la prise en compte de l'inflation peut être règlementée en général sur les garanties issues de contrats obligatoires (exemple : revalorisation de certaines rentes). Elle peut également être à la discrétion de l'assureur, qui prend à sa charge l'inflation (augmentation des prestations). Dans le cadre de cette étude une approche prudente (voir conservatrice) a été retenue vis-à-vis de la revalorisation des engagements liés à l'inflation. En effet, à ce jour, pour des raisons opérationnelles le modèle interne ainsi que le modèle ALM ne permettent pas une inflation spécifique fonction de la « LoB » / nature du passif (i.e. l'inflation technique est équivalente à l'inflation économique). Ainsi cette étude se placera sur la même base d'hypothèses.

5.2.2. Modélisation de l'inflation sur les flux de passifs

Après avoir précisé les hypothèses de prise en compte de l'inflation sur le passif, il est nécessaire de préciser la nature des flux impactés et la manière dont l'inflation va les déformer.

Les engagements

Lors de la projection déterministe, une chronique déterministe de taux technique (moyen) est calculée pour chaque produit (pour les produits avec taux technique minimum). Le modèle actif-passif va donc recalculer par produit, en fonction de l'inflation économique et du taux technique issue de la modélisation déterministe le taux à utiliser. Cette modification des taux techniques va impacter l'ensemble des flux de trésorerie modélisés dans le modèle actif-passif. La structure du modèle ne permet pas d'appliquer une inflation non économique sur les flux de passif projeté, le choix conservateur d'appliquer 100% de l'inflation économique sur les flux de passif a été pris (en ligne avec le modèle interne).

Ainsi la règle de réévaluation du taux technique minimum est la suivante :

- si le taux d'inflation réalisé à « t » \leq taux technique minimum à « t » : le taux minimum garanti issu du modèle déterministe ne change pas
- si le taux d'inflation réalisé à « t » \geq taux technique minimum à « t » : le taux technique minimum est remplacé par l'inflation réalisée, issue des scénarios.

D'où la formule suivante :

$$\text{taux technique minimum}_t = \max(\text{taux technique minimum déterministe}_t, \text{inflation}_t)$$

Avec :

- $\text{taux technique minimum}_t$: taux technique minimum garanti calculé au pas de temps de projection « t », dans le modèle actif-passif.
- $\text{taux technique minimum déterministe}_t$: taux technique minimum garanti calculé dans le modèle déterministe (input du modèle actif-passif).
- inflation_t : taux d'inflation réalisée issu des scénarios économiques.

Les primes

Afin de tenir compte de l'inflation sur les flux entrants et sortants, les dix années de primes prises en compte dans les simulations (hors calcul norme Solvabilité 2), tiennent compte de l'inflation économique. Une option du modèle ALM permet d'indexer les flux de primes à l'inflation, tel que :

$$\text{montant prime}_t^{\text{modèle}} = \text{montant prime}_t^{\text{hypothèse}} * (1 + \text{inflation}_t^{\text{modèle}})$$

Les frais de gestion

L'inflation touche également l'entreprise d'assurance au niveau de la structure de frais auquel elle est soumise : salaires, règlements des sinistres, loyers, coût des actifs corporels et incorporels, augmentation des frais liés aux placements, ...

Ces éléments de frais sont analysés et alloués par les services de contrôle de gestion ou de comptabilité analytique. Ils alimentent le modèle ALM en tant qu'hypothèses de projection (montant de frais, clefs de répartition permettant le « split » : couts par produits, couts unitaires, en couts en pourcentage de la PM, couts fixes, ...).

Plus concrètement ils sont pris en compte tel que :

- Frais en pourcentage des primes :

$$\text{montant frais prime}_t^{\text{modèle}} = \text{pct frais prime}_t^{\text{hypothèse}} * \frac{\text{montant frais total}_t^{\text{hypothèse}}}{\text{montant prime}_t^{\text{hypothèse}}} * \text{montant prime}_t^{\text{modèle}}$$

- Frais en pourcentage des provisions :

$$\text{montant frais provision}_t^{\text{modèle}} = \text{pct frais PM}_t^{\text{hypothèse}} * \frac{\text{montant frais total}_t^{\text{hypothèse}}}{\text{montant PM}_t^{\text{hypothèse}}} * \text{montant PM}_t^{\text{modèle}}$$

- Frais en fonction du nombre de polices :

$$\begin{aligned} \text{montant frais par police}_t^{\text{modèle}} \\ = \text{pct frais police}_t^{\text{hypothèse}} * \frac{\text{montant frais total}_t^{\text{hypothèse}}}{\text{nombre de police}_t^{\text{hypothèse}}} * \text{nombre de police}_t^{\text{modèle}} \end{aligned}$$

Avec :

$$\text{pct frais prime}_t^{\text{hypothèse}} + \text{pct frais PM}_t^{\text{hypothèse}} + \text{pct frais police}_t^{\text{hypothèse}} = 100\%$$

et

$$\text{montant frais total}_t^{\text{modèle}} = \text{montant frais prime}_t^{\text{modèle}} + \text{montant frais provision}_t^{\text{modèle}} + \text{montant frais par police}_t^{\text{modèle}}$$

Les frais sont donc bien impactés de l'inflation (de façon indirecte : soit via les flux de prime indexés soit via le taux technique indexé, qui impacte lui-même la PM).

Lien avec l'étude :

Le modèle ALM, n'est alimenté que part de l'inflation économique (via les scénarios économiques). En termes de modélisation, cela se traduit :

- à l'actif, par la valorisation des obligations indexées inflation,
- au passif, par l'indexation des prestations, des primes et des frais liés à l'inflation.

Dans les deux cas la même inflation économique est utilisée lors des calculs de revalorisation/indexation pour l'actif et le passif.

Cette limite de modèle est due au fait qu'aucune étude robuste n'a permis à ce jour d'intégrer une inflation spécifique au passif (et diffusée de façon stochastique). Du point de vue réglementaire l'utilisation de l'inflation économique dans son intégralité, est conservatrice et permet de rester prudent.

Le flux de passifs projetés et revalorisés de l'inflation, seront :

- les rentes d'incapacité,
- les rentes d'invalidité,
- les remboursements de frais de soins.

Les coûts sont également revalorisés de l'inflation économique

5.2.3. Interactions actif-passif liées à l'inflation

Compte tenu des éléments présentés jusqu'ici, l'interaction actif-passif liée à l'inflation est définie à l'actif par une sensibilité de l'actif au facteur de risque d'inflation via la détention de titres indexés, les mouvements d'inflation sont ainsi captés en intégrant les revenus financiers. Le passif est également sensible à ce facteur de risque via l'indexation d'une partie des prestations, des frais et des primes. On ne peut donc pas parler d'interaction entre l'actif et le passif mais plutôt d'une dépendance de l'actif et du passif à un facteur de risque économique.

Lien avec l'étude :

- L'intégralité de l'inflation économique est utilisée
 - à l'actif pour revaloriser les flux financiers indexés
 - au passif pour revaloriser certains engagements, les primes ainsi que les frais (hypothèse conservatrice).
- Inflation anticipée équivalente à l'inflation réalisée avec un décalage d'une année

- Utilisation de l'intégralité de l'inflation économique sur les flux projetés du bilan

5.3. Les actifs permettant de couvrir le risque inflation

Afin de se couvrir contre l'inflation, il existe de nombreux instruments financiers (obligations indexées inflation, immobilier, swap inflation et autres dérivés liés à l'inflation). Dans le cadre de cette étude seules les obligations indexées à l'inflation seront étudiées et prises en compte. En effet la mise en place de stratégie de couverture via des dérivés n'est pas souhaitée (les autres possibilités de couvertures d'inflation sont présentées en annexes). Pour plus de précisions sur les autres actifs permettant de couvrir le risque inflation *cf. annexe n°6 [Dérivés et autres actifs permettant de couvrir le risque inflation]*

5.3.1. Les obligations gouvernementales Françaises

Introduction des OAT_i & OAT_{€i}

Les OAT_i et OAT_{€i} sont des obligations souveraines Françaises (obligations assimilables au trésor), indexées sur l'inflation Française (inflation évaluée respectivement en norme Française et Européenne) et dont le taux d'intérêt est réel (partie fixe). L'indexation porte sur le nominal (et donc sur les coupons), elles ont ainsi la caractéristique d'avoir tous les flux indexés, ce qui protège l'investisseur des fluctuations de l'inflation durant toute la durée de vie du titre. L'indexation est basée sur l'indice des prix à la consommation du pays émetteur. Le trésor Français a conçu ses OAT_i en intégrant une garantie sur le remboursement du principal en cas de déflation (dit « par floor » sur le nominal).

Indice inflation

La référence quotidienne utilisée comme coefficient d'indexation est calculée par interpolation linéaire, les références nécessaires au calcul sont obtenues via les études de l'INSEE avec 3 mois de décalage. Pour plus de précisions sur le calcul de la référence quotidienne de l'indice inflation *cf. annexe n°5 [Mesure et composition de l'indice des prix à la consommation (IPC)]*

Lien avec l'étude :

La granularité de projection du modèle ALM est annuelle ainsi la référence d'inflation est annuelle et le coefficient d'indexation compare l'évolution de l'inflation sur deux années successives.

Valorisation d'une OAT_i

Valorisation de marché d'une OAT_i, tenant compte de l'indice inflation

$$\text{Prix OAT}_i = \sum_{i=1}^n \frac{I_i}{I_0} * \text{nominal}_{init} * \frac{c}{(1+r_i)^i} + \frac{\max(\text{nominal}_{init}, \text{nominal}_{init} * \frac{I_n}{I_0})}{(1+r_n)^n}$$

Avec:

- I_i : indice d'inflation prévalent à la période i
- I_0 : indice de base de l'inflation prévalent à la période 0
- nominal_{init} : nominal initial (à la date $t = 0$)
- c : taux de du coupon réel
- r_i : taux nominal prévalent à la période i

Lien avec l'étude :

Dans le modèle ALM, la valorisation par formule fermée des obligations indexées inflation est réalisée tel que :

- En « dirty price » : valorisation au cours plein de coupon.
- Les coefficients d'indexation à l'inflation (annuels) sont calculés sur la base de l'inflation forward de maturité un an (lus dans le scénario économique).
- Le « floor » de déflation sur le remboursement du principal n'est pas modélisé, afin de ne pas créer d'écart de « market consistency » avec la valorisation de Monte-Carlo des flux projetés associés au même titre (cette méthodologie est prudente).

Couverture par OAT_i, OAT_{€i} appliquée au marché de l'assurance

L'émission d'OATi, OAT€i démarrée en septembre 1998, représente 210 milliards d'euros d'encours dont 40% pour les OATi. L'accroissement des passifs d'assurance indexés à l'inflation et le recours à la dette souveraine Française indexée, constituerait un véritable enjeu pour les compagnies d'assurance confrontées à la faiblesse de profondeur de marché.

Par ailleurs cette couverture si elle était appliquée de façon plus massive poserait d'autres problèmes tels que :

- décalage entre inflation économique à l'actif (OATi et OAT€i) Vs. Inflation assurantielle au passif,
- décalage temporel de l'indexation des flux entre l'actif et le passif,
- rendements actuels des taux réels bien en dessous des anticipations d'inflation implicitement contenus dans les taux nominaux des obligations à taux fixes.

Les 14 maturités disponibles (dont 7 pour les OATi) dont la maturité maximale fixée à 17 ans sont en dessous de la durée moyenne de rentes indexées dans le contexte actuel taux bas voire négatifs. En revanche la liquidité et la qualité de crédit qu'offrent de tels titres, restent cependant des points prépondérants.

Lien avec l'étude :
L'indice d'inflation modélisé est basé (calibré) sur l'inflation Française en norme non harmonisée (IPC), bien que le portefeuille des actifs en stock contienne à la fois des OATi, des OAT€i une hypothèse simplificatrice considère tous les titres souverains Français indexés inflation comme des OATi.

5.3.2. Modélisation des obligations indexées inflation et autres actifs

Afin de refléter au mieux la nature diverse des investissements en assurance, le modèle permet la simulation des instruments de taux (fixe, variables, indexés inflation), action, immobilier (via la modélisation d'indices) et de dérivés. Cette modélisation simplifiée a pour rôle de refléter au mieux les investissements de la compagnie tout en reflétant leur comportement vis-à-vis des mouvements de marché, leur comptabilisation, ...Au sein du modèle, ils sont regroupés (et simulés) selon leur homogénéité de fonctionnement, ainsi les « grandes familles » d'actifs modélisés sont les suivantes :

| Modèles d'actifs ALIM | Bonds « bond » | Equities « equity » | Mortgages « mortg » | Investment funds « invf » | External assets « ea » | Spreads « spreads » | Derivatives « deriv » |
|-----------------------|--|--|---|---|---|--|---|
| Actifs modélisés | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixed incomes (govies) ▪ Loans ▪ Floating rate notes ▪ Inflation linked bonds ▪ Bond forward | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Equity ▪ Real estate ▪ Equity forward ▪ Real estate forward | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mortgages | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bond ▪ Equity ▪ Real estate | <ul style="list-style-type: none"> ▪ External assets | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixed incomes (corporate) ▪ Loans (corporate) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Swaption ▪ Cap ▪ Put equity |

Table descriptive des classes d'actifs simplifiés définies dans le modèle ALM :

| Asset class ALIM | Asset class | Asset type | Description |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| CASH | Cash | Fixed Income (FI) | Current cash |
| B_FI_CO | Bond Fixed Income Corporate | Fixed Income (FI) | Bonds (corporate, securitized and collateralized) |
| B_FI_GO | Bond Fixed Income Govies | Fixed Income (FI) | Bonds (treasuries and government related) |
| B_FR | Bond Floating Rate | Floating Rates (FR) | Bonds (floating rates notes) |
| B_LO | Bond Loans | Loans (LO) | Loans (inc. Policyholders loans) |
| E_PA | Equity Performance Absolue | Equity (EQ) | Other alternatives |
| E_PE | Equity Private Equity | Equity (EQ) | Private equity |
| E_S | Equity Strategic | Equity (EQ) | Strategic participations |
| E_D_EM | Equity Direct Emerging Market | Equity (EQ) | Public equity (emerging markets) |
| E_D_HZE | Equity Direct Hors Zone Euro | Equity (EQ) | Public equity (europe excl. eurozone) |
| E_D_PA | Equity Direct Pacifique Asie | Equity (EQ) | Public equity (asia/pacific) |
| E_D_US | Equity Direct US | Equity (EQ) | Public equity (US) |
| E_D_ZE | Equity Direct Zone Euro | Equity (EQ) | Public equity (eurozone) |
| E_F | Equity Filiale | Equity (EQ) | Subsidiaries |
| RE_D | Real Estate Direct | Real Estates (RE) | Real estate |
| IF | Investment Fund | Investment Funds (IF) | Bonds in mutual funds |
| B_FWD | Bond ForWarD | Bond Forward (BF) | Bond Forward (treasuries and government related) |
| B_INFL | Bond INflation | Inflation linked bonds (IF) | Inflation linked bonds (treasuries and government related) |
| E_FWD | Equity ForWarD | Equity Forward (EF) | Equity forward (all zone) |
| RE_FWD | Real Estates ForWarD | Real Estates Forward (RF) | Real estate forward |
| CAP | Derivatives | Option (O) | Caps (hedging) |

D'après cette liste présentant les classes d'actifs modélisés, les actifs sur lesquels nous allons tester différentes cibles d'allocation sont les suivants :

- Bond Fixed Income Corporate ("B_FI_CO" / "S_FI_CO" en univers monde réel)
- Bond Fixed Income Govies ("B_FI_GO")
- Bond Indexed Inflation ("B_INFL")

L'exposition sur les autres classes d'actifs ne sera pas modifiée, étant donné que le but de l'étude est d'optimiser le couple rendement/risque par rapport à l'inflation en utilisant les obligations indexées inflation.

Spécificité de modélisation des obligations inflation

Afin de modéliser correctement les obligations indexées inflation et de ne pas générer de fuites de modèle, il a été nécessaire de ne pas modéliser de « deflation floor », caractéristique du fonctionnement des OATi (majorité du portefeuille). En effet le « deflation floor » permet à la maturité du titre, le remboursement à minima du nominal même en cas de déflation (par rapport au niveau de départ de l'indice inflation). La modélisation de cette caractéristique optionnelle dans le flux de remboursement impliquerait en contrepartie de modéliser une option sur l'indice d'inflation ce qui complexifie sérieusement le problème. Cette hypothèse simplificatrice paraît acceptable de par sa nature conservatrice.

Illustration avec la séquence des flux financiers de l'obligation de maturité T (flux de coupons et de remboursement) :

$$\Psi_{\text{coupon},i} = \text{nominal} * \frac{\text{Indice inflation}_i}{\text{Indice inflation}_0} * \text{coupon réel}$$

et

$$\Psi_{\text{remboursement},T} = \text{nominal} * \max \left(1, \frac{\text{Indice inflation}_T}{\text{Indice inflation}_0} \right)$$

Modélisé tel que

$$\Psi_{\text{remboursement},T} = \text{nominal} * \frac{\text{Indice inflation}_T}{\text{Indice inflation}_0}$$

Lien avec l'étude :

La valorisation des obligations par « Monte-Carlo » est en moyenne égale (moyenne des flux actualisés sur l'ensemble des trajectoires), à la valorisation par formule fermée (en univers RN). Afin de ne pas créer d'écart « market consistent » artificiel les deux méthodes de valorisation ne tiennent

Partie B - Etude ALM permettant la mise en place d'une stratégie d'allocation optimisée

Cette seconde partie a pour objet de réaliser une étude économique du fonds afin d'optimiser l'allocation d'actif. Dans cette partie, vont être mis en œuvre les concepts et méthodes développés dans la partie précédente. Dans les sections suivantes, il est proposé d'étudier dans un premier temps le portefeuille actuel (allocation d'actif réelle, richesses latentes, types d'engagements, provisions, ...). Dans un second temps la réalisation d'une étude ALM poussée permettra d'observer l'état économique du fonds et enfin dans une dernière partie de réaliser une étude d'optimisation du couple rendement/risque sous contrainte de la norme prudentielle Solvabilité 2.

6. Analyse de la stratégie d'allocation actuelle

6.1. Hypothèses de projection et nomenclature

En préambule de l'étude, les hypothèses de projection et la nomenclature associée doivent être définies.

1. Hypothèse de « new business » : prise en compte de 10 années de primes futures. La mise en œuvre au sein du modèle est complexe et nécessite en amont un retraitement des flux de passif. Par défaut les projections de passif considèrent une année d'affaires nouvelles qui sera dupliquée sur les dix premières années de projection, les autres flux de passifs seront quant à eux ajustés pour en tenir compte (étant donné qu'il s'agit d'une méthode de « flexing »).
2. Hypothèse de « run off » : non prise en compte de primes futures dans les projections. On parlera cette fois de portefeuille fermé.
3. Hypothèse des flux de passif liés à l'inflation : les flux de projection de passif intègrent la projection de primes, d'un taux technique déterministe. Les primes futures ainsi que le taux pourront être ajustés en fonction du niveau d'inflation constaté pour une trajectoire donnée et un pas de temps donné.
4. Hypothèse d'activation de la stratégie d'investissement : l'activation de la stratégie d'investissement au sein du modèle permet les achats/ventes d'actifs (selon des règles prédéfinies) dans le but de :
 - payer les prestations si les cash-flows courants ne sont pas suffisants (vente d'actifs permettant de dégager des liquidités),
 - respecter les cibles et « leeways » de SAA par classe d'actifs.
5. Hypothèse de désactivation de la stratégie d'investissement : le modèle bloque alors toutes les transactions, cela permet d'observer l'écoulement des flux issus des actifs en stock à la date de clôture.

Pour une meilleure compréhension des hypothèses utilisées dans la suite de l'étude, elles sont codifiées de la manière suivante (elles seront rappelées par la suite) :

1. Hypothèse de « run off » : « IF » (pour « In Force ») : prise en compte des contrats en stock uniquement)
2. Hypothèse de « new business » : « NB » : prise en compte des contrats en stock et d'affaires nouvelles, flux de primes complémentaires)
3. Hypothèse de revalorisation (primes, engagements, frais) l'inflation « INF » : activation de la revalorisation d'inflation des flux : de primes futures, d'engagements et de frais
4. Hypothèse de non revalorisation de l'inflation : « NoINF » : pas de revalorisation d'inflation des flux de passif projetés

5. Hypothèse d'activation de la stratégie d'investissement : « IS » : activation des achats/ventes d'actifs afin de respecter la SAA à chaque pas de projection
6. Hypothèse de désactivation de la stratégie d'investissement : « NoIS » : désactivation des achats/ventes d'actifs, permettant le respect de la SAA. Ce paramétrage permet d'apprécier l'écoulement du stock d'actif initial durant la projection

Hypothèses stochastiques et de projection

1. Nombre de trajectoire stochastique : 1000
2. Nombre de pas de temps de projection : 40 ans

6.2. Description du portefeuille étudié

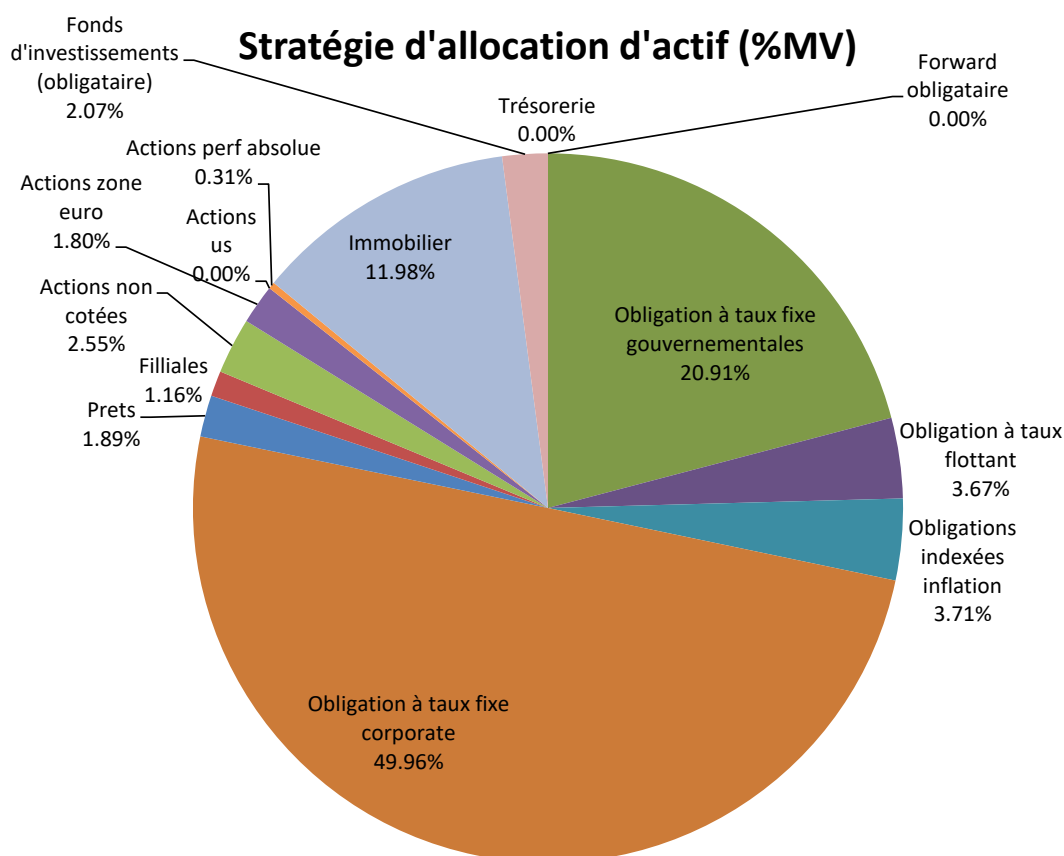
Dans cette section, nous allons présenter le portefeuille étudié sous les angles suivants :

- la stratégie d'allocation d'actifs mise en place, sur le portefeuille Allianz IARD,
- l'allocation actuelle des actifs, sur le portefeuille Allianz IARD,
- la typologie des engagements étudiés (Prévoyance collective),

6.2.1. Stratégie allocation d'actif d'Allianz IARD

La stratégie d'Allocation d'actifs (SAA) est définie au niveau portefeuille général de la compagnie Allianz IARD (qui inclut les engagements de la prévoyance santé ainsi que des engagements de type : auto-moto, habitation, construction, ...), cette stratégie est revue chaque année.

Ci-dessous la composition de la SAA du portefeuille général Allianz IARD (PG Allianz IARD) :



Les principales cibles d'investissements du portefeuille général d'Allianz IARD sont les suivantes :

- La cible globale en actifs obligataires représente plus de 80% des investissements du fonds, elle se répartit tel que :

- 49.9% en obligations « corporate », elles permettent des revenus courants fixes et réguliers avec un rendement plus élevé que les obligations souveraines.
- 20.9% en obligations gouvernementales, elles apportent également des revenus courants fixes, avec un risque de « spread » et de contrepartie plus faible (revenus plus faibles).
- 3.7% en obligations gouvernementales indexées inflation (principalement OATi et OAT€i), elles permettent de se prémunir des fluctuations de l'inflation avec un niveau de garanties semblables aux obligations gouvernementales.
- La cible en actifs immobiliers est importante, elle représente près de 12% des investissements, elle permet de booster le rendement financier du fonds.
- Les cibles en fonds d'investissement, en actions restent plus marginales puisque qu'elles représentent un peu moins de 9% des investissements du fonds.

Remarque :

La cible en cash (compte courant) est définie à 0%, ce qui s'explique par la très faible rentabilité des placements en compte courant. Cependant pour des raisons opérationnelles (paiement des prestations, encaissement des primes, paiement des salaires, ...) l'allocation réelle de cette classe n'est jamais nulle, elle est utilisée comme buffer de paiement (dans la réalité ainsi que dans le modèle).

L'étude ALM portera sur la réallocation entre les trois classes d'actifs suivantes :

- classe d'actifs n°1 : obligations avec des garanties « corporate »,
- classe d'actifs n°2 : obligations avec des garanties souveraines ou assimilées (appelés « govies »),
- classe d'actifs n°17 : regroupant les obligations indexées à l'inflation³ avec des garanties souveraines.

Une fois les cibles de SAA présentées, il est important de préciser comment le modèle va mettre en œuvre les achats/ventes afin d'atteindre ces cibles. Pour cela des méthodes et/ou profils d'achats/ventes d'actifs sont prédéfinies en fonction de chaque classe (présenté précédemment).

Les actifs sont systématiquement vendus au prorata de leur poids au sein du portefeuille. Pour chacune des classes d'actifs étudiées la maturité moyenne paramétrée dans profile d'achat.

- classe n°1 (défini dans le modèle par : « B_FI_CO »), univers risque neutre : maturité moyenne de 6.4 années,
- classe n°1 (défini dans le modèle par : « S_FI_CO »), univers monde réel : maturité moyenne de 7.5 années,
- classe n°2 (défini dans le modèle par : « B_FI_GO ») : maturité moyenne de 14 années,
- classe n°17 (défini dans le modèle par : « B_INFL ») : maturité moyenne de 10 années.

Remarque :

- Les profils de réinvestissement sont définis afin de refléter en moyenne les opérations d'investissements effectués sur le portefeuille sur une période définie.
- Les actifs sont achetés au pair en fonction des taux issus de la trajectoire, par pas de temps de projection et sur un horizon d'investissement défini.

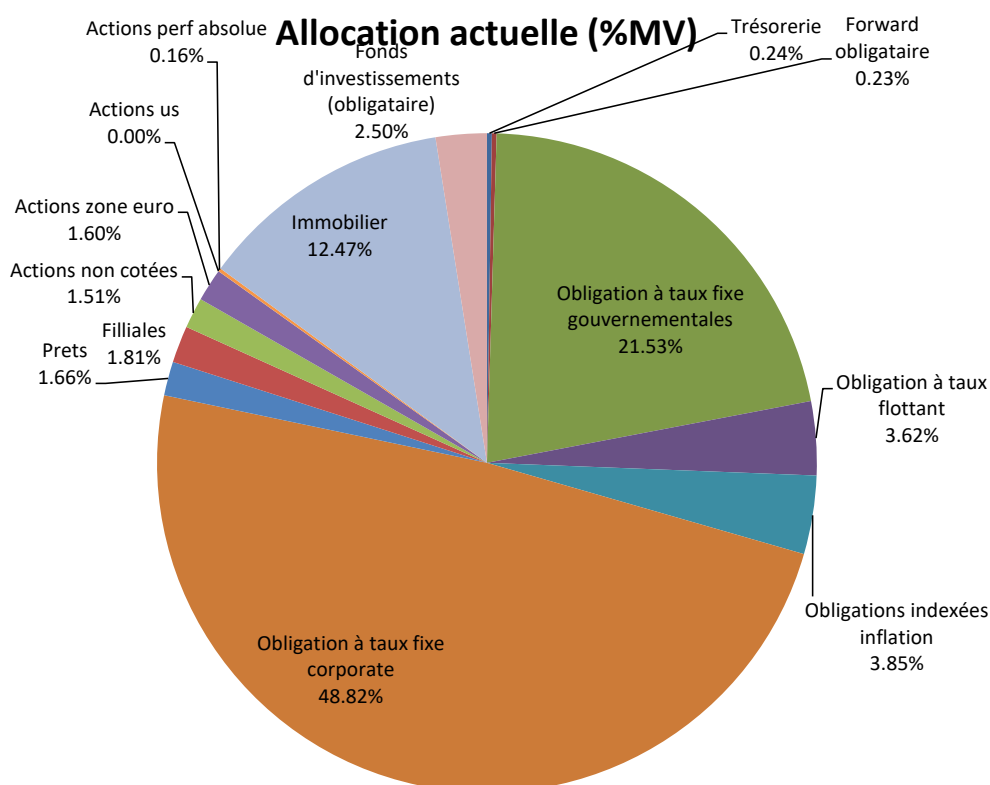
Après avoir défini la stratégie d'investissement en vigueur sur le fonds général de la compagnie, nous allons nous intéresser à l'allocation actuelle du fonds.

6.2.2. Allocation d'actifs actuelle d'Allianz IARD

L'allocation actuelle (« AAA » pour « Actual Asset Allocation ») représente en valeur de marché la proportion par classe, des actifs du fonds à une date donnée. L'AAA de début d'année doit tendre en fin d'année vers la SAA définie à la fin de l'exercice précédent.

Ci-dessous synthèse de l'allocation actuelle du portefeuille général d'Allianz IARD ainsi que l'écart par rapport à la SAA :

³ Appelées aussi « ILB » pour « Inflation Linked Bonds »



| Actifs (par type) | AAA (%MV) | SAA (%MV) | Δ SAA vs. AAA |
|--|----------------|----------------|---------------|
| Trésorerie | 0.24% | 0.00% | -0.24% |
| Sous total trésorerie | 0.24% | 0.27% | 0.04% |
| Forward obligataire | 0.23% | 0.00% | -0.23% |
| Obligation à taux fixe gouvernementales | 21.53% | 20.91% | -0.62% |
| Obligation à taux flottant | 3.62% | 3.67% | 0.05% |
| Obligations indexées inflation | 3.85% | 3.71% | -0.14% |
| Obligation à taux fixe corporative | 48.82% | 49.96% | 1.13% |
| Prêts | 1.66% | 1.89% | 0.23% |
| Sous total obligataire | 79.71% | 81.31% | 1.59% |
| Filliales | 1.81% | 1.16% | -0.65% |
| Actions non cotées | 1.51% | 2.55% | 1.05% |
| Actions zone euro | 1.60% | 1.80% | 0.20% |
| Actions us | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Actions perf absolue | 0.16% | 0.31% | 0.15% |
| Immobilier | 12.47% | 11.98% | -0.49% |
| Sous total action | 17.55% | 15.25% | -2.30% |
| Fonds d'investissements (obligataire) | 2.50% | 2.07% | -0.43% |
| Sous total fonds d'investissement | 2.50% | 3.16% | 0.67% |
| Total | 100.00% | 100.00% | 0.00% |

L'allocation actuelle des principales classes d'actif est définie par :

- Obligations « corporate » représentent 48.8% légèrement sous-pondérées par rapport à la cible SAA 49.96%.
- Obligations taux fixe gouvernemental (i.e. « govies ») représentent 21.5%, légèrement surpondérées par rapport à la cible SAA fixée à 20.9%.
- Titres immobiliers représentent 12.5%, au-dessus de la cible de SAA à 12%.
- Obligations (gouvernementales) indexées à l'inflation avec un poids de 3.85%, légèrement au-dessus de la cible de SAA fixée à 3.71%.

- La détention en fonds d'investissement obligataires et en action représente 7.6% légèrement sous-pondérée par rapport à leur cible SAA à près de 9%.

La richesse latente du fonds est définie par les plus ou moins-values latentes des actifs détenus en portefeuille, cet indicateur est essentiel afin de déterminer la « santé » financière du fonds.

Ci-dessous une synthèse de la situation économique du fonds définie par :

| Actifs (par type) | AAA (%MV) | AAA (%BV) | PMVL (%MV) | PMVL (%BV) |
|--|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Trésorerie | 0.24% | 0.27% | | |
| Sous total trésorerie | 0.24% | 0.27% | | |
| Forward obligataire | 0.23% | 0.27% | 0.00% | 0.00% |
| Obligation à taux fixe gouvernementales | 21.53% | 20.66% | 27.20% | 4.17% |
| Obligation à taux flottant | 3.62% | 4.09% | 0.54% | 0.08% |
| Obligations indexées inflation | 3.85% | 3.58% | 5.60% | 0.86% |
| Obligation à taux fixe corporate | 48.82% | 50.79% | 35.97% | 5.51% |
| Prets | 1.66% | 1.92% | 0.00% | 0.00% |
| Sous total obligataire | 79.71% | 81.31% | 69.31% | 10.62% |
| Filliales | 1.81% | 1.71% | 2.45% | 0.38% |
| Actions non cotées | 1.51% | 1.18% | 3.66% | 0.56% |
| Actions zone euro | 1.60% | 1.65% | 1.31% | 0.20% |
| Actions us | 0.00% | 0.00% | 0.01% | 0.00% |
| Actions perf absolue | 0.16% | 0.18% | 0.00% | 0.00% |
| Immobilier | 12.47% | 10.53% | 25.11% | 3.85% |
| Sous total action | 17.55% | 15.25% | 32.53% | 4.99% |
| Fonds d'investissements (obligataire) | 2.50% | 3.16% | -1.84% | -0.28% |
| Sous total fonds d'investissement | 2.50% | 3.16% | -1.84% | -0.28% |
| Total | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 15.33% |

Légende :

- l'allocation actuelle en valeur de marché (« % Market Value »),
- l'allocation actuelle en valeur comptable (« % Book Value »),
- les plus ou moins-values latentes par classe d'actif (PMVL en anglais « URCGL » pour « Unrealized Capital Gains and Losses »), ramenées à la valeur de marché total des actifs financiers du fonds,
- les plus-values latentes par classes, ramenées à la valeur comptable totale des actifs financiers du fonds (« URCGL % BV »).

On observe que le canton est en plus-values latentes de 15.33%⁴, elles se décomposent telle que :

- 10.62% de PMVL comptable sur les actifs obligataires
 - Les obligations « corporate » représentent avec 35.97% des PMVL totales, le plus fort taux de plus-values latentes.
 - Les « govies » représentent avec 27.20%, le deuxième plus fort taux de plus-values latentes obligataires.
 - Les obligations indexées représentent 5.60% des PMVL totales du fonds.
Ces éléments montrent que cette classe a relativement bien performé, la baisse des taux d'intérêts a très largement contribué à valoriser les obligations détenues avec des taux de coupons élevés.
- 4.99% de PMVL comptable sur les actifs actions/immobiliers
 - L'immobilier représente avec 25.11% des PMVL, le troisième plus fort taux de plus-values latentes.
Les bonnes performances immobilières expliquent la cible de SAA assez élevée sur cette classe.
- -0.28% de PMVL comptable sur les fonds d'investissement, ce qui fait de cette classe la seule en moins-value latente.

Conclusion :

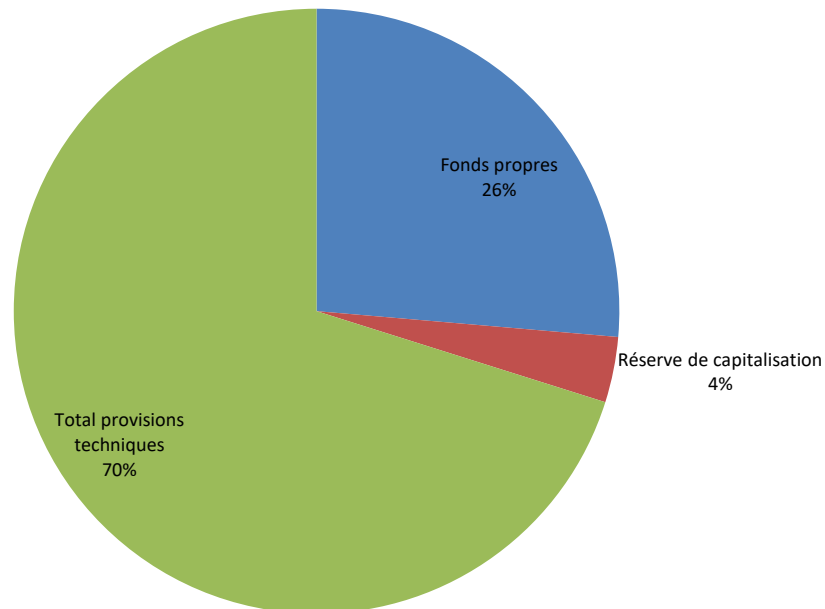
Les niveaux des plus ou moins-values latentes (actifs obligataires et diversifiés) est suffisamment élevé.

⁴ Par rapport à la valeur comptable totale du fonds

Après avoir présenté l'allocation des actifs, la stratégie d'allocation ainsi que la situation économique du fonds, nous allons désormais présenter le passif du bilan. La partie suivante permet de mieux comprendre la nature du passif (type de garanties par exemple).

6.2.3. Portefeuille prévoyance santé d'Allianz IARD

Décomposition du passif



Le passif du bilan simplifié⁵ est découpé en trois principaux blocs :

- Les fonds propres représentent 26%⁶,
- La réserve de capitalisation représente 4%⁹,
- Le montant des provisions techniques représente 70%⁹.

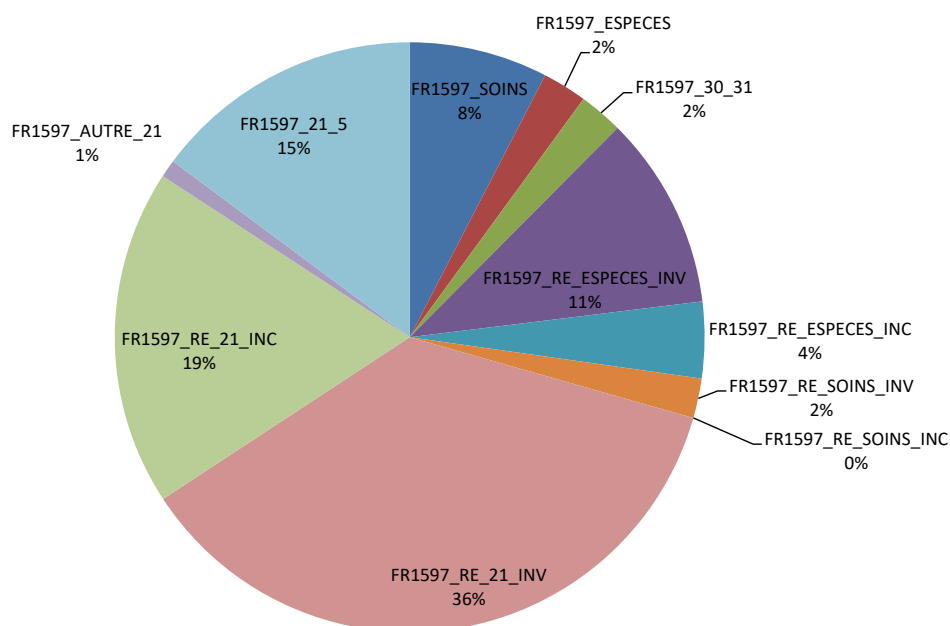
Remarque :

A noter que le montant de la PRE initiale est nul.

⁵ La modélisation actif-passif prend en compte un bilan simplifié, voir section 4.3. 4.

⁶ Exprimé en % de la valeur comptable total du passif.

Répartition provisions techniques par produit ALM



Au sein du passif, les provisions techniques sont découpées par produit ayant des caractéristiques (garanties, taux techniques, ...) homogènes. Les provisions étudiées (et découpées par produits à la maille actif-passif) sont donc les suivantes :

| Nom du produit (maille modèle actif-passif) | Description des garanties | Marché | Poids (en % des PT) |
|---|--|--------------------|---------------------|
| FR1597_RE_21_INC | Arrêt de travail, rentes incapacité - individuel et collectif | EMP, PART et PREVF | 18.44% |
| FR1597_RE_21_INV | Arrêt de travail, rentes invalidité - individuel et collectives | EMP, PART et PREVF | 36.34% |
| FR1597_21_5 | Santé - individuel et collectif | EMP, PART et PREVF | 14.83% |
| FR1597_RE_ESPECES_INV | Arrêt de travail, rente invalidité - individuel | ESPECES | 10.61% |
| FR1597_SOINS | Santé - individuel | SOINS | 7.60% |
| FR1597_RE_ESPECES_INC | Arrêt de travail, rentes incapacité - individuel | ESPECES | 4.18% |
| FR1597_ESPECES | Arrêt de travail - individuel | ESPECES | 2.44% |
| FR1597_30_31 | Assistance et chômage (cat min 30 et 31) - individuel et collectif | EMP, PART et PREVF | 2.42% |
| FR1597_RE_SOINS_INV | Arrêt de travail rentes invalidité - individuel | SOINS | 2.17% |
| FR1597_AUTRE_21 | Décès toutes causes - individuel et collectif | EMP, PART et PREVF | 0.97% |
| FR1597_RE_SOINS_INC | Arrêt de travail rentes incapacité - individuel | SOINS | 0% |

On observe ainsi que la partie rentes d'incapacité et d'invalidité représente plus de 70% du portefeuille (cumul des portefeuilles, individuel et collectif) dont 50% au titre de l'invalidité.

La décomposition marché / portefeuille (business unit) est la suivante :

| Marché | Portefeuille / ancienne Business Unit |
|---------|---|
| EMP | Direction assurance emprunteur |
| ESPECES | Direction santé individuelle (garanties : incapacité, invalidité, décès, rentes) |

| | |
|-------|--|
| | éducation/conjoint, dépendance) |
| OM | Direction santé prévoyance collective - outre-mer |
| PART | Direction internationale économie et sociale |
| PREVF | Direction santé prévoyance collective - hors outre-mer (prévoyance France uniquement) |
| SOINS | Direction santé individuelle (garantie soins) |

6.3. Etude du cadre économique de l'étude (scénarios économiques)

6.3.1. Environnements économiques étudiés

L'étude de la conjoncture économique par le biais des scénarios est une étape préliminaire nécessaire. Le modèle actif passif de projection stochastique, permet la projection de flux financiers d'actifs et de passifs sous différents environnements économiques. Ces simulations sont basées sur la méthode des simulations de Monte-Carlo⁷. La mise en œuvre de cette méthode de simulation requiert la simulation d'un grand nombre de trajectoires aléatoires. Ces simulations lors de leur construction peuvent être définies dans deux univers d'étude distincts qui sont le risque neutre et le monde réel.

L'univers risque neutre (« RN » pour « Risk Neutral »)

L'univers d'étude risque neutre est une vision prospective de l'état économique vue à aujourd'hui (lien avec les prix et les volatilités observés aujourd'hui sur les marchés).

Conceptuellement en univers de probabilité risque neutre on considère que tous les agents économiques sont neutres face au risque et donc qu'aucune prime de risque n'est prise en compte. Ainsi dans cet univers tous les actifs ont une rentabilité espérée (moyenne) équivalente au taux sans risque. Il permet donc une évaluation commune aux différents agents économiques, des prix et des volatilités observables sur le marché.

L'univers monde réel (« RW » pour « Real World »)

L'univers d'étude monde réel contient les anticipations d'évolution des marchés pour chacune des variables financières modélisées.

Concrètement il se distingue par l'intégration de volatilités historiques et l'ajout de primes de risque moyenne au-delà du taux de rendement sans risque (pour les actifs dits risqués). Ces primes de risque sont différentes selon la nature de la variable économique simulée, permettant de se rapprocher des rendements réels du portefeuille.

Ces primes de risque moyennes sont définies par la direction des investissements, pour Allianz France et sont ajoutées au-delà du rendement sans risque lors de la construction des scénarios économiques :

- 4% pour les indices actions et les investissements alternatifs
- 3% pour l'immobilier

La modélisation et la construction des scénarios stochastiques ne seront pas d'avantages développés, pour plus de détails :

- cf. annexe n°12 [Notions de « market consistency » et de « GAP market consistent »]
- cf. annexe n°13 [Classification des scénarios économiques]
- cf. annexe n°14 [Calibrage des modèles stochastiques]
- cf. annexe n°15 [Modélisation taux d'intérêt et inflation]
- cf. annexe n°16 [modélisation action et immobilier]
- cf. annexe n°17 [modélisation du « spread » de crédit]

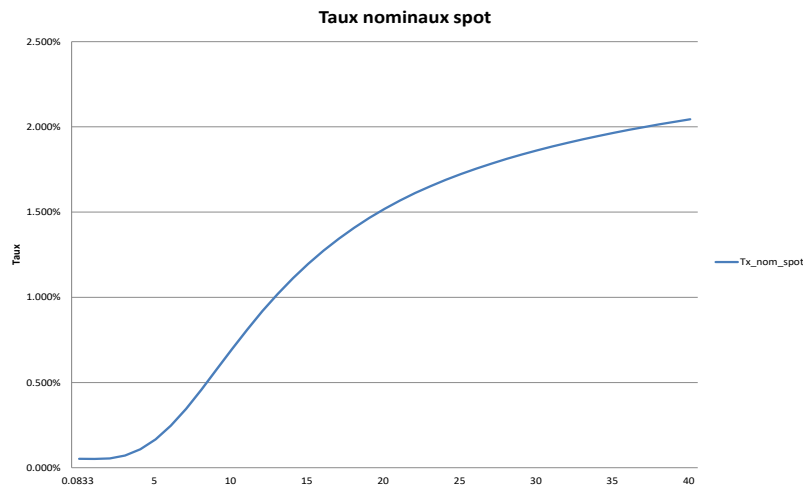
Lien avec l'étude :

- L'univers monde réel sera utilisé pour analyser les rendements financiers du fonds, les marges actionnaires (réelles), ainsi que les stratégies d'allocation pouvant améliorer ces métriques tout en maintenant un niveau de risque acceptable.
- L'univers risque neutre sera quant à lui utilisé dans la seconde partie de l'étude afin d'étudier l'impact du changement d'allocation sur la métrique de risque Solvabilité 2.

⁷ Rappel sur le principe de simulation de Monte-Carlo, cf. annexe n°9

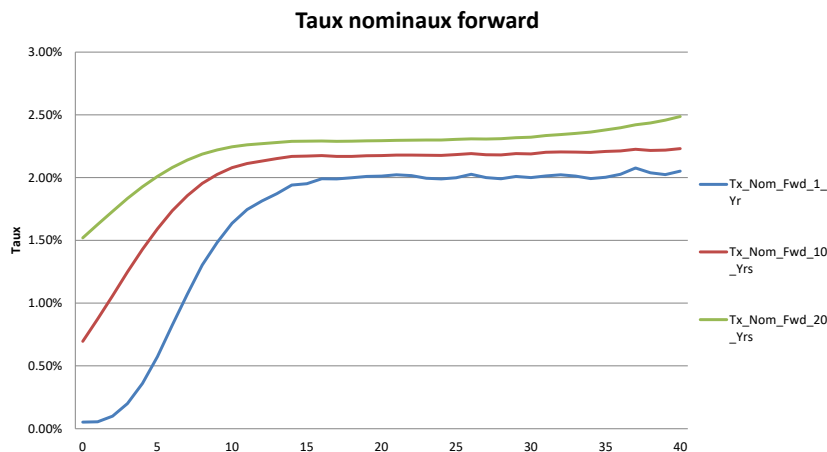
6.3.2. Scénarios économiques en univers « monde-réal »

Gamme des taux nominaux (spot) :



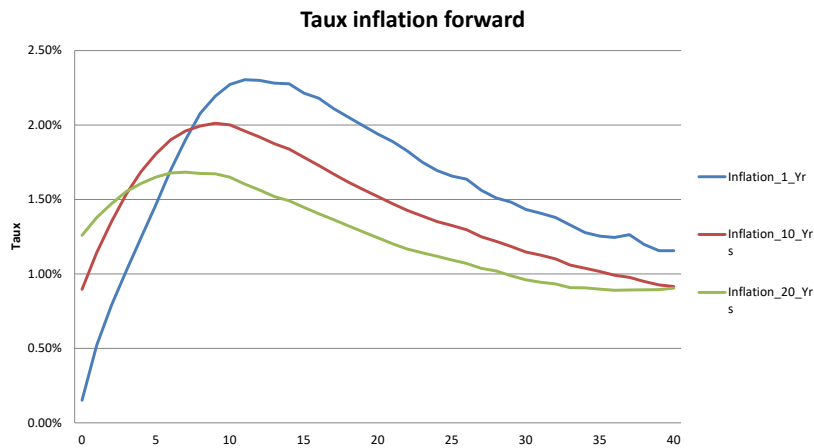
La courbe des taux spots est classique (taux courts < taux longs), le taux 10 ans est à 0.696% et le taux 20 ans à 1.519%.

Gamme des taux nominaux « forward » de maturité : 1an, 10 ans et 20 ans :



Les taux nominaux « forwards » à 1 an augmentent fortement au fil des projections (1.64% dans 10 ans et 2.01% dans 20 ans). La gamme des taux « forwards » de maturité 20 ans est relativement « flat » (2.25% dans 10 ans et 2.29% dans 20 ans).

Gamme des taux d'inflation « forward » de maturité : 1 an, 10 ans et 20 ans :

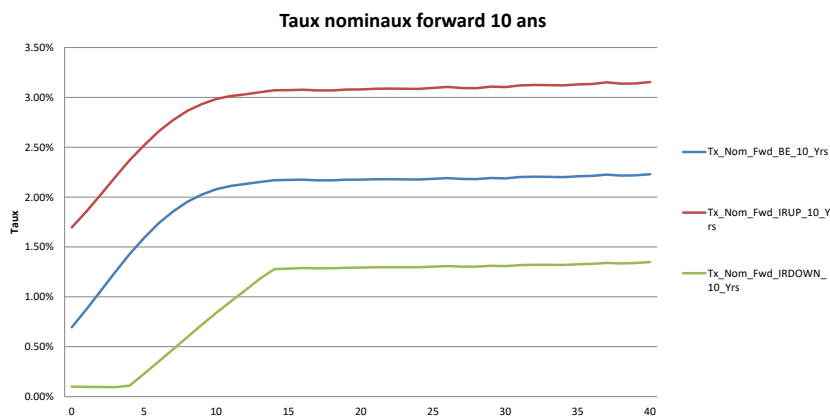


La courbe d'inflation « forward » 1 an est principalement utilisée par le modèle pour revaloriser les flux entre deux périodes successives. Cette courbe est croissante jusqu'à la 11^{ième} année de projection avec un maximum à 2.30% puis les taux d'inflation décroissent pour atteindre 1.16% à 40 ans.

Remarque :

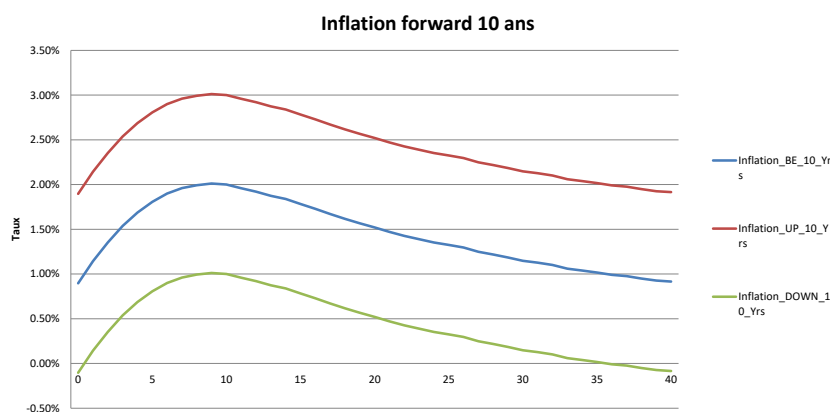
Graphiquement, l'inflation « forward » de maturité 1 an, atteint l'objectif de 2% sous 7 ans ce qui est cohérent avec la cible fixée par la BCE à moyen terme.

Gamme des taux nominaux « forward » de maturité 10 ans, avec chocs de taux +100/-100 points de base :



Les courbes choquées représentent les différents stress appliqués sur la courbe des taux « best estimate ». Il s'agit de chocs parallèles de +/-100 points de base (+/-1% en valeur absolue). Un « floor » est appliqué lors du choc de taux à la baisse, pour ne pas avoir de taux nominaux négatifs (scénarios à taux « floorés »).

Gamme des taux inflation « forward » de maturité 10 ans, avec chocs d'inflation +100/-100 points de base (choc appliqué sur les taux réels) :



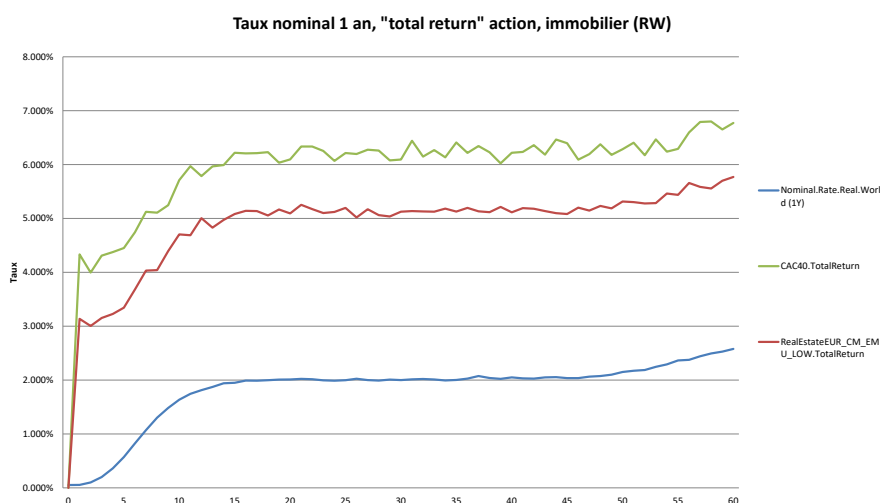
Les courbes choquées représentent les différents stress appliqués à l'inflation « best estimate ». Il s'agit là encore de chocs parallèles de +/-100 points de bases (+/-1% en valeur absolue) appliqués sur la diffusion des taux réels.

- Pour obtenir un choc d'inflation de +100 points de base (hausse) : le taux réel est choqué à la baisse de 100 points de base.
- Inversement on obtient un choc inflation de -100 points de base (baisse) en appliquant un choc à la hausse de 100 points de base sur les taux réels.

Remarque :

Les taux nominaux restent fixes afin de ne pas cumuler un choc de taux et un choc inflation.

Gamme des taux nominaux « forward » de maturité 1 an, « total return » indice action et immobilier :

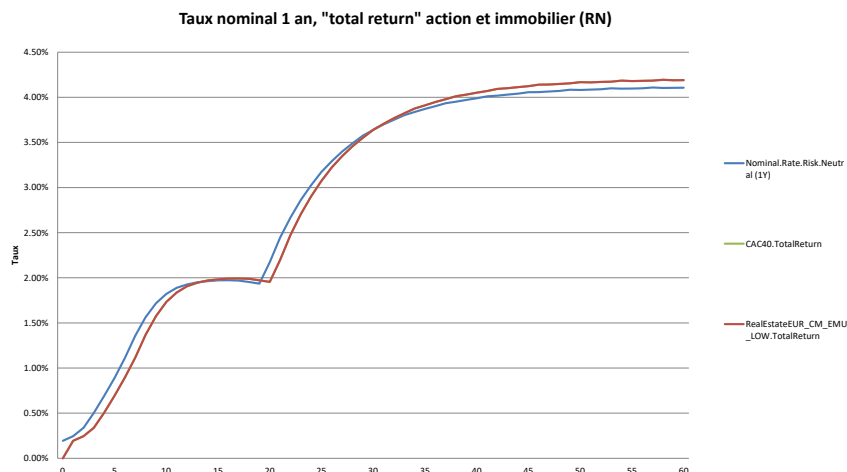


On observe sur le graphique ci-dessus la comparaison des taux « forward » de maturité 1 an, d'un rendement action (CAC40) et obligataire (Indice immobilier Allianz). Les primes de risque (définies plus haut) sont bien prises en compte.

6.3.3. Scénarios économiques en univers « risque-neutre »

Ces scénarios seront utilisés dans la section 8.2 afin d'évaluer les impacts sur le coût en capital SII modèle interne.

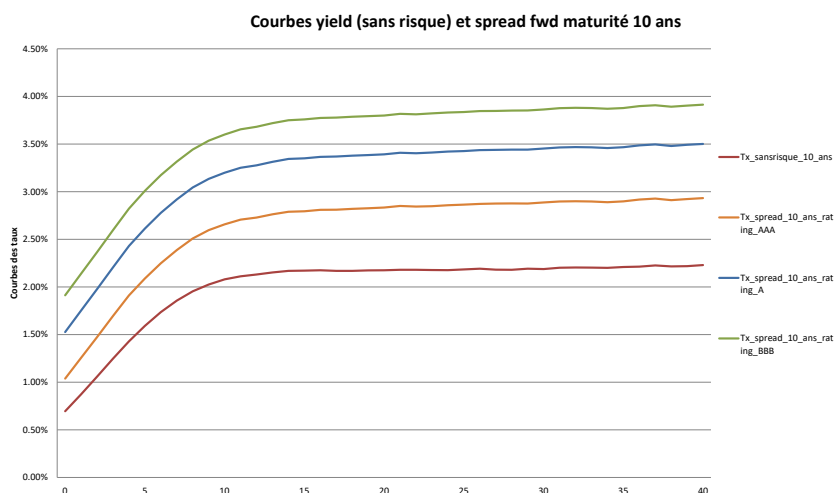
Gamme des taux nominaux « forward » de maturité 1 an, « total return » indice action et immobilier :

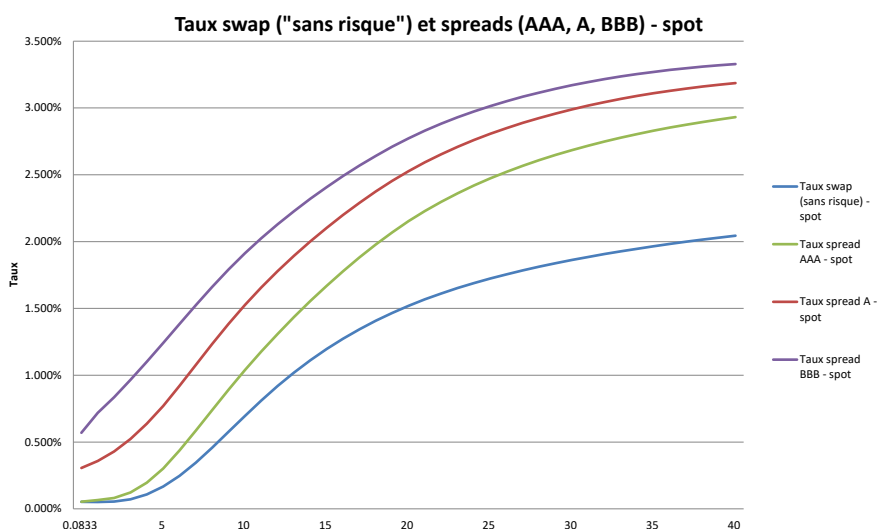


En observant les mêmes facteurs de risque, on constate qu'en moyenne, tous les actifs ont un rendement de l'actif sans risque. Autrement dit les « total return » des actifs risqués (ici action et immobilier, les courbes rouges et vertes sont confondues), elles sont calées sur le taux « forward » de maturité an avec un décalage d'une année (la courbe rouge i.e. « total return » immobilier est confondue avec la courbe verte i.e. « total return » action indice CAC).

Dans le cadre de l'utilisation du modèle actif-passif en univers monde réel, le modèle « spread » est activé et est utilisé pour la modélisation des obligations « corporate ». En termes de modélisation, ce module permet l'utilisation de taux « spread » en plus des taux « swap » sans risque. Ces tables stochastiques additionnelles permettent :

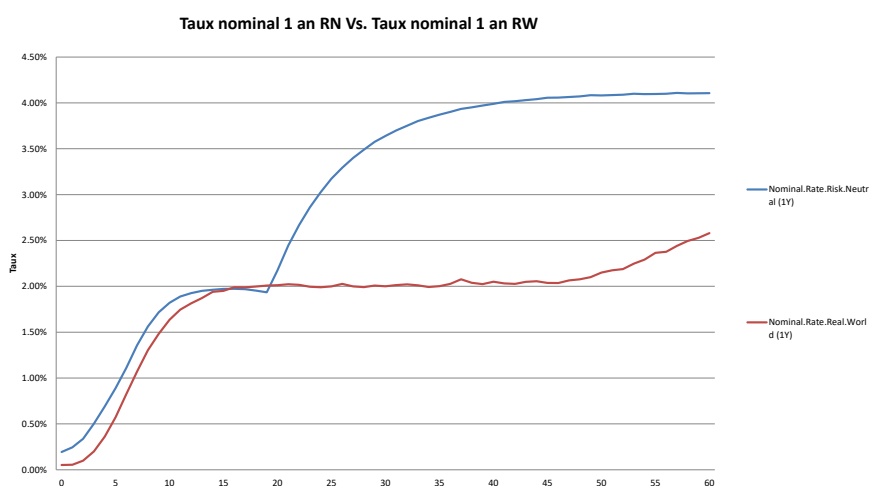
- la modélisation des taux de « spread forward » par rating et par maturité,
- la modélisation des probabilités de migration d'un rating à un autre et de défaut (nous utiliserons une matrice de migration déterministe).
- Comparaison de la gamme des taux swap (« sans risque ») et spread (rating AAA, A et BBB), « forward » de maturité 10 ans





Sur les courbes spots et « forwards » : nous observons bien pour chaque niveau de rating, les différents niveaux de « spreads » (au-delà du taux sans risque) associés. Les niveaux de « spreads » sont construits à partir des probabilités de migrations de rating et de défaut⁸.

Comparaison gammes des taux nominaux « forward » de maturité 1 an (risque neutre vs. monde réel) :



On observe une similitude (avec un décalage) entre les courbes de taux risque neutre et monde réel jusqu'à 20 ans (qui correspond au dernier point liquide (LLP) des taux swap appelés aussi ancrage à 20 ans). La courbe risque neutre va tendre vers l'UFR fixé à 4.20% à l'horizon 60 ans.

Remarque :

Comme présenté précédemment les modèles de taux différents entre le risque réel et le risque neutre ainsi que la comparaison incluent aussi l'effet modèle (au-delà du monde réel/risque neutre et retraitement EIOPA : UFR⁹, CRA¹⁰ et VA¹¹).

⁸ Pour plus détails sur la modélisation des « spreads », voir annexe n°16

⁹ UFR pour « Ultime Forward Rate », au-delà de 20 et l'observation du LLP pour « Last Liquid Point » (dernier pont liquide avant extrapolation smith wilson). La courbe des taux sans risque tend vers l'UFR fixé par EIOPA (cf. EIOPA « Risk-free interest rate technical documentation » - section UFR et LLP).

¹⁰ CRA pour « Credit Risk Adjustment », ajustement du niveau de crédit (taux swap) sur la courbe des taux sans risque utilisée pour le calcul du BEL au bilan Solvabilité 2 (cf. EIOPA « Risk-free interest rate technical documentation » - section CRA).

¹¹ VA pour « Volatility Adjustment », ajustement de la courbe des taux sans risque utilisée pour le calcul du BEL au bilan Solvabilité 2. Cet ajustement (à hauteur de 65% des mouvements de spreads) permet de neutraliser au passif les mouvements de « spread » impactant l'actif du bilan (cf. EIOPA « Risk-free interest rate technical documentation » - section VA).

7. Analyse économique du fonds

Etapes de l'étude :

1. L'étude déterministe, propose d'étudier les différents indicateurs ALM du fonds, sur la base d'une trajectoire déterministe.
2. L'étude stochastique, va permettre d'affiner la quantification de ces indicateurs en fonction des différentes trajectoires stochastiques. Elle permet également de faire des études sur la distribution de ces indicateurs.
3. Le second volet de l'étude stochastique va permettre de sélectionner les stratégies les plus efficaces (sous contraintes de risque).
4. Enfin les stratégies retenues seront étudiées sous un angle risque afin de déterminer leur coût en capital en modèle interne, via une méthodologie d'estimation simplifiée.

7.1. Analyse déterministe des carences du fonds

7.1.1. Objectifs de l'étude déterministe

1. Vérifier que le rendement financier du fonds est suffisant et qu'il permet de financer les taux techniques (garantis).
2. Vérifier le « cash-flow matching » du fonds : s'assurer de la bonne adéquation actif-passif.
3. Calculer l'écart (dit aussi « GAP ») de duration actif/passif.
4. Etudier les profils de NAV liés aux risques de taux et inflation.

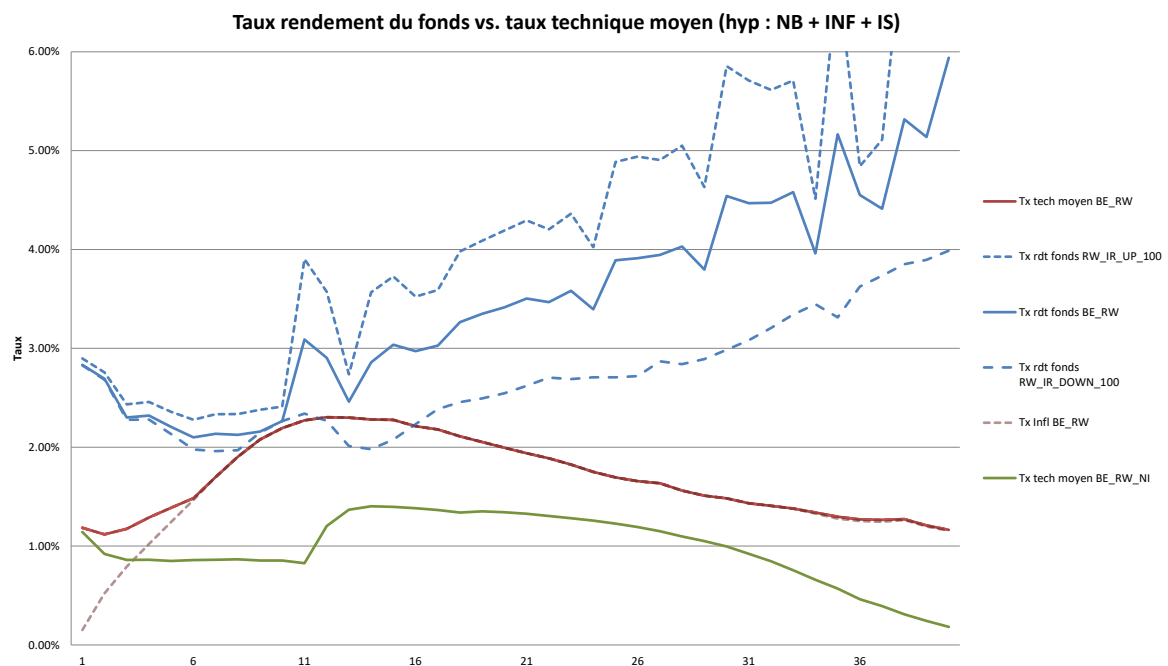
Cette première étude déterministe est basée sur une trajectoire déterministe contenant les anticipations des marchés (primes de risque, taux futurs, ...) du point de vue de la compagnie. Elle va permettre de quantifier les principaux indicateurs, donnant ainsi une vision espérée de la situation économique du fonds étudié.

7.1.2. Analyse des taux de rendements financiers versus taux techniques (garantis)

L'objectif de cette partie est de s'assurer que le taux de rendement moyen du fonds (i.e. les produits financiers ramenés au montant de réserve) suffit à financer le taux technique (contractuellement garanti, à la charge de l'assureur).

Ci-dessous un graphique représentant le taux de rendement financier du fonds et le taux technique moyen du fonds sous les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de « new business » (10 années).
- « INF » & « NoINF » : prise en compte (et non prise en compte) de l'inflation dans les taux techniques garantis.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.
- l'inflation n'est pas choquée (« uniquement « best estimate »),
- les taux nominaux sont choqués à la hausse et à la baisse (± 100 BP) :



Légende :

- Courbe verte représente la chronique de taux technique moyen (sans prise en compte de revalorisation de l'inflation).
- Courbe rouge pointillée représente la chronique « best estimate » de taux d'inflation issue de l'ESG.
- Courbe rouge pleine représente la chronique de taux technique moyen (retraité de l'inflation).
- Courbe bleue représente le taux de rendement financier du fonds « best estimate ».
- Courbe bleue pointillés « espacés » représente le taux de rendement financier dans un environnement financier de choc de taux de -100 points de base (i.e. -100 BP).
- Courbe bleue pointillés « serrés » représente le taux de rendement financier dans un environnement financier de choc de taux de +100 points de base (i.e. +100 BP).

1. Observation sur les chroniques de taux techniques :

- L'inflation est supérieure aux taux garantis initiaux (i.e. sans prise en compte de l'inflation, courbe verte). Les garantis à la charge de l'assureur incluant l'inflation vont donc augmenter (courbe verte vs. Rouge et pointillés rouge).

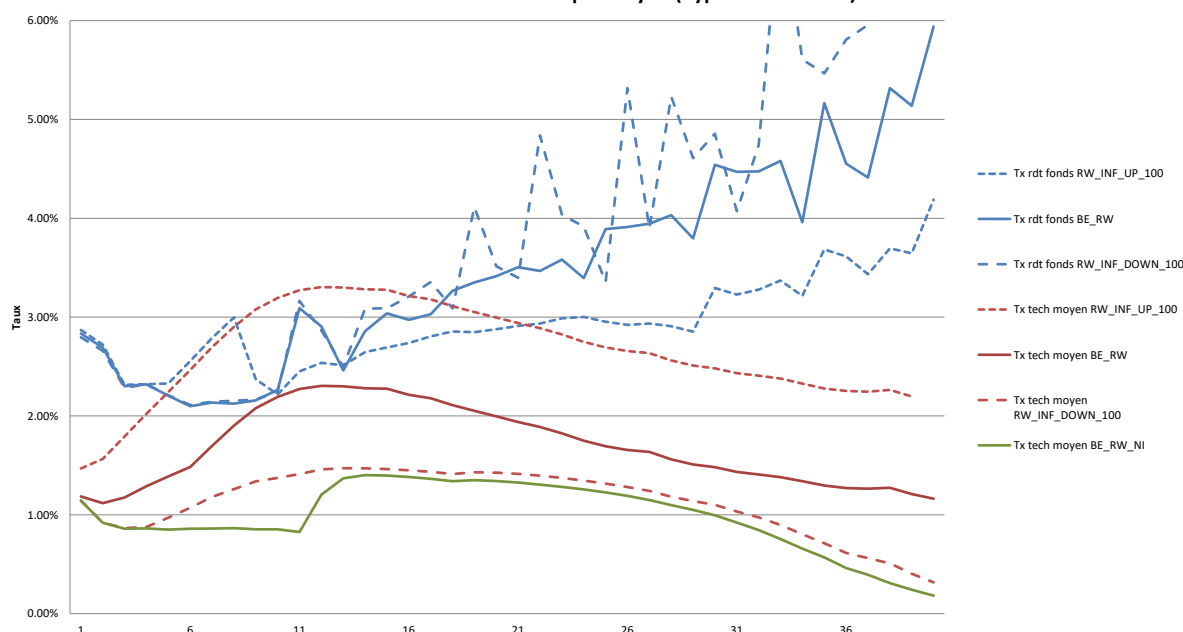
2. Observations sur les rendements financiers :

- Dans les scénarios « central » et de choc de taux à la hausse, les chroniques de rendements financiers suffisent à financer les garantis de taux.
- Dans le scénario de choc de taux à la baisse, on observe une carence de rendement financier sur les années allant de 13 à 15. Cette carence de rendement, peut impliquer un problème de financement de la garantie à la charge de l'assureur et ainsi engendrer une potentielle perte de fonds propres (courbes rouges versus bleues pointillés espacés).

Ci-dessous un graphique représentant le taux de rendement financier du fonds versus taux technique moyen du fonds selon les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de « new business ».
- « INF » & « NoINF » : prise en compte (et non prise en compte) de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.
- l'inflation est choquée à la hausse et à la baisse (± 100 BP),
- les taux nominaux ne pas sont choqués (« uniquement « best estimate ») :

Taux rendement du fonds vs. taux technique moyen (hyp : NB + INF + IS) - choc inflation



Légende :

- Courbe rouge et verte cf. graphique précédant.
- Courbe rouge pointillés « espacés » représente le taux technique moyen retraité de la prise en compte de l'inflation avec un choc d'inflation à la baisse de -100 points de base (i.e. -100 BP).
- Courbe rouge pointillés « serrés » représente le taux technique moyen retraité de la prise en compte de l'inflation avec un choc d'inflation à la hausse de +100 points de base (i.e. +100 BP).
- Courbe bleue représente le taux de rendement financier « best estimate » du fonds.
- Courbe bleue pointillés « espacés » représente le taux de rendement financier dans un environnement financier de choc d'inflation à la baisse de -100 points de base (i.e. -100 BP).

1. Observation sur les chroniques de taux techniques :

- Dans les 3 scénarios étudiés (« central », choc inflation à la hausse et à la baisse), les garantis de taux à la charge de l'assureur augmentent de l'inflation (excepté sur les 4 premières années lors du choc d'inflation à la baisse).

2. Observations sur les rendements financiers :

- Dans le scénario de hausse de l'inflation, le rendement financier ne suffit pas à financer les garanties entre les années 9 et 19 (courbe rouge pointillés serrés versus toutes les courbes bleues). Là encore cette carence de rendement peut engendrer un problème de financement des garanties et une perte actionnaire.
- Dans les scénarios « central » et baisse de l'inflation les rendements financiers sont suffisants au financement des garanties de taux (courbes bleues pleine et pointillés espacés versus courbes rouge pleine et pointillés espacés).

Remarque :

Les engagements (revalorisation des flux de passifs), sont plus sensibles que les flux financiers d'actifs à une hausse de l'inflation.

Conclusion :

- Une situation de baisse des taux aura un impact léger mais non nul avec une potentielle perte actionnaire sur 3 ans (années allant de 13 à 15).
- Un régime de hausse de l'inflation aura un impact significatif avec des pertes actionnaires sur 10 ans. Ceci est principalement du au fait que le rendement financier de l'actif n'est pas assez sensible à une hausse de l'inflation compte tenu de la sensibilité du passif à ce facteur de risque.

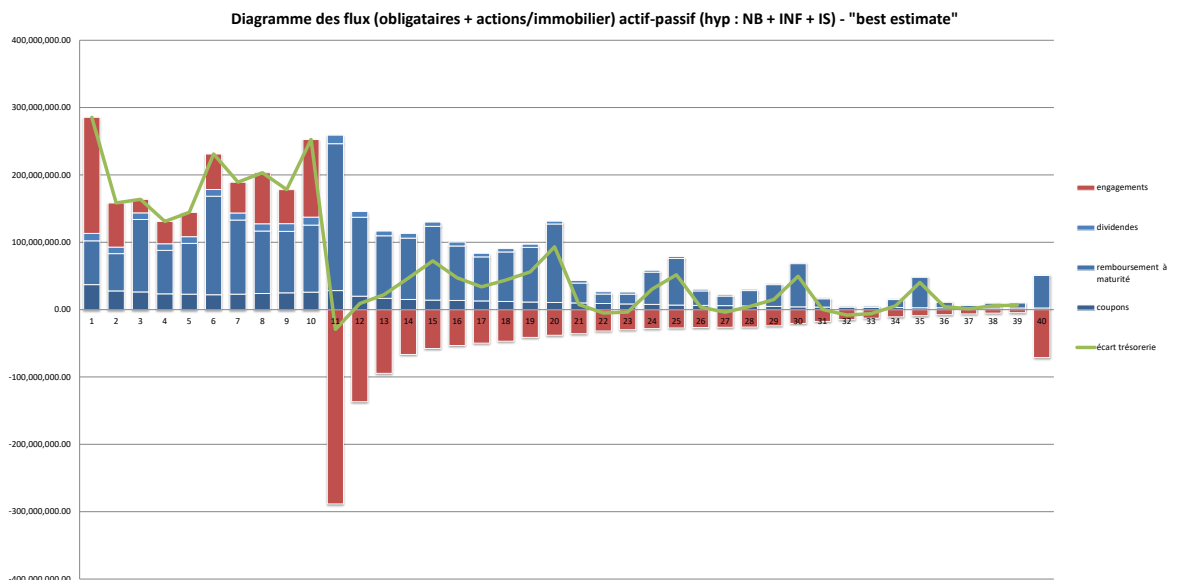
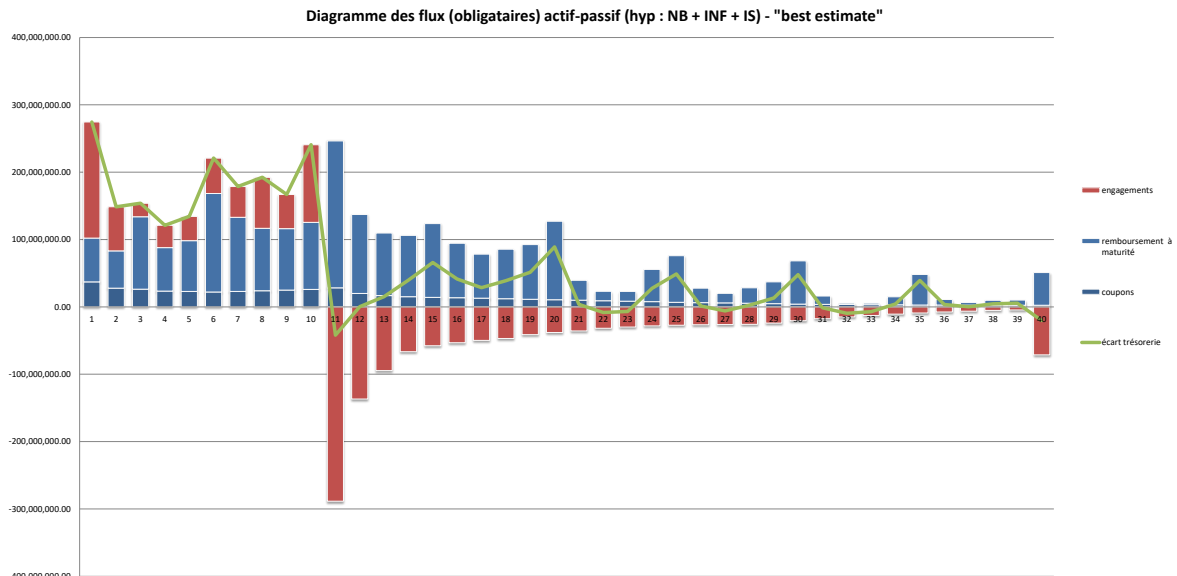
La compagnie est donc trop sensible à l'inflation, les garanties sont plus fortement liées à l'inflation qu'aux taux. L'élaboration d'une stratégie de couverture à l'inflation pourrait palier à ce problème.

7.1.3. Etude du diagramme des flux actif-passif

L'objectif de cette analyse est de comparer l'adéquation entre les flux actifs (flux obligataires de coupons et de remboursements) et les flux de passifs (primes, frais, prestations, ...). Il est à noter que les flux d'actifs sont des flux entrants et que les flux de passifs (exceptés les primes), sont des flux sortants. Les flux de primes, de coupons et de remboursements sont signés positivement, les flux de sinistres sont signés négativement.

Ci-dessous des diagrammes représentant les flux entrant et sortant selon les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.



Légende :

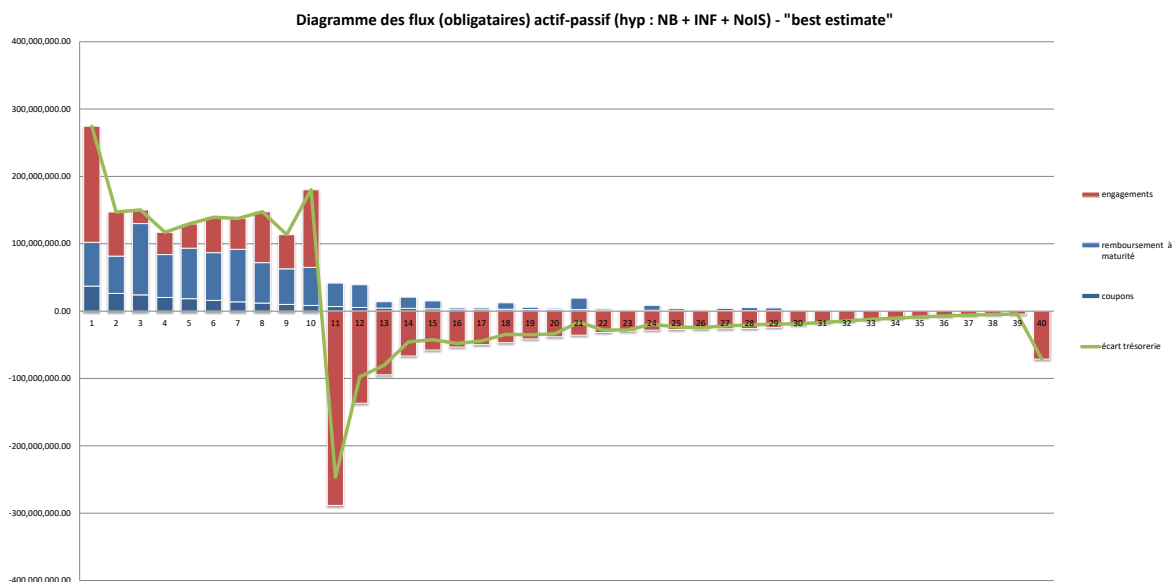
- premier diagramme :
 - bâtonnets bleus foncés représentent les flux de coupons.
 - bâtonnets bleus clairs représentent les flux de remboursement issus des obligations arrivées à maturité.
 - bâtonnets rouges représentent les flux de passifs nets (primes, sinistres, frais, ...).
- second diagramme :
 - en plus des flux financiers des actifs obligataires les flux d'actifs contiennent également les flux de dividendes (actions et immobilier).

Les observations suivantes peuvent être faites sur les deux diagrammes :

1. Un gap de trésorerie (encaissements nets de décaissements) nettement positif sur les 10 premières années de projection, dû à la prise en compte des affaires nouvelles et donc aux flux de primes relativement élevées (plus élevées que la charge sinistre net de frais).
2. Malgré l'activation de la stratégie d'investissement, on observe des écarts de trésorerie négatifs sur les périodes suivantes : 11 à 12, 22 à 23, 27, 31 à 33 et 37. La prise en compte des flux de dividendes trop faibles ne permet pas de combler ces manques de trésorerie (même si ces derniers permettent d'atténuer certains écarts de trésorerie négatifs). Globalement la stratégie mise en place permet de financer les engagements à venir. Par la suite des flux d'actifs sans dividendes seront présentés (apport non significatif).

Ci-dessous deux diagrammes représentant les flux entrant et sortant selon les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « NoIS » : désactivation de la stratégie d'investissement.



La désactivation de la stratégie d'investissement a pour conséquence de bloquer toutes les transactions d'achats/ventes durant la projection. On observe ainsi l'écoulement des actifs issus du stock (stock à la date de clôture).

Les principales observations sont les suivantes :

1. La désactivation de la stratégie d'investissements provoque une diminution importante (près de 47%) des flux d'actifs sur l'ensemble de la projection. Cette observation est plus marquée au-delà de 10 années de projection, en effet une part importante (près de 80%¹²) des actifs issus du stock de départ arrive à maturité.
2. Sur les 10 premières années, l'apport des affaires nouvelles permet d'obtenir des flux nets positifs.
3. Un écart de trésorerie négatif apparaît à partir de la 11^{ème} année de projection jusqu'à la fin, cette période correspond à la fin de la prise en compte des affaires nouvelles (moins de flux entrants). De plus la diminution des flux d'actif (principalement remboursement, ils représentent près de 78% des flux issus d'obligations) contribue à l'accroissement d'écart de trésorerie négatif. Le

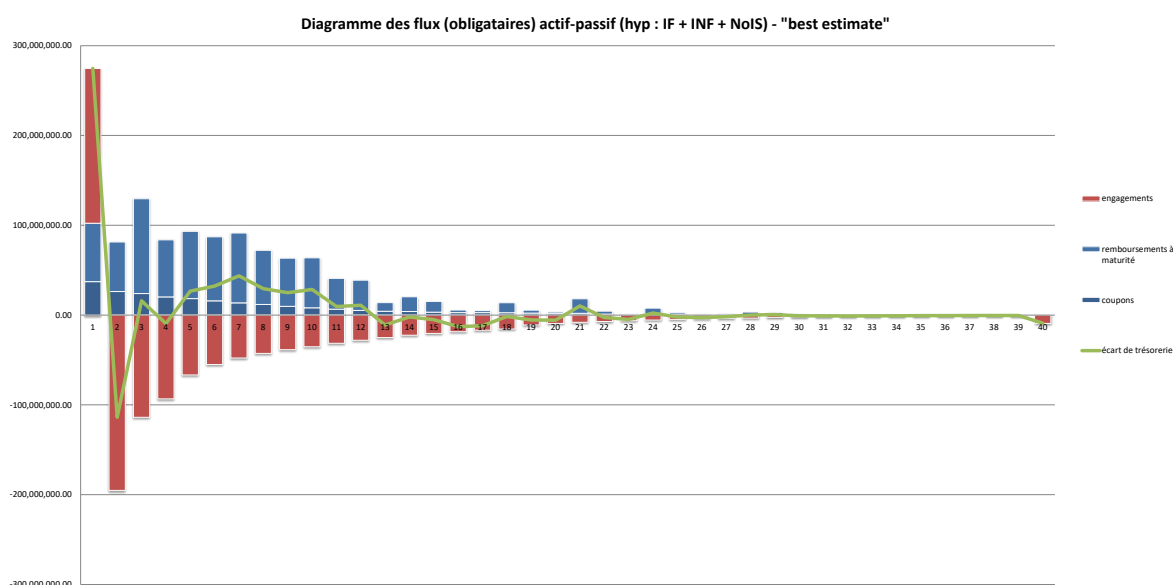
¹² Uniquement valable pour les actifs obligataires, contre 38% des lors que la stratégie d'investissement est active

stock des actifs obligataires ayant une maturité de plus de 11 années est assez faible (environ 16%).

4. Même constat que précédemment, l'apport des revenus courants action et immobilier ne suffit pas à combler les écarts de trésorerie négatifs mais contribue à les atténuer (en prenant en compte les flux de dividendes : les flux de coupons, de remboursements et de dividendes représentent respectivement : 16%, 57% et 27% de l'ensemble des flux).

Ci-dessous un diagramme représentant les flux entrant et sortant selon les hypothèses suivantes :

- « IF » : prise en compte des contrats en stock uniquement.
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « NoIS » : désactivation de la stratégie d'investissement.



Observations :

Sur le diagramme ci-dessus, on observe une seule année de primes (hypothèse de « run off »). L'écart de trésorerie négatif survient entre les années 2 et 4, puis 13 à 20. L'écart de trésorerie négatif intervient dans les deux cas (avec et sans « new business ») l'année suivant la dernière année de prise en compte de primes. Ainsi les sinistres engendrés par ces flux de primes sont particulièrement marqués sur l'année suivant l'arrêt de la prise en compte des affaires nouvelles. Cette observation est expliquée par :

- Les années qui intègrent des flux de primes, ont des flux de sinistres (négatifs) moins importants que les flux de primes (positifs), raison pour laquelle on observe alors un flux net positif. Ainsi les flux de passifs nets négatifs apparaissent dès lors qu'il n'y a plus de prise en compte de flux de primes.
- La construction de la chronique de flux de passif (modélisation déterministe) en hypothèse de « run-off » suggère une forte sinistralité sur les premières années, puisque la moitié des prestations de sinistres ont lieu au bout de deux ans. Dès lors que l'on ajoute 10 années de primes, il faut attendre la sixième année de projection pour observer un niveau de sinistralité similaire.

Pour plus de détail : cf. annexe n°21 [écoulement des flux de passif (primes, réserves et sinistres)]

Conclusion :

Les actifs issus du stock sont plus que suffisants pour couvrir les 10 premières années de flux, ils sont même trop importants. La 11^{ème} année, correspond à la première année sans apport de nouvelles primes, on observe que malgré l'activation de la stratégie d'investissement les flux d'actifs ne sont pas suffisants. Sur cette année de projection, le « cash-flow matching » n'est pas satisfaisant, d'autant que la sinistralité semble assez élevée (flux de passifs très négatif), il faudrait revoir le profil d'investissement afin d'acheter des obligations plus longues. A partir de la 12^{ème} année de projection la mise en œuvre de la stratégie d'investissement permet en moyenne de rendre l'écart de trésorerie positif ou quasiment nul (dû également à des flux de passifs moins négatifs).

7.1.4. Ecart de duration actif passif

L'étude de la duration a pour objectif d'évaluer la structure des flux de l'actif et du passif afin de quantifier l'écart de duration (ou « gap duration »). Cette analyse tient compte également des principaux chocs auquel le passif de prévoyance/santé est sensible. Ces stress sont appliqués directement dans les modèles déterministes, voici la liste et la nature de ces chocs :

- Choc de niveau de mortalité (appliqué au coefficient de mortalité), ce choc de tendance est appliqué tout au long de la projection (défini par « MORT_LEVEL »).
- Choc de niveau et de volatilité (appliqué au coefficient de morbidité), ce choc de tendance et d'intensité est également appliqué tout au long de la projection (défini par « MORB_LEVEL » pour le choc de niveau et « MORB_VOLA » pour le choc de volatilité).
- Choc sur les coûts relatifs à la première année de « new business » (défini par « NEW_BUS_EXP »).

La prise en compte de flux de passifs choqués permet d'obtenir en plus de la duration de passif « Best Estimate », un intervalle de duration pour le passif.

1. Ci-dessous les observations de durations¹³ (et de convexité¹⁴), selon les hypothèses :

- « NB » : prise en compte de primes de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

| sensibilités | duration passif | duration actif | GAP duration actif-passif | convexité passif | convexité actif | GAP convexité actif-passif |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| BE | -12.614 | 2.390 | -10.224 | 324.465 | -78.676 | -403.141 |
| MORT_LEVEL | -12.621 | 2.390 | -10.231 | 320.617 | -78.676 | -399.293 |
| MORB_LEVEL | -12.583 | 2.390 | -10.193 | 294.519 | -78.676 | -373.194 |
| MORB_VOLA | -12.586 | 2.390 | -10.196 | 287.760 | -78.676 | -366.436 |
| NEW_BUS_EXP | -12.623 | 2.390 | -10.233 | 309.231 | -78.676 | -387.907 |
| MIN | -12.623 | | -10.233 | 287.760 | | -403.141 |
| MAX | -12.583 | | -10.193 | 324.465 | | -366.436 |
| AVG | -12.605 | | -10.215 | 307.318 | | -385.994 |

2. Ci-dessous les observations de durations (convexité), selon les hypothèses :

- « IF » : prise en compte du stock uniquement.
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

| sensibilités | duration passif | duration actif | GAP duration actif-passif | convexité passif | convexité actif | GAP convexité actif-passif |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| BE | -3.951 | 2.390 | -1.561 | -293.905 | -78.676 | 215.229 |
| MORT_LEVEL | -3.959 | 2.390 | -1.568 | -294.165 | -78.676 | 215.489 |
| MORB_LEVEL | -3.924 | 2.390 | -1.534 | -292.851 | -78.676 | 214.175 |
| MORB_VOLA | -3.927 | 2.390 | -1.537 | -291.994 | -78.676 | 213.319 |
| NEW_BUS_EXP | -3.959 | 2.390 | -1.569 | -289.305 | -78.676 | 210.629 |
| MIN | -3.959 | | -1.569 | -294.165 | | 210.629 |
| MAX | -3.924 | | -1.534 | -289.305 | | 215.489 |
| AVG | -3.944 | | -1.554 | -292.444 | | 213.768 |

3. Ci-dessous les observations de durations (convexité), selon les hypothèses :

- « NB » : prise en compte de primes de « new business ».
- « NoINF » : pas de prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

| sensibilités | duration passif | duration actif | GAP duration actif-passif | convexité passif | convexité actif | GAP convexité actif-passif |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| BE | -10.982 | 2.390 | -8.592 | 411.292 | -78.676 | -489.968 |
| MORT_LEVEL | -10.989 | 2.390 | -8.599 | 405.873 | -78.676 | -484.549 |
| MORB_LEVEL | -10.972 | 2.390 | -8.582 | 369.209 | -78.676 | -447.885 |
| MORB_VOLA | -10.976 | 2.390 | -8.585 | 359.639 | -78.676 | -438.315 |
| NEW_BUS_EXP | -10.991 | 2.390 | -8.601 | 388.423 | -78.676 | -467.099 |
| MIN | -10.991 | | -8.601 | 359.639 | | -489.968 |
| MAX | -10.972 | | -8.582 | 411.292 | | -438.315 |
| AVG | -10.982 | | -8.592 | 386.887 | | -465.563 |

¹³ Effective duration, défini en section 3.1.3

¹⁴ Effective convexité, défini en section 3.1.3

Observations :

1. Le premier tableau nous indique que l'écart de duration moyen est de -10.2 années, ce qui est (trop) élevé.
2. Le second tableau, contient les écarts de duration sans prise en compte des affaires nouvelles, ce qui réduit considérablement l'écart de duration, qui passe de -10.2 à -1.5 années. Par différence, on peut donc estimer que la prise en compte des affaires nouvelles (10 années) rallonge la duration du passif d'environ 7.8 années.
3. Le dernier tableau, affiche quant à lui un écart de duration moyen de -8.6 années. Ainsi en faisant le même calcul simplificateur, on peut estimer que la prise en compte de l'inflation dans le calcul de la revalorisation allonge la duration du passif de 1.4 années. Comme nous l'avons vu précédemment, la chronique de taux d'inflation moyenne est croissante sur les 11 premières années, ceci a pour conséquence de faire grossir les flux entre les années 9 et 11 et ainsi déplacer le barycentre des flux de passif.
L'écart de convexité entre l'actif et le passif, important, indique que lors d'un choc non uniforme de la courbe des taux, la duration du passif va se déformer plus rapidement que celle de l'actif et ainsi d'avantage creuser l'écart de duration.

Conclusion :

Dans tous les cas la duration du passif est plus longue que celle de l'actif (écart de duration négatif). Les écarts de duration moyens respectivement observés a -9.3 (NB), -1.5 (IF) et -7.9 (NB+INF) années sont élevés. Ces écarts de duration négatifs sont expliqués par :

- Les engagements de prévoyance/santé sont intégrés au portefeuille général Allianz IARD, qui regroupe majoritairement des engagements à branches courtes (plus de 80% des provisions techniques).
- Les rentes de prévoyance (invalidité) ont un développement long (90% des flux de sinistres sont écoulés au bout de 12 ans).

Ainsi la maturité (trop courte) des investissements du portefeuille général d'Allianz IARD ne sont pas adaptés à des engagements de rentes qui ont un écoulement plus long que les engagements non-vie plus courts et majoritaires au sein du canton. Une solution serait de cantonner ces engagements afin de leur appliquer une politique d'investissements dédiée.

7.1.5. Profils de risque de taux d'intérêt et d'inflation

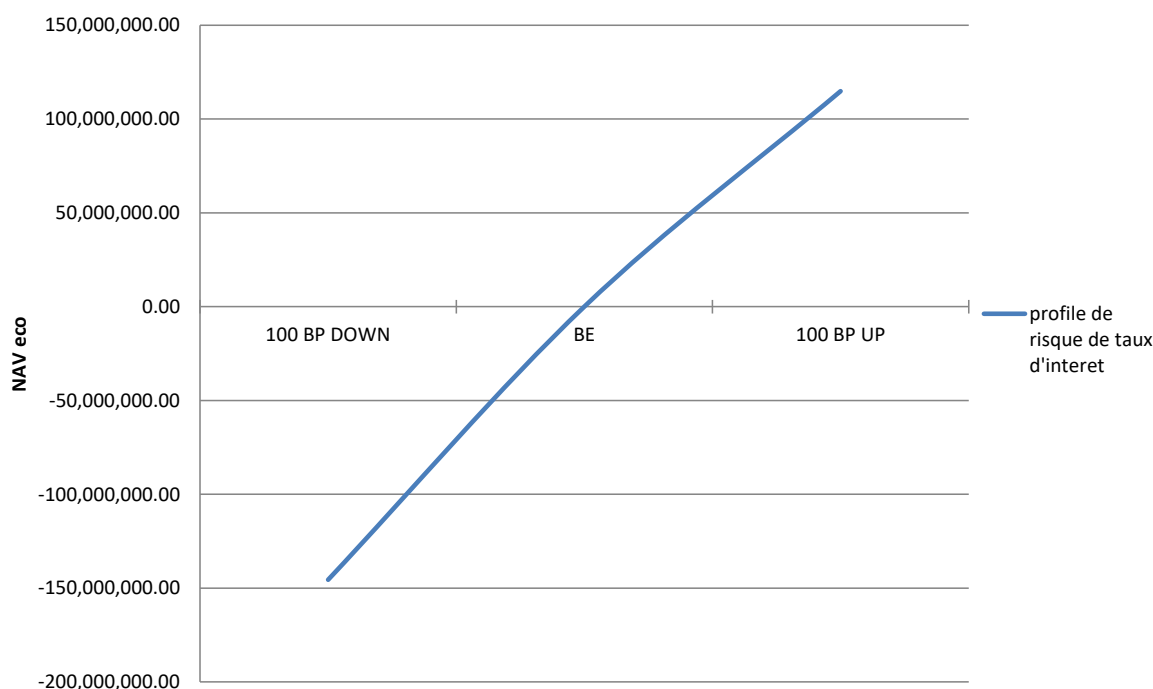
L'objectif de l'étude des profils de risque permet de quantifier la perte/gain potentiel de « NAV » pour « Net Asset Value¹⁵ » en cas de chocs selon un facteur de risque donné (dans notre cas taux d'intérêt et inflation). Cette section a pour but de confirmer les conclusions issues des analyses précédentes.

Ci-dessous le profil de risque de taux, selon les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de primes de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

¹⁵ « Net Asset Value » correspond à l'actif net en valeur économique, elle est calculée tel que $NAV = \text{actif en valeur de marché} - \text{passif en valeur de transfert}$

profile de risque (NAV) - taux d'interet



| profile de risque de taux d'interet | | |
|-------------------------------------|------|----------------|
| 100 BP DOWN | BE | 100 BP UP |
| -145,559,651.85 | 0.00 | 114,821,881.39 |

Observations :

- Gain de NAV lors d'un choc de taux à la hausse (+100 points de base sur la chronique de taux nominaux) :
 - la hausse des taux, a pour conséquence :
 - i. de faire baisser la valeur de marché des instruments de taux, en effet le marché propose alors des instruments de taux plus rémunérateurs.
 - ii. de faire baisser la valeur du passif économique puisque les déflateurs sont plus faibles.
- ⇒ Ainsi la valeur économique du passif étant plus sensible aux variations de taux, elle diminue davantage que la valeur de marché de l'actif. La NAV étant calculée comme la différence de valorisation de l'actif par rapport au passif, dans le cas présent elle augmente.

- Perte de NAV lors d'un choc de taux à la baisse (-100 points de base sur la chronique de taux nominaux, avec un « floor » à zéro) :
 - la baisse des taux a pour conséquences :
 - i. d'augmenter la valeur de marché des instruments de taux ; en effet le marché propose alors des instruments de taux moins rémunérateurs.
 - ii. de faire augmenter la valeur du passif économique puisque les déflateurs sont plus forts.
- ⇒ Ainsi la valeur économique du passif augmente plus que rapidement la valeur de marché de l'actif. Par différence de valorisation, la NAV diminue, ce qui a pour conséquence de diminuer la NAV.

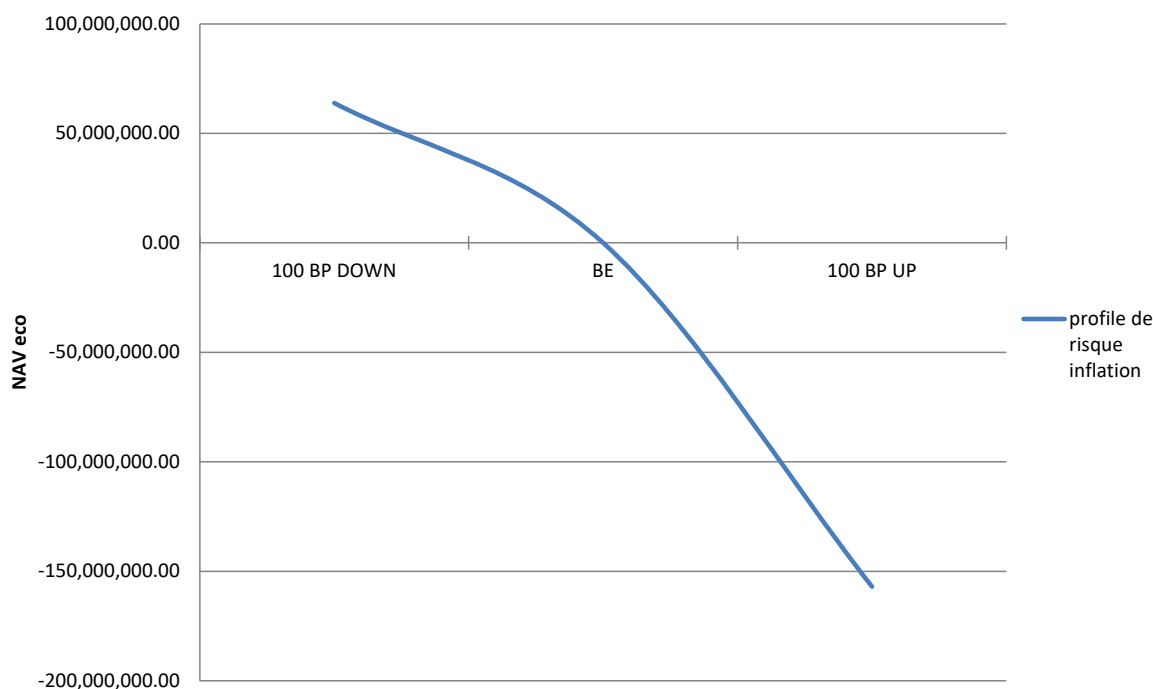
Conclusion :

Risque pour l'assureur en cas de baisse des taux. Le profil de risque de taux est presque linéaire, cela suggère que la perte potentielle est proche du gain. Il est tout de même à signaler que la perte de NAV en cas de baisse des taux est plus forte (-145 M€) tandis que le gain (+114 M€) est légèrement moins important. Les observations sur le profil de taux sont en ligne avec les observations de duration.

Ci-dessous le profil de risque inflation, selon les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de primes de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

profile de risque (NAV) - inflation



| profile de risque inflation | | |
|-----------------------------|------|-----------------|
| 100 BP DOWN | BE | 100 BP UP |
| 63,859,708.58 | 0.00 | -157,005,153.86 |

Observons :

- Gain en NAV lors d'un choc inflation à la baisse (+100 points de base pour la chronique des taux réels, la chronique des taux nominaux reste inchangée) :
 - la baisse des taux d'inflation, a pour conséquence :
 - de diminuer la valeur de marché des instruments indexés à l'inflation, en effet leur valorisation dépend directement des niveaux d'inflation observés.
 - de diminuer la valeur du passif économique puisque les flux revalorisés de l'inflation sont plus faibles.
- ⇒ Comme pour le risque de taux d'intérêts, la valeur économique du passif est plus sensible à l'inflation que l'actif, elle diminue donc davantage que la valeur de marché de l'actif. Par différence, la NAV augmente.
- Perte en NAV lors d'un choc d'inflation à la hausse (-100 points de base pour la chronique des taux réels, la chronique des taux nominaux reste inchangée) :
 - la hausse de l'inflation, a pour conséquences :
 - d'augmenter la valeur de marché des instruments indexés à l'inflation.
 - de diminuer la valeur du passif économique (flux revalorisés de l'inflation plus élevés).
- ⇒ Comme précédemment, la valeur économique du passif étant plus sensible elle augmente davantage que la valeur de marché de l'actif, la NAV diminue.

Conclusion :

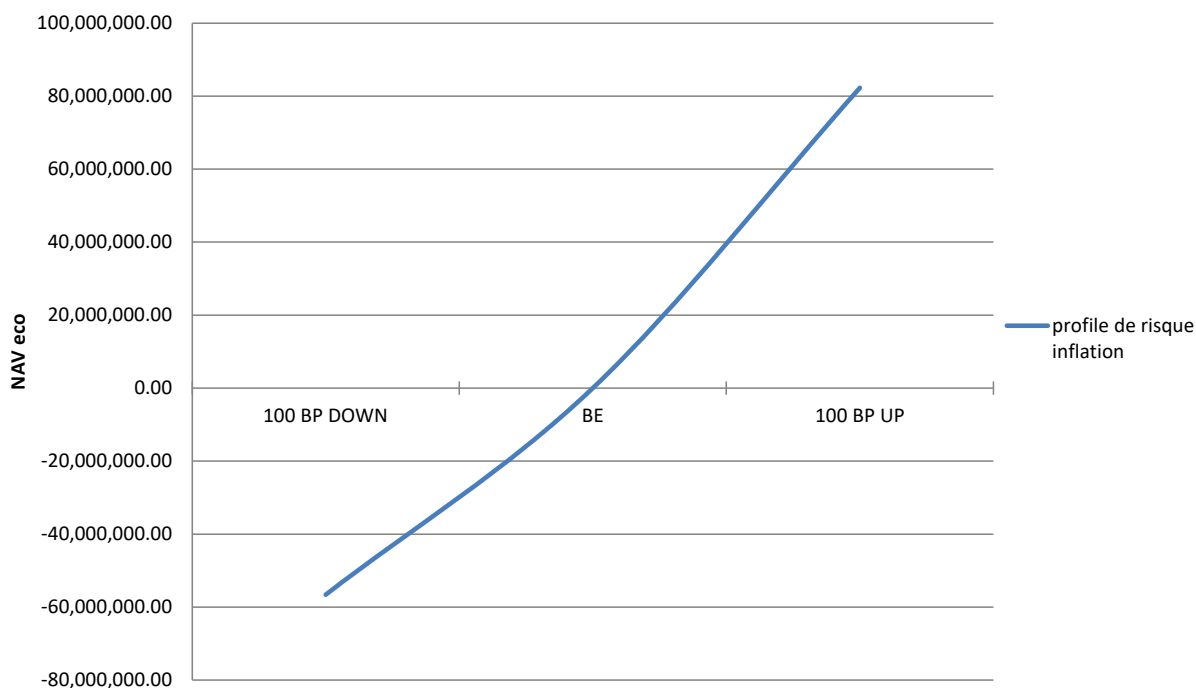
Risque pour l'assureur en cas de hausse de l'inflation, le profil convexe suggère que la perte potentielle est bien plus élevée que le gain. La perte en NAV en cas de hausse des taux d'inflation est plus forte -157 M€ tandis que le gain en NAV n'est que de +63 M€.

L'actif est trop peu sensible à l'inflation par rapport au passif il est nécessaire d'augmenter sa sensibilité à l'inflation (en ajoutant par exemple des obligations indexées à l'inflation).

Ci-dessous le profil de risque inflation, selon les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de primes de « new business ».
- « NoINF » : non prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

profil de risque (NAV) - inflation



| profil de risque inflation | | |
|----------------------------|------|---------------|
| 100 BP DOWN | BE | 100 BP UP |
| -56,606,898.31 | 0.00 | 82,271,390.17 |

Observations :

- Une inversion du profil de risque inflation par rapport au profil précédemment présenté. En effet dès lors que le passif est « déconnecté » de la revalorisation d'inflation, il devient insensible. Dans ce cas seul l'actif du bilan est sensible aux variations de l'inflation, le risque est donc dépendant de la variation de valeur de marché de l'actif uniquement.
 - ⇒ Gain de NAV dès lors que l'inflation augmente : augmentation de la valeur de marché des titres indexés à l'inflation.
 - ⇒ Perte de NAV en cas de baisse de l'inflation : les obligations indexées perdent de leur valeur par rapport à la situation non choquée.

Conclusion :

La prise en compte de l'inflation dans la revalorisation, a un impact très important sur le profil de risque inflation. La compagnie est en risque en cas de baisse des taux d'intérêts et de hausse de l'inflation, ainsi la stratégie d'allocation doit couvrir une baisse des taux ainsi qu'une hausse de l'inflation.

7.2. Analyse stochastique permettant de confirmer les observations de l'analyse déterministe

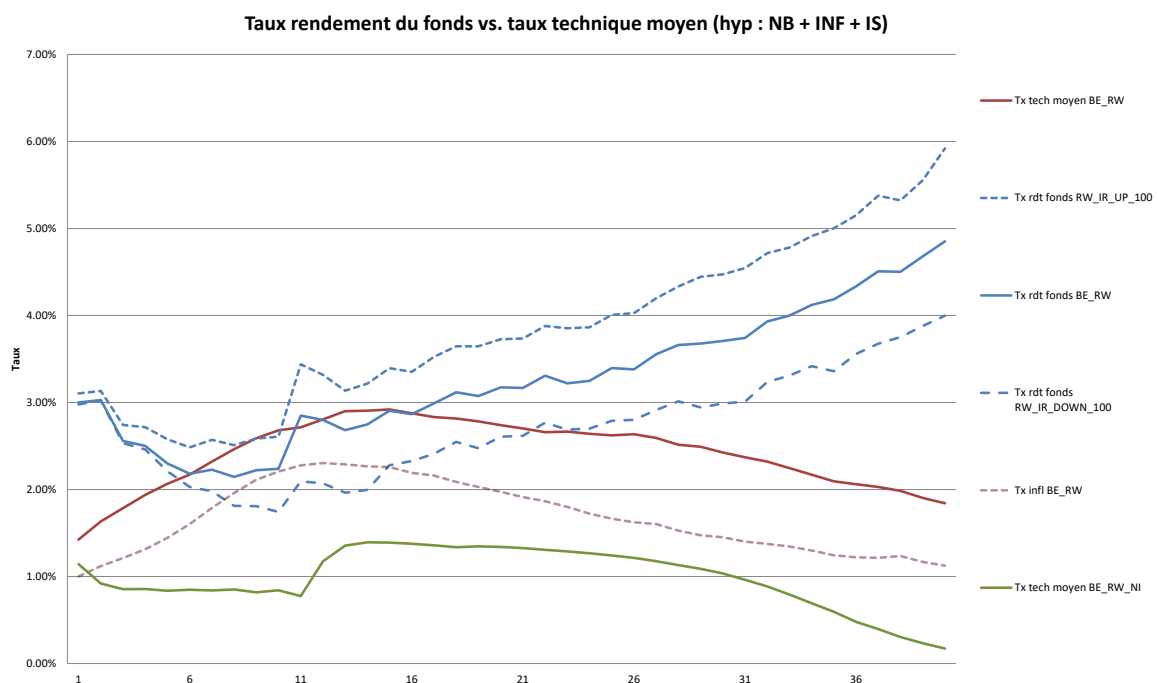
7.2.1. Objectifs/étapes de l'étude Stochastique

Dans un premier temps il est nécessaire d'affiner la quantification de certains indicateurs tels que les rendements du fonds, la duration et les profils de risque associés. En effet l'étude stochastique permet de mettre en exergue via les trajectoires aléatoires les options et garanties (via les trajectoires éloignées de la trajectoire moyenne). Dans notre cas le passif n'est pas optionnel (prévoyance santé) en revanche les garanties de taux peuvent être assez fortes et donc significatives sur le résultat d'assurance. De plus l'étude stochastique permet de faire des analyses sur la distribution d'un facteur de risque ce qui peut être intéressant pour les calculs de « Value at Risk ».

7.2.2. Taux de rendements financiers du fonds versus des taux garantis

Ci-dessous un graphique représentant le taux de rendement financier du fonds et le taux technique moyen du fonds sous les hypothèses suivantes :

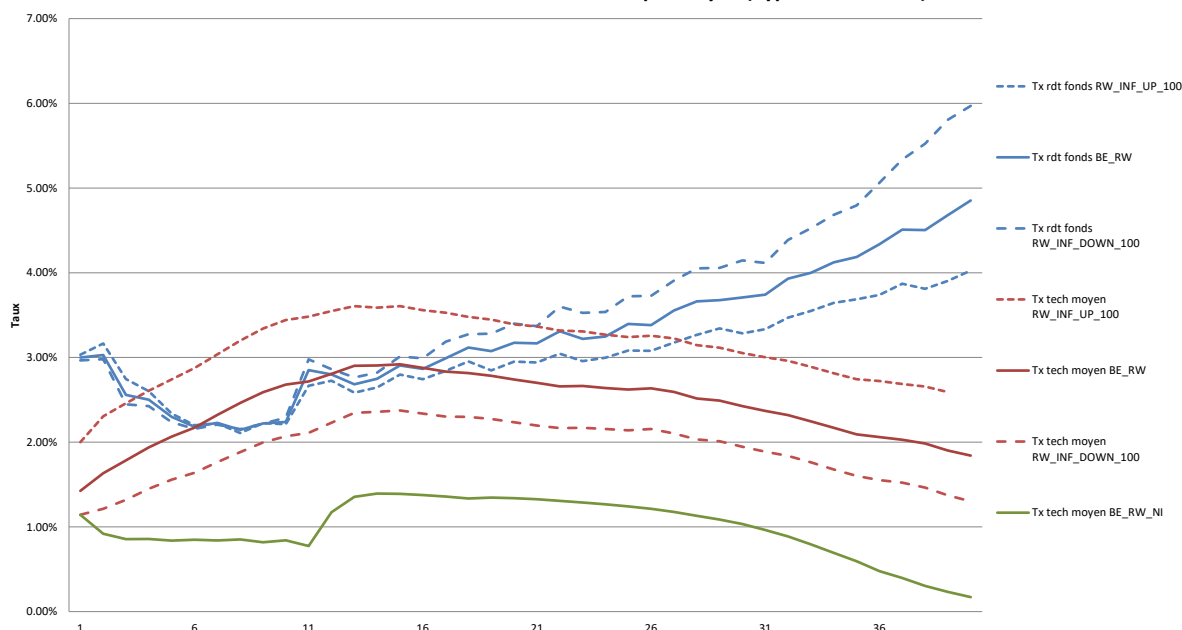
- « NB » : prise en compte de « new business ».
- « INF » & « NoINF » : prise en compte (et de non prise en compte) de l'inflation dans les taux techniques garantis.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.
- l'inflation n'est pas choquée (« uniquement « best estimate »),
- les taux sont choqués à la hausse et à la baisse (± 100 BP) :



Observations :

- Une hausse (+0.7% en moyenne) de la chronique moyenne des taux techniques garantis. Cette hausse résulte d'une inflation stochastique moyenne plus élevée qu'en scénario déterministe. De plus le mode de calcul de la revalorisation des garanties ne tient pas compte des trajectoires déflationnistes.
- Scénario de hausse des taux d'intérêt de 100 bps :
 - Le rendement financier moyen est globalement suffisant au financement des garanties (excepté pour les années 9 et 10).
- Scénario « central » :
 - Le rendement financier moyen du fonds n'est pas suffisant sur les années allant de 7 à 10 et 12 à 16 correspondants à des périodes de forte inflation.
- Scénario de baisse des taux d'intérêt de 100 bps :
 - Le rendement financier moyen du fonds est globalement insuffisant (années projetées allant de 6 à 21). Les rendements financiers sont affectés par la baisse des taux d'intérêts : les revenus de coupons des obligations acquises durant la projection sont plus faibles et ne permettent pas de financer les taux techniques.

Taux rendement du fonds vs. taux technique moyen (hyp : NB + INF + IS)



Observations :

- De façon générale, les rendements financiers sont peu sensibles aux chocs d'inflation (les courbes bleues en pointillés sont proches de la courbe bleue). En revanche le taux technique réévalué de l'inflation est quant à lui très sensible à l'inflation (inflation stochastique supérieure au taux technique).
- Scénario de hausse de l'inflation de 100 bps :
 - Le taux de rendement financier ne permet plus de financer les taux techniques retraités de l'inflation à partir de la 4ème année de projection.
- Scénario « central » :
 - Le constat est similaire que pour le scénario de hausse inflation (le défaut de financement de la garantie intervient en année 6).
- Scénario de baisse de l'inflation de 100 bps :
 - Contrairement aux 2 environnements économiques précédant, la baisse de l'inflation permet le financement des taux techniques garantis (l'écart de sensibilité à l'inflation entre l'actif et le passif est dans ce cas favorable).

Conclusion :

- Les régimes : « best estimate » et de baisse des taux ont des impacts significatifs avec potentiellement de fortes pertes pour l'actionnaire.
- Conclusion similaire pour le régime de hausse de l'inflation.

7.2.3. Etudes statistiques (taux de rendements financiers, taux garantis, utilisation des « buffers », profit actionnaire)

Il peut être intéressant d'observer les effets des différentes trajectoires stochastiques, permettant par exemple l'étude de probabilités, de distributions.

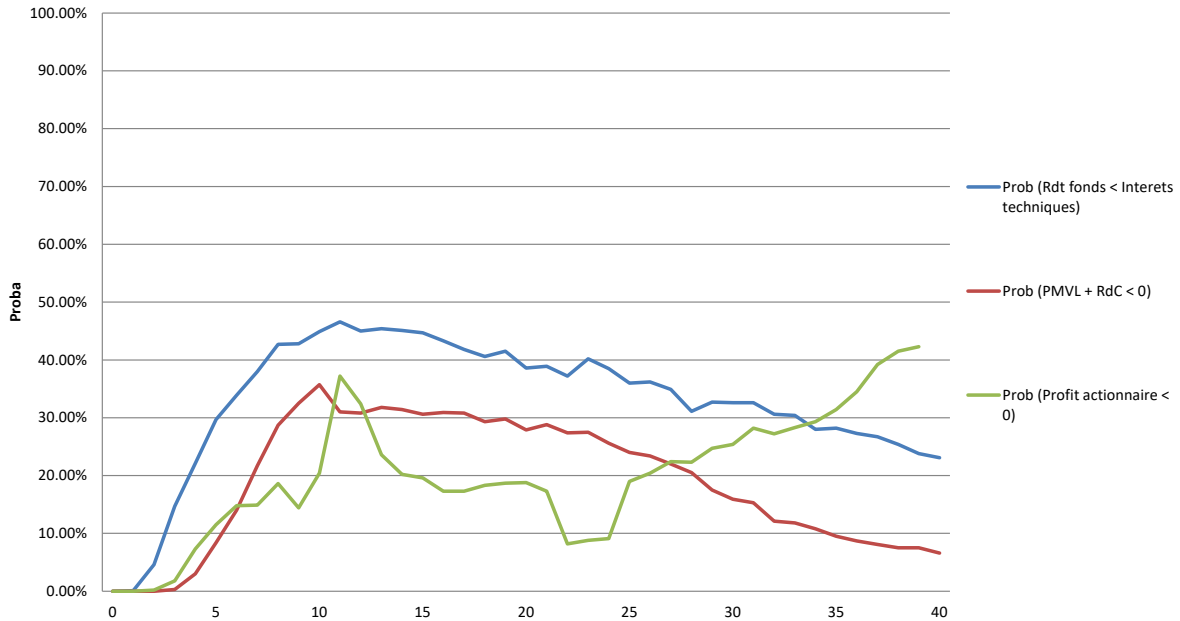
Ci-dessous une représentation des probabilités suivantes :

- Taux de rendement financier inférieur au taux technique : $\mathbb{P}(\text{Taux rendement } \varphi < \text{taux technique})$
- Le « buffer » : plus-value latente (PVL) et réserve de capitalisation (RdC) soit négatif : $\mathbb{P}(PVL + RdC < 0)$
- Profit actionnaire négatif : $\mathbb{P}(\text{profit actionnaire avant taxes} < 0)$

Ces probabilités, annuelles, « best estimate », sont obtenues, sous les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques garantis.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

Probabilités - autres indicateurs de pilotage



Observations :

- La probabilité que le rendement financier soit inférieur au taux technique est de 29.70% à t = 5 ans et 44.90% à t = 10 ans. La probabilité maximale est atteinte sur l'année de projection n°11 (46.60%), cette observation est en ligne avec la première partie de l'étude qui montrait une carence de rendements financiers à partir de la 11^{ème} année de projection.
- La probabilité que les « buffers » soient négatifs (Σ plus-values latentes < 0 et réserve de capitalisation nulle) est de 8.40% à t = 5 ans et 35.70% à t = 10 ans (valeur maximale sur toute la projection).
- La probabilité que le profit actionnaire soit négatif est de 11.50% à t = 5 ans et de 20.40% à t = 11 ans (le maximum est atteint en fin de projection). Cette observation est également en ligne avec les observations de taux rendement financier (et taux techniques).

Conclusion :

Cette analyse des probabilités est en ligne avec l'étude des taux de rendement : à savoir qu'au bout de la 11^{ème} année il y a une insuffisance des produits financiers, une perte actionnaire majeure, non compensées par les buffers.

Cette analyse illustre une fois de plus la forte sensibilité des engagements de passif à l'inflation, actuellement non couverte par la stratégie d'allocations d'actifs.

7.2.4. Analyse de l'écart de durée actif passif

Ci-dessous les observations de durations (convexités), selon les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de primes de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

| sensibilités | duration passif | duration actif | GAP duration actif-passif | convexité passif | convexité actif | GAP convexité actif-passif |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| BE | -16.048 | 2.389 | -13.660 | 480.041 | -78.691 | -558.732 |
| MORT_LEVEL | -16.056 | 2.389 | -13.668 | 475.946 | -78.691 | -554.637 |
| MORB_LEVEL | -16.002 | 2.389 | -13.613 | 447.332 | -78.691 | -526.023 |
| MORB_VOLA | -16.005 | 2.389 | -13.617 | 439.878 | -78.691 | -518.568 |
| NEW_BUS_EXP | -16.058 | 2.389 | -13.669 | 462.769 | -78.691 | -541.460 |
| MIN | -16.058 | | -13.669 | 439.878 | | -558.732 |
| MAX | -16.002 | | -13.613 | 480.041 | | -518.568 |
| AVG | -16.034 | | -13.645 | 461.193 | | -539.884 |

Observations :

- La duration moyenne du passif augmente, elle passe de 10.2 années (analyse déterministe) à 13.6 années. L'écart de duration augmente donc de 3.4 années. Les trajectoires stochastiques extrêmes génèrent une forte inflation au pas de projection 11. Ainsi le barycentre des flux de passif s'est déplacé (augmente). La revalorisation des flux de passif de l'inflation via la revalorisation du taux technique est la source de cet impact.
- Il en va de même pour l'écart moyen de convexité qui passe de -385 (analyse déterministe) à -539 ce qui implique une potentielle forte dérive du GAP de duration en cas de mouvement non uniforme de la courbe des taux.

Ci-dessous les observations de durations (convexités), selon les hypothèses suivantes :

- « IF » : non prise en compte de primes de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

| sensibilités | duration passif | duration actif | GAP duration actif-passif | convexité passif | convexité actif | GAP convexité actif-passif |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| BE | -4.400 | 2.389 | -2.012 | -271.661 | -78.691 | 192.970 |
| MORT_LEVEL | -4.408 | 2.389 | -2.020 | -272.005 | -78.691 | 193.314 |
| MORB_LEVEL | -4.360 | 2.389 | -1.971 | -272.264 | -78.691 | 193.573 |
| MORB_VOLA | -4.362 | 2.389 | -1.973 | -271.839 | -78.691 | 193.149 |
| NEW_BUS_EXP | -4.408 | 2.389 | -2.019 | -268.026 | -78.691 | 189.335 |
| MIN | -4.408 | | -2.020 | -272.264 | | 189.335 |
| MAX | -4.360 | | -1.971 | -268.026 | | 193.573 |
| AVG | -4.388 | | -1.999 | -271.159 | | 192.468 |

L'écart de duration actif-passif moyenne sans prise en compte d'affaires nouvelles est de 2 années (négatif). La prise en compte des affaires nouvelles (10 années de primes) augmente la duration du passif de 11 années.

La convexité du passif est plus forte, ceci expose l'actionnaire à une augmentation de l'écart de duration (en cas du mouvement de taux, l'augmentation de la duration du passif sera plus forte que celle de l'actif).

Conclusion :

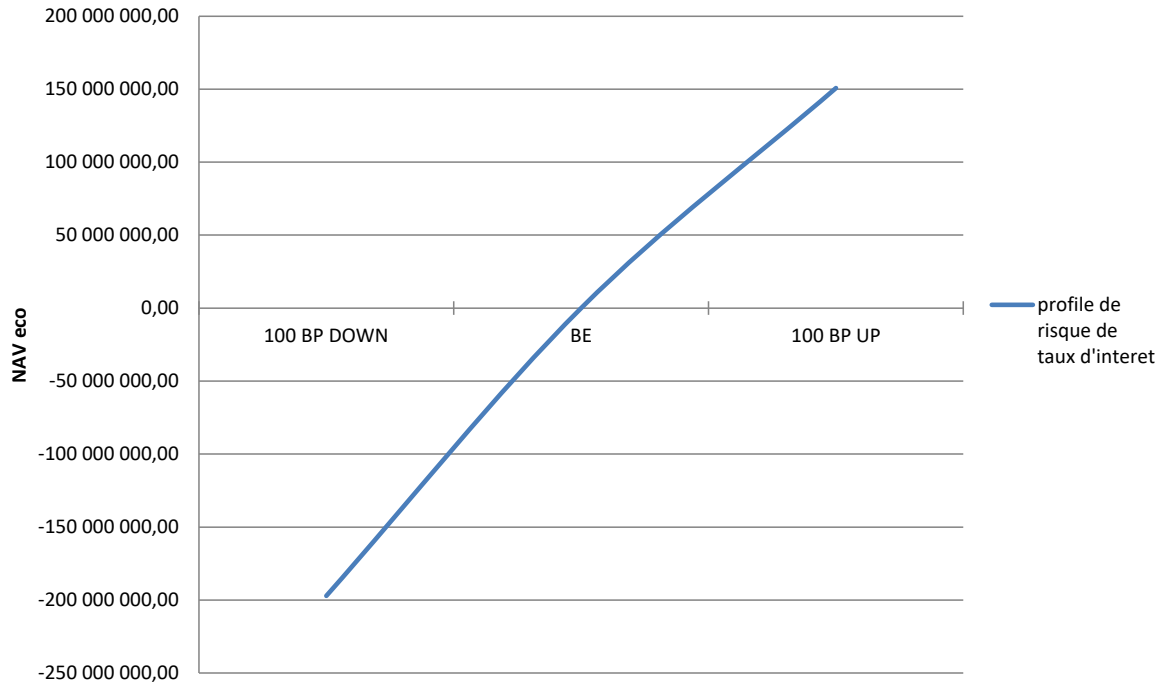
L'écart de duration actif-passif est négatif (très fortement négatif avec prise en compte de primes futures), ce qui expose l'actionnaire à un risque élevé en cas de baisse des taux.

7.2.5. Profils de risque de taux d'intérêt et d'inflation

Ci-dessous les profils de taux d'intérêt et inflation, selon les hypothèses :

- « NB » : prise en compte de primes de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.

profile de risque (NAV) - taux d'interet

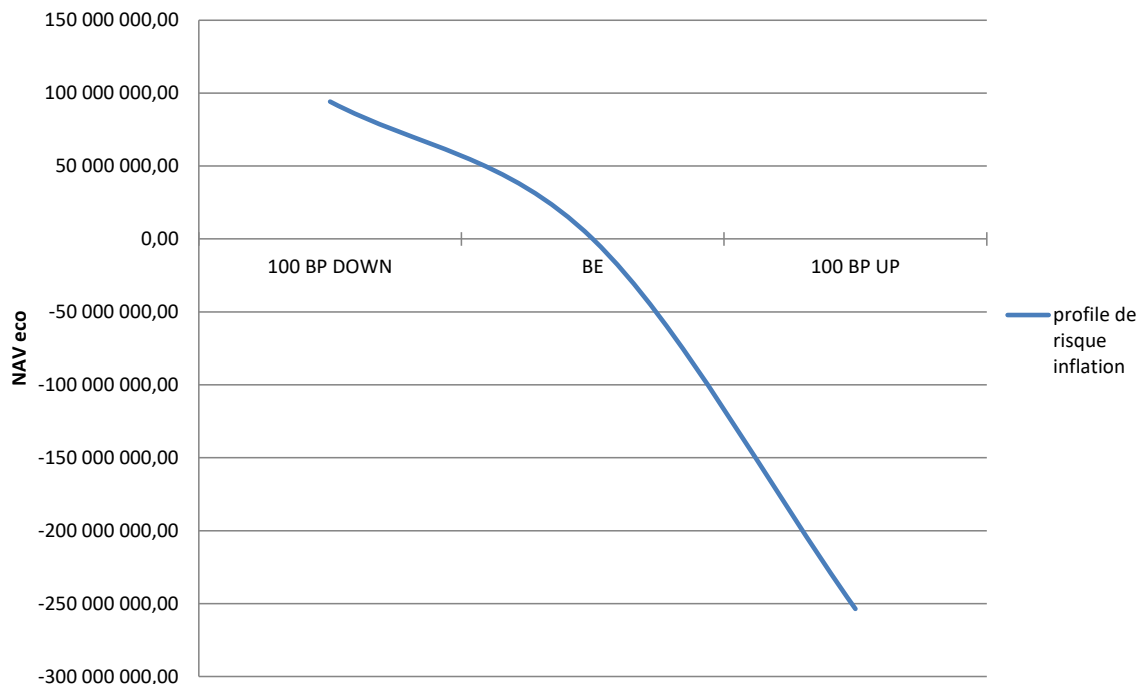


| profile de risque de taux d'interet | | |
|-------------------------------------|------|----------------|
| 100 BP DOWN | BE | 100 BP UP |
| -197 128 916,63 | 0,00 | 150 762 919,03 |

Observations :

Ce profil est similaire au profil observé lors de l'étude déterministe (presque linéaire). On observe un gain en NAV de 150 M€ en cas de hausse des taux (100 points de base) et une perte de 197 M€ en cas de baisse (même niveau).

profile de risque (NAV) - inflation



| profile de risque inflation | | |
|-----------------------------|------|-----------------|
| 100 BP DOWN | BE | 100 BP UP |
| 94 152 997,54 | 0,00 | -253 606 275,78 |

Observations :

Comme pour le risque de taux, le profil inflation présenté ci-dessus est similaire au profil observé lors de l'étude déterministe (profil convexe).

- La perte de « NAV » est de 253 M€, elle intervient en cas de hausse de 100 points de base de l'inflation. Le passif (taux technique indexé inflation) plus sensible que l'actif (obligations indexées inflation) au facteur d'inflation augmente plus que l'actif ce qui réduit la « NAV ».
- Inversement le gain de « NAV » est de 94 M€, en cas de baisse de l'inflation, les flux de passif baissent plus que ceux d'actifs, ce qui augmente la « NAV ».

Conclusion :

- Conclusion similaire à celle émise lors de l'analyse déterministe (la compagnie est en risque en cas de baisse des taux d'intérêts et de hausse de l'inflation).
- La perte potentielle associée à une hausse de l'inflation est assez élevée 253 M€, il est nécessaire de couvrir le portefeuille à une hausse de l'inflation (et dans une moindre mesure à la baisse des taux).

7.2.6. Définition de la métrique ALM utilisée « PVFP monde réel »

La variable étudiée est une « PVFP » (pour « Présent Value of Futur Profit ») représentant la somme actualisée du résultat d'assurance projeté (univers d'étude monde réel). A ne pas confondre avec la PVFP en univers risque neutre permettant le calcul du coût des options et garanties (cout des « O&G¹⁶ » ou « TVOG » pour « Time Value of O&G ») Dans notre cas nous utiliserons cette métrique (pratique d'utilisation) comme mesure de la rentabilité.

Pour rappel, la « PVFP » stochastique moyenne est calculée telle que :

$$\overline{PVFP} = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} PVFP_i$$

La « PVFP » correspondant à la trajectoire stochastique « i » est calculée comme :

$$PVFP_i = \sum_{t=1}^{40} R_{t,i} * e^{-Tx_i(0,t)*t}$$

Avec :

- $R_{t,i}$: résultat d'assurance de l'année t pour la trajectoire i
- $Tx_i(0, t)$: taux d'intérêt « sans risque » prévalent entre 0 et t sur la trajectoire i

Le résultat de l'année « t » relativement à la « ième » trajectoire est défini par :

$R_{t,i} =$

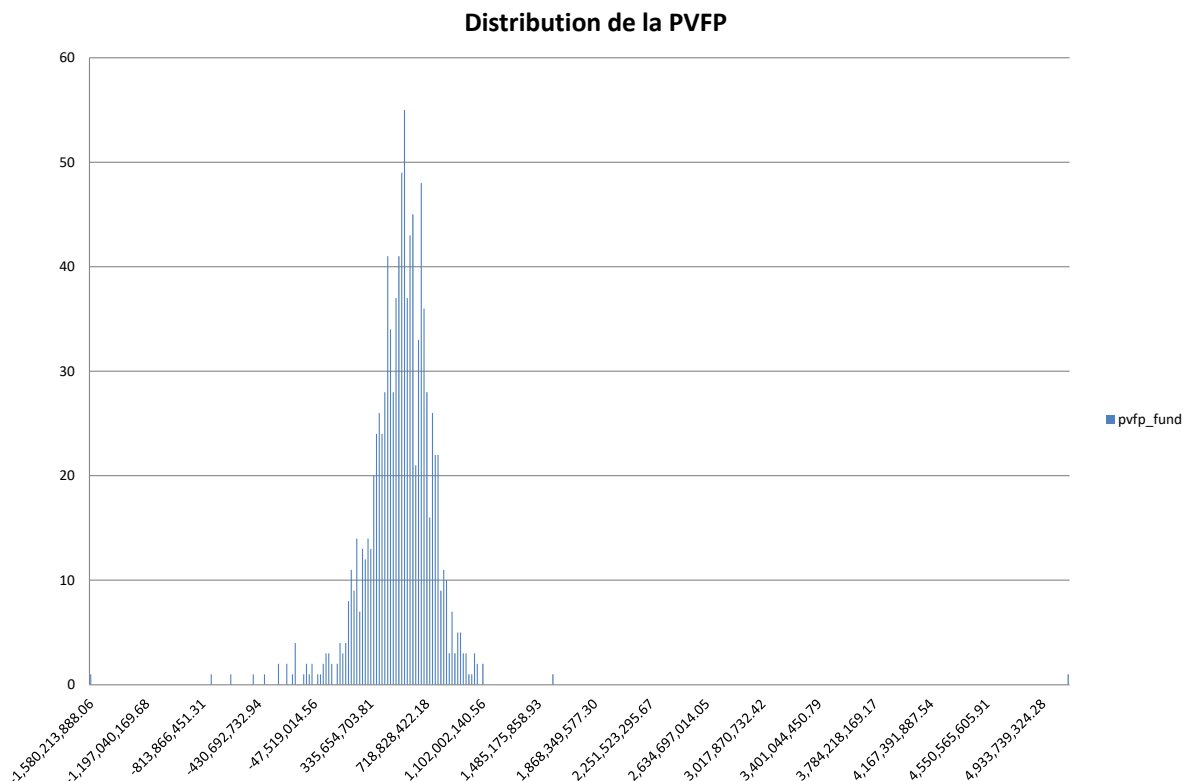
- (+) primes $_{t,i}$
- (+) produits financiers $_{t,i}$
- (-) prestations $_{t,i}$ (décès, maturité, rentes, ...)
- (-) variations de provisions techniques $_{t,i}$
- (-) participation des assurés aux excédants $_{t,i}$ (nul dans cette étude)
- (-) frais $_{t,i}$ (acquisition, gestion, administration, ...)
- (-) taxes (CSSS, CSG, CRDS ...) $_{t,i}$
- (+/-) autres $_{t,i}$

Cette mesure de rentabilité correspond aux profits actionnaires futurs vus à aujourd'hui. Son calcul est réalisé sur 1000 trajectoires aléatoires, ces scénarios permettent d'obtenir la distribution de cette variable à travers les 1000 réalisations de cette PVFP.

¹⁶ Evaluées en univers risque neutre dans le cadre des calculs de MCEV, le coût des options et garanties vient amoindrir la valeur de la PVFP, en cas de rentabilité positive

Ci-dessous l'histogramme représentant la distribution de la PVFP stochastique, selon les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de primes de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.



Observations :

- La distribution n'est pas symétrique, on observe que le gain maximal est bien supérieur à la perte maximale.
- Les queues de distribution sont assez importantes ce qui implique des situations extrêmes.

Ci-dessous tableaux de statistiques descriptives et niveaux de VaR de la distribution de PVFP :

| Statistiques descriptives | |
|---------------------------|-------------------|
| Min: | -1,580,213,888.06 |
| Max: | 5,125,326,183.47 |
| Moyenne: | 550,139,228.82 |
| Ecart-type: | 271,113,815.34 |

| Niveaux de VaR | |
|-------------------|------------------|
| VaR 99.5%: | 1,064,096,957.01 |
| VaR 90%: | 1,010,056,424.83 |
| VaR 70%: | 661,920,168.07 |
| VaR 50%: | 565,905,512.04 |
| VaR 10%: | 285,699,733.17 |
| VaR 5%: | 192,479,814.24 |
| VaR 1%: | -194,443,617.74 |
| VaR 0.5%: | -385,048,910.93 |

Observations :

- La distribution de la PVFP a une moyenne positive à hauteur de 550 M€.
- L'écart-type assez élevé, due aux trajectoires extrêmes.

- La PVFP devient négative pour le quantile à 2.2% ce qui implique que 22 trajectoires sur 1000 amènent à une réalisation de PVFP négative.
- La pire réalisation de PVFP est obtenue à partir de la trajectoire stochastique n°709, elle conduit à un niveau de PVFP de plus -1 580 M€.
- La meilleure réalisation de PVFP est obtenue via la trajectoire n° 345 et conduit à un niveau de PVFP de 5 125 M€.

Une analyse des trajectoires extrêmes est nécessaire, elle permet ainsi de comprendre ce qui peut amener à de tels résultats.

7.2.7. Décomposition de la PVFP du fonds

Comme présenté précédemment, la PVFP représente la somme actualisée des résultats d'assurance projetés dans le temps par le modèle. Sa décomposition correspond à la somme actualisée des résultats financiers et techniques projetés dans le temps. La décomposition de la part technique et financière permet d'identifier la source du gain et/ou de la perte.

$$PVFP_i = PV \text{ resultat technique}_i + PV \text{ résultat Financier}_i$$

$$PVFP_i = \sum_{t=1}^{40} R_{\text{Tech}_{t,i}} * e^{-Tx_i(0,t)*t} + \sum_{t=1}^{40} R_{\text{Fin}_{t,i}} * e^{-Tx_i(0,t)*t}$$

Avec :

- $R_{\text{Tech}_{t,i}}$: résultat technique de l'année t pour la trajectoire i
 $R_{\text{Tech}_{t,i}} =$
 - (+) primes $_{t,i}$
 - (-) prestations $_{t,i}$ (décès, maturité, rentes, ...)
 - (-) variations de provisions techniques $_{t,i}$
 - (-) participation des assurés aux excédants $_{t,i}$ (nul dans cette étude)
 - (-) frais $_{t,i}$ (acquisition, gestion, administration, ...)
 - (-) taxes $_{t,i}$
 - (+/-) autres $_{t,i}$
- $R_{\text{Fin}_{t,i}}$: résultat financier de l'année t pour la trajectoire i
 $R_{\text{Fin}_{t,i}} =$
 - (+) produits financiers $_{t,i}$ – interets techniques $_{t,i}$
- $Tx_i(0, t)$: taux d'intérêt « sans risque » prévalent entre 0 et t sur la trajectoire i

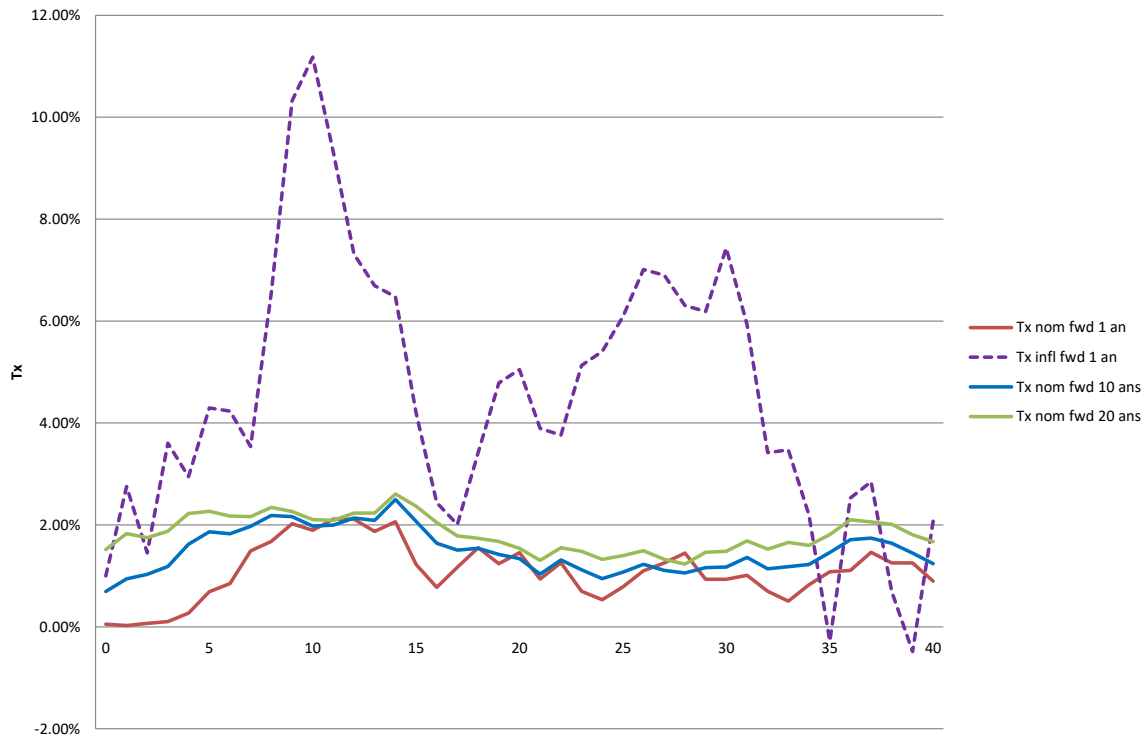
Remarque :

En univers monde réel la notion de taux d'intérêt « sans risque », se réfère au taux obligataire portant sur des garanties souveraines (plus risqué que le taux sans risque en univers risque neutre).

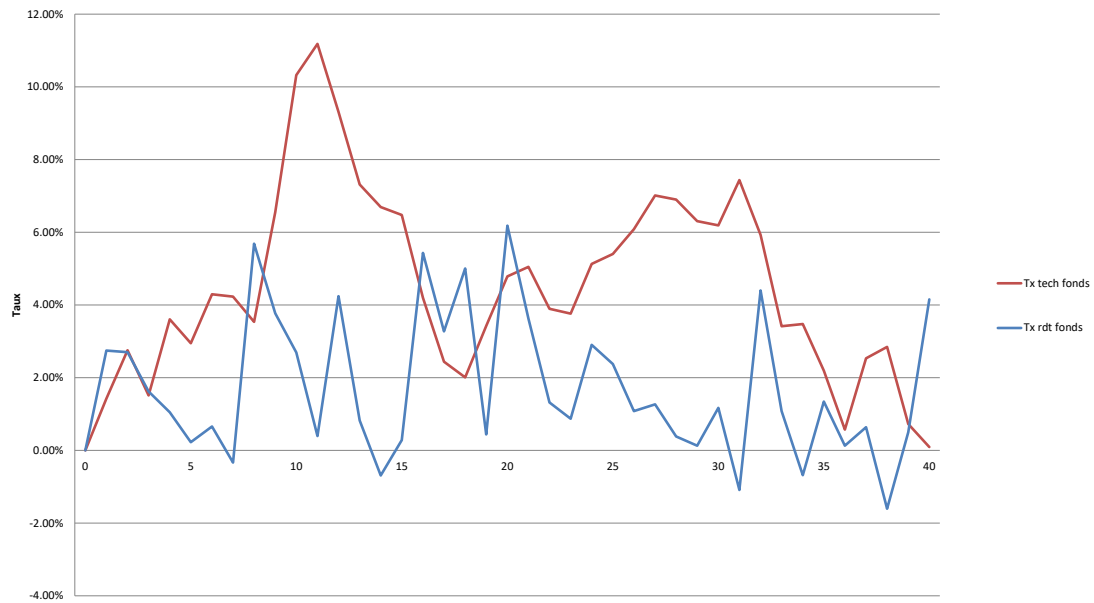
Etude de la trajectoire n°709 (pire réalisation de PVFP) :

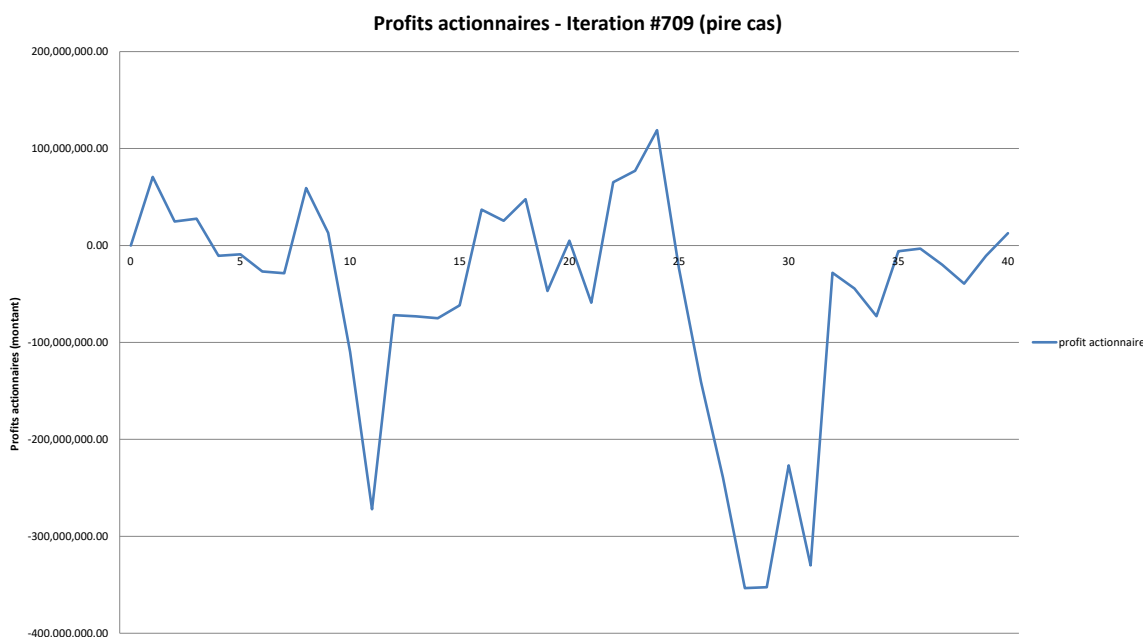
| PG IARD | Trajectoire n°709 |
|---------------------|-------------------|
| PVFP: | -1,580,213,888 |
| PV_res_tech: | 1,108,629,940 |
| PV_res_fin: | -2,688,843,829 |

Taux nominaux fwd 1, 10, 20 ans vs. taux inflation fwd 1 an (trajectoire n°709)



Tx rdt fonds vs. Tx tech moyen fonds - Iteration #709 (pire cas)





Observations :

- chroniques de taux nominaux forward : quelle que soit la maturité étudiée (1 an, 10 ans ou 20 ans), les courbes de taux nominaux sont relativement plates et proches les unes des autres, elles sont comprises entre 0% et 2%.
- chroniques inflation forward : l'inflation à 1 an de maturité subit de fortes fluctuations positives sur la majeure partie de la projection (au-dessus de 2 % entre 3 et 34 ans).
- chroniques taux rendement financier et taux technique : la chronique de taux technique est au-dessus de la chronique de rendement financier sur la majeure partie de la projection.
- Chronique de profits actionnaire majoritairement négative tout au long de la projection

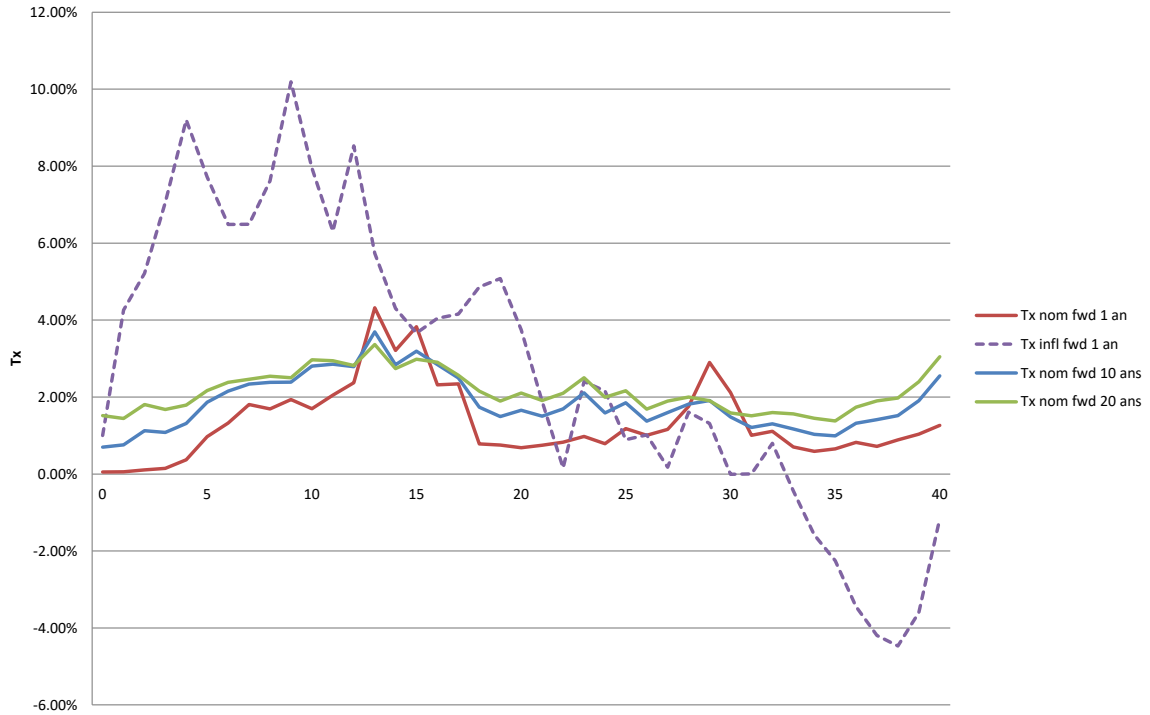
Conclusion :

La plus mauvaise réalisation de la PVFP est expliquée par une marge financière négative, ce qui explique que les produits financiers ne suffisent pas à payer les garanties. L'étude des scénarios et du rendement financier confirment cela, les pertes actionnaires sont réalisées tout au long de la projection.

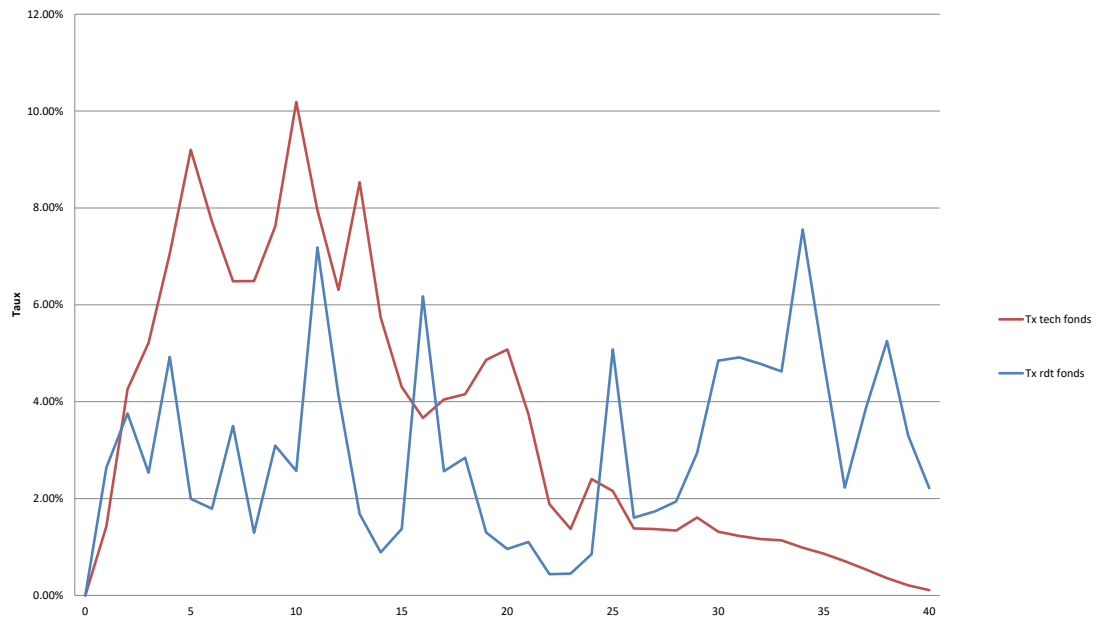
Etude de la trajectoire n°345 (meilleure réalisation de PVFP) :

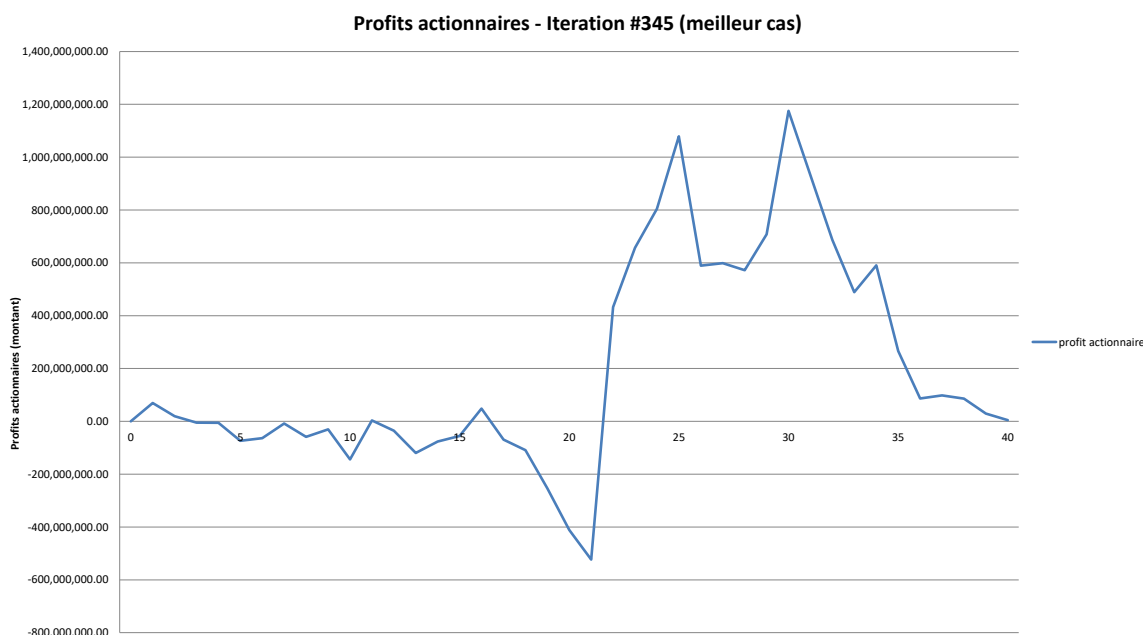
| PG IARD | Trajectoire n°345 |
|---------------------|-------------------|
| PVFP: | 5,125,326,183 |
| PV_res_tech: | 3,568,163,899 |
| PV_res_fin: | 1,557,162,284 |

Taux nominaux fwd 1, 10 et 20 ans vs. taux inflation fwd 1 an (trajectoire n°345)



Tx rdt fonds vs. Tx tech moyen fonds - Iteration #345 (meilleur cas)





Observations :

- chroniques de taux nominaux « forward » : les scénarios de taux nominaux sont meilleurs, les courbes dépassent 2% entre la 5^{ème} et la 17^{ème} année de projection.
- chroniques inflation « forward » : l'inflation à 1 an de maturité subit de fortes fluctuations positives jusqu'à 30 ans, puis devient négative entre 30 et 40 ans.
- chroniques taux rendement financier et taux technique : la chronique de taux technique est au-dessus de la chronique de rendement financier jusqu'à la 25^{ème} année de projection, au-delà le taux de rendement financier du fonds devient nettement supérieur.
- chronique de profits actionnaire négative sur les 22 premières années de projection, puis devient très nettement positive au-delà.

Conclusion :

La meilleure réalisation de la PVFP est expliquée par une marge financière positive, cependant cette observation n'est pas vraie sur l'ensemble de la projection.

- Sur la première partie de la projection les profits actionnaires sont négatifs et correspondent à une conjoncture de forte inflation.
- Sur la seconde partie de la projection, les profits explosent et compensent largement les pertes enregistrées sur la première partie. Cette période correspond à une forte baisse de l'inflation, ce qui vient une fois de plus confirmer que la compagnie est surexposée aux variations de l'inflation.

Ainsi sur les deux trajectoires étudiées, la perte est synonyme de forte inflation, inversement les profits actionnaires sont obtenus sur des trajectoires d'inflation baissière voir négative. Il est nécessaire de revoir la couverture inflation afin de désensibiliser la compagnie à ce facteur de risque économique.

7.3. Stratégies efficaces et augmentation des obligations indexées inflation

A ce stade, l'étude s'est attachée à présenter la situation économique du fonds, la stratégie d'investissement mise en place pour sa gestion et certaines préconisations concernant les réinvestissements futurs. Comme nous l'avons vu la sensibilité de l'actif à l'inflation semble ne pas être suffisante, ainsi une étude d'allocation est nécessaire. Pour ce faire, nous allons désormais nous intéresser à l'allocation future du fonds. Ainsi, le modèle de projection va nous permettre de tester différentes allocations et de comparer leurs impacts sur le résultat de l'assureur.

Dans le cadre de cette étude des restrictions d'investissements sont imposées (groupe, régulateur, ...), l'utilisation de dérivés inflation n'étaient pas souhaitée, les matières premières n'étaient pas autorisées et l'augmentation de la cible immobilier (jugée déjà élevée) n'était pas envisagée à court terme. Au vu de ces contraintes d'investissement, l'étude s'est porté exclusivement sur la revue de l'allocation obligataire et en particulier sur le développement de la classe obligataire indexée à l'inflation.

7.3.1. Objectif de l'étude

Cette partie de l'étude stochastique a un objectif différent puisqu'elle doit permettre d'identifier les stratégies d'allocations d'actifs les plus efficaces. Pour ce faire 3 classes d'actifs ont été sélectionnées afin de définir l'allocation optimale entre ces 3 classes (le poids des autres classes n'est pas modifié).

Pour rappel les trois classes d'actif étudiées sont les suivantes :

- classe d'actifs n°1 : obligations « corporate » (« S_FI_CO » ou « B_FI_CO » en univers RN),
- classe d'actifs n°2 : obligations souveraines ou assimilées (« B_FI_GO »),
- classe d'actifs n°17 : obligations souveraines ou assimilées, indexées inflation (« B_INFL »).

Pour rappel les cibles (et bornes) allouées à ces 3 classes d'actifs sont les suivantes :

| ASSET_MIX_01_PG_IART | Min SAA | Target SAA | Max SAA |
|----------------------|----------|------------|----------|
| S_FI_CO | 41.6157% | 49.9554% | 59.6530% |
| B_FI_GO | 12.0736% | 20.9057% | 27.8562% |
| B_INFL | 2.1658% | 3.7100% | 4.9322% |

Lors de la définition des SAA les cibles d'allocations sont définies au sein d'intervalles d'allocations comprenant :

- l'allocation minimale : colonne « Min SAA »,
- la cible d'allocation : colonne « Target SAA »,
- l'allocation maximale : colonne « Max SAA ».

Ces intervalles ont pour objectifs lors de la mise en œuvre de la stratégie de permettre la « sur » ou « sous » pondération de chaque classe d'actifs. En effet la gestion tactique nécessite parfois certains « degrés de liberté », permettant de profiter d'opportunités de marché. Par ailleurs ces intervalles permettent également de limiter les transactions entre classes. Là encore l'algorithme essaie, le plus fidèlement possible de reproduire la stratégie d'investissement mise en œuvre dans la réalité (qui n'est pas systématiquement contrainte d'atteindre une cible de SAA mais plutôt un intervalle).

7.3.2. Mise en œuvre

Cette étude pionnière en la matière, au sein d'Allianz France a nécessité de nombreux développements tant sur le modèle actif passif que sur l'élaboration d'outils permettant l'alimentation du modèle. La génération des SAA testées découle d'un outil calculant toutes les combinaisons possibles (et pertinentes).

Au vu de ce qui a été précédemment présenté ces critères sont tels que :

- la cible minimale d'allocation,
- la cible maximale d'allocation,
- le « pas » séparant deux cibles d'allocations successives, au sein de l'intervalle (défini entre la cible minimale et la cible maximale).

Une réflexion en amont doit être menée pour évaluer la pertinence des poids par classes qui vont être testées. En effet les temps de calculs du modèle ALM, évidemment (très) longs limitent le champ des tests possibles. De plus une cible trop forte ou trop faible risque en réalité de ne pas être réalisable soit parce qu'elle obligerait à de trop fortes transactions au sein du portefeuille, soit pour des questions de profondeur de marché (limites d'émission de certains titres exemple OATi).

Le « pas » séparant deux cibles successives peut avoir des impacts s'il est trop faible. Cela peut en effet découler sur de trop grandes combinaisons de tests donnant des résultats assez similaires. A contrario un pas trop grand risque d'être trop grossier et contraindra à de nouveaux tests....

Opérationnellement parlant, la mise en œuvre de cette technique, nécessite à chaque clôture trimestrielle, la lecture des cibles de SAA de toutes les classes (pour chaque fonds/cantons). L'outil permettant de générer toutes les combinaisons de SAA a été défini selon les paramètres suivant :

| ASSET_MIX_01_PG_IART | Step (absolute value) | Min and max terminal (absolute value) | Lower target | Upper target | Leeway min | Leeway max |
|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|------------|------------|
| S_FI_CO | 2.00000% | 20.00000% | 29.95539% | 69.95539% | 8.33973% | 9.69764% |
| B_FI_GO | 2.00000% | 20.00000% | 0.90566% | 40.90566% | 8.83203% | 6.95050% |
| B_INFL | 2.00000% | 20.00000% | 1.71002% | 23.71002% | 1.54427% | 1.22220% |

Légende :

- La colonne « Step (absolute value) » : indique le pas (en %) entre deux valeurs de successives de SAA (dans notre cas 2%).
- La colonne « Min and max terminal (absolute value) » : indique en valeur absolue la largeur de l'intervalle entre la cible et le minimum ainsi que l'intervalle entre la cible et le max (valeur unique, dans notre cas 20%).
- La colonne « Lower target » : indique donc la cible de SAA minimale testée pour la classe considérée.
- La colonne « Upper target » : indique donc la cible de SAA maximale testée pour la classe considérée.
- La colonne « leeways min » : indique la limite d'allocation minimale allouée à la gestion tactique.
- La colonne « leeways max » : indique la limite d'allocation maximale allouée à la gestion tactique.

Remarque(s) :

- Les « leeways » tactiques sont les mêmes que ceux définis dans la SAA originale. Autrement dit, les écarts entre l'allocation minimale et la cible et entre l'allocation maximale et la cible sont réappliqués aux cibles de SAA générées.
- Les cibles de SAA testées ne peuvent pas être nulles ou négatives : lorsque la cible de SAA originale est déjà basse et que le paramétrage conduit à une cible de SAA minimale négative (ou nulle), la SAA minimale retenue sera la dernière SAA non nulle.

7.3.3. Génération des différentes stratégies d'allocation d'actifs

La génération de toutes les combinaisons de SAA est réalisée sous certaines contraintes, en effet la somme des cibles de SAA des trois classes d'actifs étudiées représente un peu moins de 75% de l'allocation totale du portefeuille.

| ASSET_MIX_01_PG_IART | Target SAA |
|----------------------|-----------------|
| S_FI_CO | 49.9554% |
| B_FI_GO | 20.9057% |
| B_INFL | 3.7100% |
| SUM | 74.5711% |

L'algorithme de génération des SAA testées, doit tenir compte :

- que la somme des cibles de SAA testées, doit rester inchangée (réallocation entre les classes testées),
- que la somme des cibles de SAA de toutes les classes, doit être égale à 100%.

Ainsi d'après les paramètres définis précédemment (pas de 2% et intervalle de 20%), le nombre de SAA testées est de 196.

7.3.4. Construction du nuage de point

D'après ce qui vient d'être présenté, l'étude d'efficacité va porter sur le test de 196 SAA différentes. Ces nouvelles allocations vont être tour à tour testées sur 1000 trajectoires aléatoires et 40 années de projection.

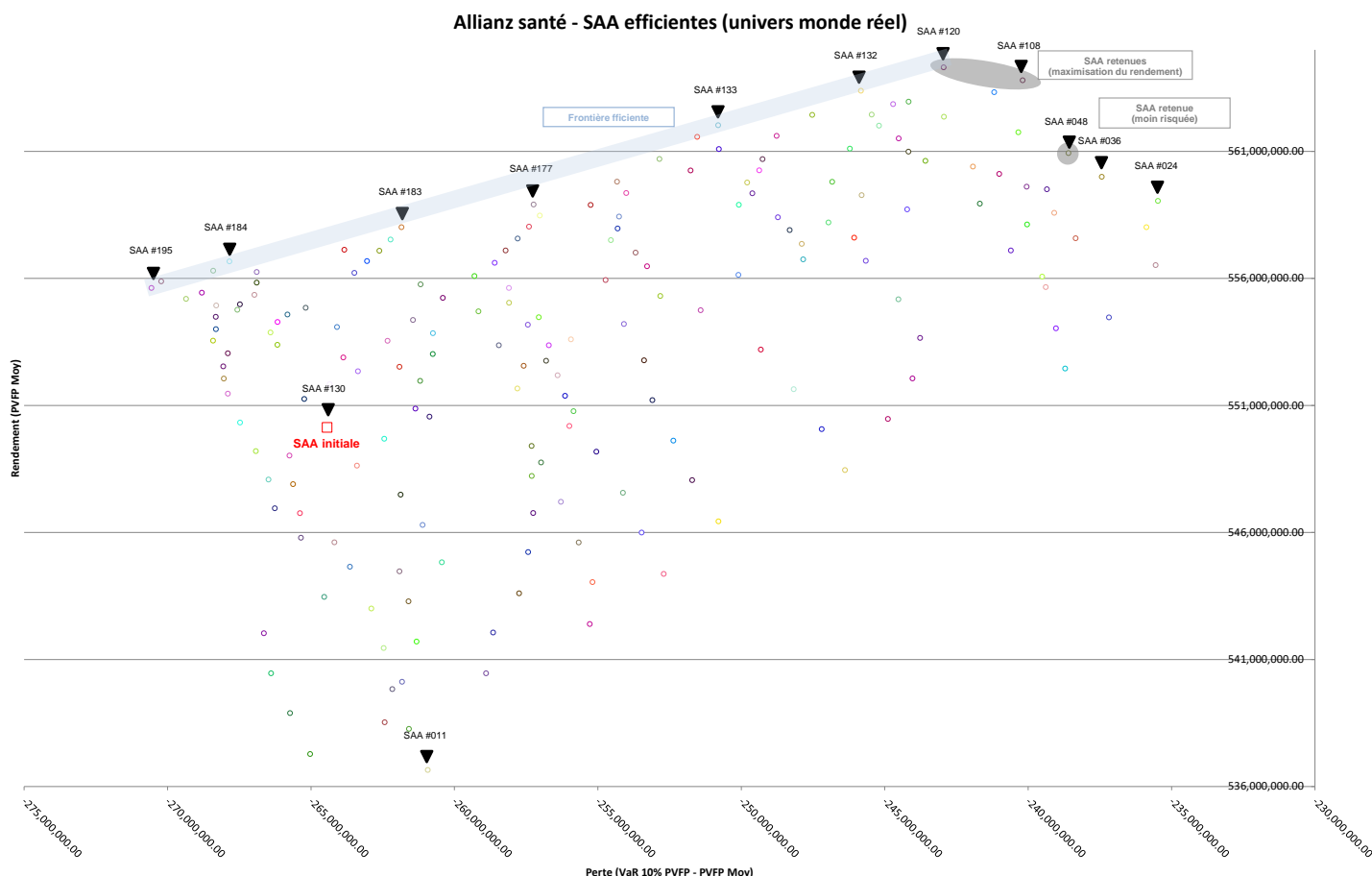
Dans le cadre de cette étude, au-delà de la construction d'une partie de la frontière d'efficacité, c'est la sélection d'un couple rendement-risque optimum.

Ce nuage de point est construit en combinant deux métriques liées à la PVFP :

- En abscisse : la mesure de risque utilisée sera la perte, calculée comme la différence entre la VaR de PVFP à 10% et la PVFP moyenne (calculées à partir des 1000 réalisations de PVFP). Le niveau de Value at Risk retenu, correspond au « Risk appetit » observé lors de décisions d'investissement au sein d'Allianz France.
- En ordonnée : la mesure de rendement utilisée est la PVFP moyenne (issue des 1000 simulations de PVFP).

Ci-dessous le nuage de point présentant une partie de la frontière efficiente selon les hypothèses suivantes :

- « NB » : prise en compte de « new business ».
- « INF » : prise en compte de l'inflation dans les taux techniques.
- « IS » : activation de la stratégie d'investissement.



Légende :

- les points de couleurs représentent les résultats de l'ensemble des SAA testées,
- la frontière est représentée par le long rectangle bleu claire,
- le carré en rouge représente les résultats issus de la SAA initiale (officielle).
- Les zones grisées représentent les différentes SAA retenues pour le reste de l'étude, elles sont caractérisées par :
 - les meilleurs niveaux de rentabilité du nuage de point (SAA n°120 et 108),
 - un bon niveau de rendement et un niveau de risque le plus faible (SAA n°048).

Ci-dessous le tableau présentant les SAA, par tranche de risque, et classé par niveau de rentabilité croissante (avec indicateur de classement sur le risque) :

| Allianz Santé - Nuage de point SAA | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|
| SAA # | Rendement (PVFP Moy) | Perte (VaR 10% - PVFP Moy) | Poids classe #1 "S_FI_CO" | Poids classe #2 "B_FI_GO" | Poids classe #17 "B_INF" | Classement rendement | classement risque |
| 120 | 564.306.073.17 | -242.941.876.94 | 49.9554% | 0.9057% | 23.7100% | 1 | 5 |
| 108 | 563.794.586.01 | -240.186.747.45 | 47.9554% | 2.9057% | 23.7100% | 2 | 4 |
| 132 | 563.384.578.21 | -245.824.583.15 | 51.9554% | 0.9057% | 21.7100% | 3 | 6 |
| 133 | 562.024.998.56 | -250.802.906.79 | 51.9554% | 2.9057% | 19.7100% | 4 | 7 |
| 48 | 560.932.365.47 | -238.589.844.68 | 37.9554% | 12.9057% | 23.7100% | 5 | 3 |
| 36 | 559.998.256.79 | -237.428.832.61 | 35.9554% | 14.9057% | 23.7100% | 6 | 2 |
| 24 | 559.046.856.28 | -235.474.338.75 | 33.9554% | 16.9057% | 23.7100% | 7 | 1 |
| 177 | 558.906.529.17 | -257.233.367.08 | 61.9554% | 0.9057% | 11.7100% | 8 | 8 |
| 183 | 558.011.626.41 | -261.843.759.72 | 63.9554% | 0.9057% | 9.7100% | 9 | 10 |
| 184 | 556.665.892.16 | -267.838.450.85 | 63.9554% | 2.9057% | 7.7100% | 10 | 12 |
| 195 | 555.619.609.03 | -270.556.846.16 | 69.9554% | 0.9057% | 3.7100% | 11 | 13 |
| 130 | 550.139.228.82 | -264.439.495.65 | 49.9554% | 20.9057% | 3.7100% | 12 | 11 |
| 11 | 536.646.737.11 | -260.928.039.73 | 29.9554% | 40.9057% | 3.7100% | 13 | 9 |

Légende :

- lignes grisées : SAA retenues pour l'étude d'impact sur le coût en risque S2,
- ligne en rouge : SAA initiale.

Observations :

- On constate que pour un niveau de risque équivalent, la SAA initiale (130), n'est pas la plus efficiente puisque de nombreux points du nuage ont une ordonnée plus élevée pour des niveaux de risques bien moindres.
- Le meilleur rendement parmi toutes les SAA testées est obtenu via la SAA n°120 suggérant une augmentation importante de la part des obligations indexées à l'inflation au détriment des « govies » (maximum autorisé par l'outil).
- La SAA n°11 présente le plus faible rendement du nuage, elle suggère un investissement minimal sur les obligations indexées à l'inflation, ainsi qu'une forte proportion en obligation à taux fixe souveraines.
- Le niveau de risque le plus faible est obtenu par la SAA n°24, elle suggère une part plus faible en obligations « corporate » que la SAA maximisant le rendement (SAA 120). Spart en obligations indexées reste la même (le maximum autorisé par l'outil d'optimisation).
- Le niveau de risque le plus élevé est obtenu par la SAA n°195, qui suggère une part minimale en obligation indexées inflation et en « govies », afin de maximiser les obligations « corporate ».

Nous cherchons à optimiser le couple rentabilité/perte, en cherchant donc à maximiser la rentabilité tout en minimisant la perte potentielle associée. La suite de l'étude va consister à étudier le risque sous-jacent à la mise en place de ces SAA en normes Solvabilité 2 (modèle interne). Pour ce faire, 3 SAA parmi les plus efficaces vont être étudiées, les SAA retenues sont les suivantes :

SAA n° 120 :

La SAA n°120, présente la meilleure rentabilité (supérieure à 564 M€) mais pas la perte minimale (5^{ème} pire perte sur 13), cette stratégie requiert :

- Aucun changement sur la classe correspondant aux obligations « corporate » (la cible reste à moins de 50%), les obligations de ce type ont un meilleur rendement que les « govies ».
- Désallocation maximale (à hauteur de 20%) sur la classe correspondant aux obligations souveraines (moins rentables).
- Allocation maximale (soit 23.71%) sur la classe correspondant aux obligations indexées à l'inflation permettant de couvrir la sensibilité inflation et ainsi garantir un meilleur rendement.

Comparaison des allocations entre la SAA initiale (130) et la SAA n°120 :

| | | ASSET_MIX_01_PG_IART_#130 | | | ASSET_MIX_01_PG_IART_#120 | | | |
|-----------------|------------------|---------------------------|------------|----------|---------------------------|------------|----------|-----------|
| Asset_class_num | Asset_class_name | Original asset mix | | | Compared asset mix | | | Delta SAA |
| | | Min SAA | Target SAA | Max SAA | Min SAA | Target SAA | Max SAA | |
| 0 | CASH | 0.0000% | 0.0001% | 1.7000% | 0.0000% | 0.0001% | 1.7000% | |
| 1 | S_FI_CO | 41.6157% | 49.9554% | 59.6530% | 41.6157% | 49.9554% | 59.6530% | |
| 2 | B_FI_GO | 12.0736% | 20.9057% | 27.8562% | 0.0000% | 0.9057% | 7.8562% | -20.0000% |
| 3 | B_FR | 3.0589% | 3.6664% | 4.3772% | 3.0589% | 3.6664% | 4.3772% | |
| 4 | S_LO | 1.2546% | 1.8883% | 4.8277% | 1.2546% | 1.8883% | 4.8277% | |
| 5 | E_PA | 0.0000% | 0.3080% | 2.6198% | 0.0000% | 0.3080% | 2.6198% | |
| 6 | E_PE | 0.0000% | 2.5533% | 8.2211% | 0.0000% | 2.5533% | 8.2211% | |
| 7 | E_S | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 8 | E_D_EM | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | |
| 9 | E_D_HZE | 0.0000% | 0.0000% | 2.1000% | 0.0000% | 0.0000% | 2.1000% | |
| 10 | E_D_PA | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | |
| 11 | E_D_US | 0.0000% | 0.0000% | 0.8000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.8000% | |
| 12 | E_D_ZE | 1.3000% | 1.8022% | 2.1000% | 1.3000% | 1.8022% | 2.1000% | |
| 13 | E_F | 0.0000% | 1.1585% | 5.3728% | 0.0000% | 1.1585% | 5.3728% | |
| 14 | RE_D | 10.4000% | 11.9823% | 15.4000% | 10.4000% | 11.9823% | 15.4000% | |
| 15 | IF | 1.2314% | 2.0696% | 2.7401% | 1.2314% | 2.0696% | 2.7401% | |
| 16 | B_FWD | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 17 | B_INFL | 2.1658% | 3.7100% | 4.9322% | 22.1658% | 23.7100% | 24.9322% | 20.0000% |
| 18 | E_FWD | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 19 | RE_FWD | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 20 | CAP | | | | | | | |

SAA n° 108 :

Les SAA n°108, présente le second meilleur rendement du nuage de points (à hauteur de 563 M€ pour une perte légèrement inférieure à la SAA n°120, cette stratégie suggère :

- Une baisse de 2% sur la cible des obligations « corporate ».
- Une baisse de 18% sur la cible des « govies ».
- Une augmentation de 20% des obligations indexées à l'inflation (sensibilité inflation).

La baisse de 2% d'allocation sur les obligations « corporate » par rapport à la SAA n°120, explique les légers décalages en termes de rentabilité (baisse) et de risque (baisse).

Comparaison des allocations entre la SAA initiale et la SAA n°108 :

| | | ASSET_MIX_01_PG_IART_#130 | | | ASSET_MIX_01_PG_IART_#108 | | | |
|-----------------|------------------|---------------------------|------------|----------|---------------------------|------------|----------|-----------|
| Asset_class_num | Asset_class_name | Original asset mix | | | Compared asset mix | | | Delta SAA |
| | | Min SAA | Target SAA | Max SAA | Min SAA | Target SAA | Max SAA | |
| 0 | CASH | 0.0000% | 0.0001% | 1.7000% | 0.0000% | 0.0001% | 1.7000% | |
| 1 | S_FI_CO | 41.6157% | 49.9554% | 59.6530% | 39.6157% | 47.9554% | 57.6530% | -2.0000% |
| 2 | B_FI_GO | 12.0736% | 20.9057% | 27.8562% | 0.0000% | 2.9057% | 9.8562% | -18.0000% |
| 3 | B_FR | 3.0589% | 3.6664% | 4.3772% | 3.0589% | 3.6664% | 4.3772% | |
| 4 | S_LO | 1.2546% | 1.8883% | 4.8277% | 1.2546% | 1.8883% | 4.8277% | |
| 5 | E_PA | 0.0000% | 0.3080% | 2.6198% | 0.0000% | 0.3080% | 2.6198% | |
| 6 | E_PE | 0.0000% | 2.5533% | 8.2211% | 0.0000% | 2.5533% | 8.2211% | |
| 7 | E_S | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 8 | E_D_EM | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | |
| 9 | E_D_HZE | 0.0000% | 0.0000% | 2.1000% | 0.0000% | 0.0000% | 2.1000% | |
| 10 | E_D_PA | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | |
| 11 | E_D_US | 0.0000% | 0.0000% | 0.8000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.8000% | |
| 12 | E_D_ZE | 1.3000% | 1.8022% | 2.1000% | 1.3000% | 1.8022% | 2.1000% | |
| 13 | E_F | 0.0000% | 1.1585% | 5.3728% | 0.0000% | 1.1585% | 5.3728% | |
| 14 | RE_D | 10.4000% | 11.9823% | 15.4000% | 10.4000% | 11.9823% | 15.4000% | |
| 15 | IF | 1.2314% | 2.0696% | 2.7401% | 1.2314% | 2.0696% | 2.7401% | |
| 16 | B_FWD | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 17 | B_INFL | 2.1658% | 3.7100% | 4.9322% | 22.1658% | 23.7100% | 24.9322% | 20.0000% |
| 18 | E_FWD | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 19 | RE_FWD | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 20 | CAP | | | | | | | |
| Total | | | 100.0000% | | | 100.0000% | | 0.0000% |

SAA n° 48 :

La SAA n°48 a été retenue car elle présente un niveau de risque et de rendement intermédiaire entre les deux SAA présentées précédemment :

- Une baisse de 12% sur la cible des obligations « corporate »
- Une baisse de 8% sur la cible des obligations « govies »
- Une augmentation de 20% des obligations indexées à l'inflation (sensibilité inflation)

Comparaison des allocations entre la SAA initiale et la SAA n° 48 :

| | | ASSET MIX 01 PG IART #130 | | | ASSET MIX 01 PG IART #48 | | | |
|-----------------|------------------|---------------------------|------------|----------|--------------------------|------------|----------|-----------|
| Asset_class_num | Asset_class_name | Original asset mix | | | Compared asset mix | | | Delta SAA |
| | | Min SAA | Target SAA | Max SAA | Min SAA | Target SAA | Max SAA | |
| 0 | CASH | 0.0000% | 0.0001% | 1.7000% | 0.0000% | 0.0001% | 1.7000% | |
| 1 | S FI CO | 41.6157% | 49.9554% | 59.6530% | 29.6157% | 37.9554% | 47.6530% | -12.0000% |
| 2 | B FI GO | 12.0736% | 20.9057% | 27.8562% | 4.0736% | 12.9057% | 19.8562% | -8.0000% |
| 3 | B FR | 3.0589% | 3.6664% | 4.3772% | 3.0589% | 3.6664% | 4.3772% | |
| 4 | S LO | 1.2546% | 1.8883% | 4.8277% | 1.2546% | 1.8883% | 4.8277% | |
| 5 | E PA | 0.0000% | 0.3080% | 2.6198% | 0.0000% | 0.3080% | 2.6198% | |
| 6 | E PE | 0.0000% | 2.5533% | 8.2211% | 0.0000% | 2.5533% | 8.2211% | |
| 7 | E S | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 8 | E D EM | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | |
| 9 | E D HZE | 0.0000% | 0.0000% | 2.1000% | 0.0000% | 0.0000% | 2.1000% | |
| 10 | E D PA | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.3000% | |
| 11 | E D US | 0.0000% | 0.0000% | 0.8000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.8000% | |
| 12 | E D ZE | 1.3000% | 1.8022% | 2.1000% | 1.3000% | 1.8022% | 2.1000% | |
| 13 | E F | 0.0000% | 1.1585% | 5.3728% | 0.0000% | 1.1585% | 5.3728% | |
| 14 | RE D | 10.4000% | 11.9823% | 15.4000% | 10.4000% | 11.9823% | 15.4000% | |
| 15 | IF | 1.2314% | 2.0696% | 2.7401% | 1.2314% | 2.0696% | 2.7401% | |
| 16 | B FWD | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 17 | B INFL | 2.1658% | 3.7100% | 4.9322% | 22.1658% | 23.7100% | 24.9322% | 20.0000% |
| 18 | E FWD | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 19 | RE FWD | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | 0.0000% | |
| 20 | CAP | | | | | | | |
| Total | | | 100.0000% | | | 100.0000% | | 0.0000% |

Conclusion :

- Les 3 SAA retenues (120, 108 et 48) proposent toutes une forte augmentation de la cible sur les obligations indexées à l'inflation.
- Dans les 3 cas, la cible sur cette classe d'actif est positionnée à son maximum autorisé par les tests soit : 23.71%

Dans ce contexte où le passif est fortement lié à l'inflation : les obligations indexées à l'inflation apportent un meilleur rendement/couverture que les obligations gouvernementales et/ou « corporates ».

Après avoir défini les 3 SAA retenues, nous allons désormais nous pencher sur leur coût en capital dans le référentiel d'étude Solvabilité 2. La compagnie Allianz France s'est dotée d'un modèle interne afin de réaliser au plus juste les calculs relatifs au « Risk Capital » (i.e. SCR) Solvabilité 2. Ce calcul long et complexe, ne sera pas mis en œuvre lors de cette étude, cependant une méthodologie de calcul simplifiée a été mise en place au sein d'Allianz France (homologuée par l'ACPR) ; elle nous permet d'approximer les impacts de certains changements sur la Solvabilité de la compagnie.

8. Sélection de la stratégie d'allocation sous contrainte de coût en capital solvabilité 2

8.1. Présentation de la méthodologie de calcul du risque capital simplifiée

Déjà riche de nombreux mémoires sur Solvabilité, ce mémoire ne représentera ni la norme SII, ni le modèle interne dans lequel cette étude s'inscrit, en revanche une présentation synthétique du modèle interne d'Allianz France est disponible en annexe, pour plus de détails : cf. annexe n°19 [Présentation du modèle interne Allianz France]

8.1.1. Présentation de la méthodologie d'approximation du SCR modèle interne (« Risk Capital »)

Le modèle interne Allianz est assez complexe et les calculs permettant d'obtenir le « Risk Capital » Solvabilité 2 sont longs et fastidieux. Ainsi une méthodologie d'approximation a été mise en place afin d'évaluer l'impact des changements de modèle sur la solvabilité de la compagnie. Cette méthodologie se base sur les chiffres officiels de la compagnie lors des différentes clôtures Solvabilité 2, et peut être mise en œuvre lors de changements de modèles de différentes natures. Opérationnellement, cette méthodologie estime l'impact des modifications sur les risques « standalone » puis détermine l'impact de la diversification grâce à une matrice de corrélation simplifiée.

La première étape consiste à recalculer les risques « standalone », à partir de ratios obtenus par différence entre les résultats avant et après changement de modèle. Ces résultats avant/après changements sont obtenus sur la base de « runs » de sensibilités (de marché, actuariels et de business) réalisés avec le modèle actif passif (ALIM).

Ces sensibilités sont obtenues à partir de chocs réalisés :

- soit directement au sein des ESG lors de la construction des scénarios (tables stochastiques spécifiques : taux, inflation, ...),
- soit directement appliqué dans le modèle lors de la phase d'initialisation (chocs sur la valeur de marché pour l'actif : action/immobilier, chocs sur certains facteurs de risques actuariels au passif : coûts),
- soit directement lors de la construction des flux de passifs au sein des modèles déterministes (mortalité, morbidité).

8.1.2. Facteur de risques de marché et de crédit

Pour les risques de marché et de crédit, seuls les facteurs de risque « interest rate », « equity », « real estate », « inflation », « credit spread » et « credit » sont pris en compte.

- Taux d'intérêts : choc de +100 et -100 points de base à $t = 0$ puis retour progressif au niveau de l'UFR (tables stochastiques spécifiques).
- Actions et immobilier : choc de -20% sur la valeur initiale de marché des actions et titres immobiliers en portefeuille (directement appliqué par le modèle).
- Inflation : choc de +100 points de base sur l'inflation à $t = 0$ sur la composante des taux réels avec un retour progressif sur le niveau d'inflation « best estimate » (tables stochastiques spécifiques).
- Crédit : choc basé sur les chiffres de SCR modèle interne (trimestre précédent) et crédit « spread » choc équivalent de 50 bps.

Pour plus de détails : cf. annexe n°20 [Méthode simplifiée de réévaluation du SCR modèle interne]

8.1.3. Les facteurs de risques biométriques et « business »

Pour les risques LNMR (« Life Non Market risk »), seuls les risques « standalone » : « longevity », « Mortality », « Lapse », « Lapse mass » et « Cost » sont réévalués, les autres facteurs de risques moins matériels sont considérés constants (« morbidity », « morbidity calamity » et « opérationnel »). Les sous-risques réévalués sont ensuite agrégés selon les règles d'agrégation définies au modèle interne afin d'obtenir de nouveaux risques « standalone ». La méthodologie employée est similaire à celle décrite pour les risques de marché et de « crédit ». Les SCR marginaux sont réévalués selon l'impact BEL dans le modèle actif passif.

Pour plus de détails : cf. annexe n°20 [Méthode simplifiée de réévaluation du SCR modèle interne]

Les impacts sandales sont par la suite agrégés selon une matrice simplifiée et définie chaque année. La dernière étape consiste à la réévaluation de l'absorption des taxes, là encore une méthodologie simplifiée a été mise en place. Lorsque qu'un mouvement de BEL (« Fair Value » du passif) est observé sur les résultats après changements, l'absorption des taxes est modifiée. La méthodologie de calcul n'apportant rien, elle ne sera pas développée.

8.2. Selection de la stratégie d'allocation d'actifs sous contrainte de coût en capital Solvabilité 2

L'objectif de cette dernière étape est d'étudier l'impact sur le SCR¹⁷ des stratégies d'allocations testées et sélectionnées dans la section 7.3.4. En utilisant la méthodologie simplifiée (présentée précédemment, section 8.2.1), nous allons étudier l'impact risque des 3 SAA retenues relativement à la SAA d'origine (n°130).

8.2.1. Impacts risque (« standalone » par facteurs de risque, total diversifié)

Tableau récapitulatif des impacts sur le SCR des différentes stratégies d'investissement testées :

¹⁷ modèle interne, sous le référentiel solvabilité 2

| Impacts SAA - SCR modèle interne (en M€) | | | |
|--|--|--|--|
| SCR "standalone" estimés | Variation SAA #048 vs. SAA #130 (en %) | Variation SAA #108 vs. SAA #130 (en %) | Variation SAA #120 vs. SAA #130 (en %) |
| Equity risk | 0,24% | 0,01% | 0,00% |
| Interest rate risk | -5,89% | -11,72% | -13,21% |
| Inflation risk | -2,92% | -5,82% | -6,56% |
| Real estate risk | 0,23% | 0,00% | 0,05% |
| Foreign exchange rate risk ⁽¹⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Equity volatility risk ⁽¹⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Interest rate volatility risk ⁽¹⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Credit risk | -1,29% | -0,77% | -0,02% |
| Credit spread risk | -1,29% | -0,77% | -0,02% |
| Premium non cat risk ⁽²⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Premium nat cat risk ⁽²⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Premium terror risk ⁽²⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Reserve risk ⁽²⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Mortality risk | 0,06% | 0,03% | 0,04% |
| Mortality calamity risk ⁽¹⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Morbidity risk ⁽¹⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Morbidity calamity risk ⁽¹⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Longevity risk ⁽²⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Lapse risk ⁽²⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Lapse mass risk ⁽²⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Cost risk | 0,27% | 0,08% | 0,08% |
| Operational risk ⁽¹⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| SCR avant diversification | -0,68% | -1,13% | -1,12% |
| Impacts de diversification | -0,79% | -1,34% | -1,34% |
| Capital additionnel | -0,01% | -0,03% | -0,03% |
| Absorption des impôts ⁽¹⁾ | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| SCR diversifié (modèle interne) | -0,49% | -0,78% | -0,74% |

(1) risque non ré-évalué

(2) risque non applicable

Observations :

Sur l'ensemble des SAA retenues¹⁸ l'impact sur le risque est positif (i.e. baisse du SCR modèle interne, Solvabilité 2). La SAA n°120 a l'impact SCR le plus significatif. L'application de cette stratégie permet, en plus du meilleur gain de rentabilité, d'obtenir un gain en capital de l'ordre de 0.93%.

La baisse du SCR global est due à la baisse des principaux risques financiers (taux intérêt, inflation, crédit et crédit « spread »). Ainsi il est nécessaire de comprendre ce qui se passe sur ces facteurs de risques.

8.2.2. Analyse du risque de taux

La diminution du risque de taux d'intérêt est principalement due à la réduction de l'écart de durée actif-passif. La réduction de cet écart permet d'obtenir un profil de risque moins risqué.

Tableau récapitulatif des écarts de durée actif-passif, des 3 SAA retenues :

| Impact SAA - variation de la durée | | | | |
|------------------------------------|---|--|--------------------------------|---|
| SAA | Duration de l'actif (effective duration) | Duration du passif (effective duration) | Ecart de durée actif-passif | Δ GAP durée (relativement à la SAA n°130) |
| #130 | 5.2972 | 5.0504 | 0.2468 | |
| #048 | 5.2972 | 5.0986 | 0.1986 | -0.0482 |
| #108 | 5.2972 | 5.1370 | 0.1602 | -0.0866 |
| #120 | 5.2972 | 5.1469 | 0.1503 | -0.0965 |

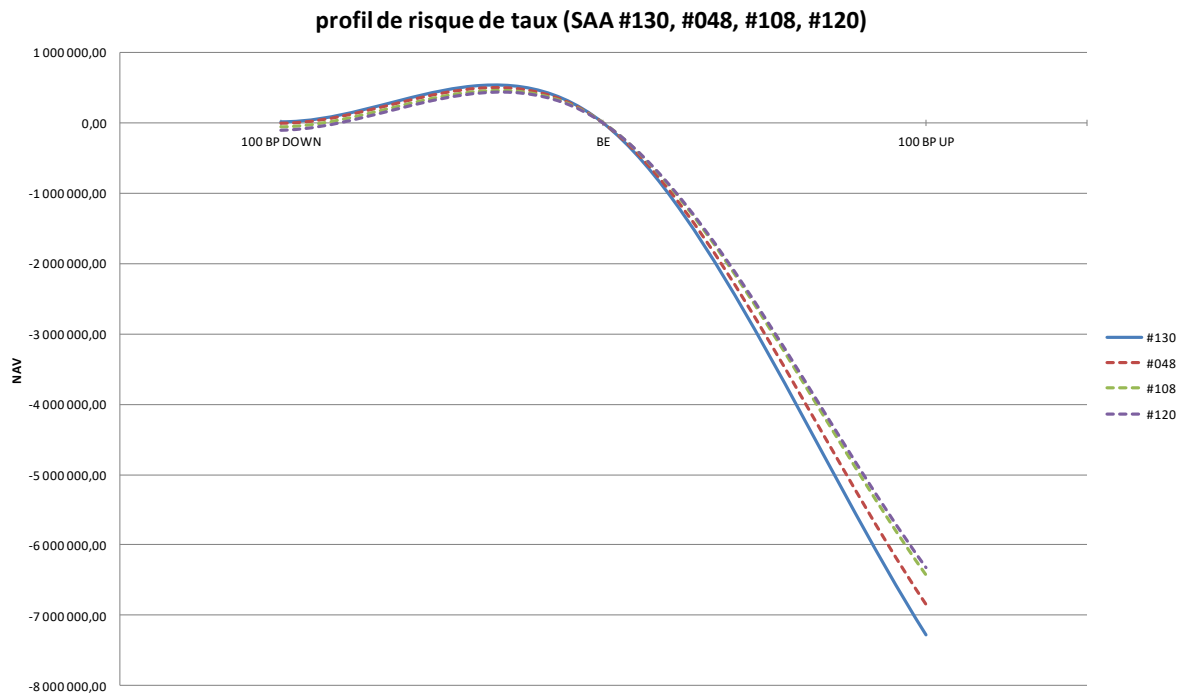
¹⁸ SAA retenues dans le cadre de l'étude d'impact de SCR, solvabilité 2 (univers risque neutre)

Observations :

Dans le cas présent la durée de l'actif est plus élevée que la durée du passif, ainsi l'actif est plus sensible que le passif à un mouvement uniforme de la courbe des taux.

L'application des 3 SAA, entraîne systématiquement une augmentation de la durée du passif. La SAA n°120 est celle dont l'augmentation de la durée du passif est la plus forte (+0.1 année), c'est également la stratégie qui entraîne la plus forte baisse du risque de taux d'intérêt (-13.21%).

Profils (NAV économique) de risque de taux, des 3 SAA retenues :



Légende :

- courbe bleue représente le profil de taux initial (SAA n°130).
- courbe rouge (pointillée) représente le profil de risque de taux avec utilisation de la SAA n°48
- courbe verte (pointillée) représente le profil de risque de taux avec utilisation de la SAA n°108 (SAA retenue)
- courbe violette (pointillée) représente le profil de risque de taux avec utilisation de la SAA n°120

Observations :

Les profils de risque ont tous une forme convexe, avec une perte de NAV assez marquée en cas de hausse des taux ainsi qu'une variation de NAV quasiment nulle pour toutes les SAA testées.

Ainsi sur les 3 SAA testées, les profils de risque de taux observés sont tous moins risqués, elles ont toutes les 3 pour conséquence de diminuer la perte de NAV en cas de hausse des taux.

Remarque importante :

Les écarts de durée actif-passif, les profils de risque de NAV (taux et inflation), diffèrent entre l'univers risque neutre et monde réel (et ne peuvent pas être comparés tels quels) pour les raisons suivantes :

- structure des courbes des taux différentes (modèle de diffusion, anticipations, ancrage, UFR, ...),
- prise en compte de primes de risque en univers monde réel,
- modélisation des niveaux de « spreads » et des migrations de rating en univers monde réel, ceci implique donc que les obligations « corporate » soient plus risquées en univers monde réel qu'en univers risque neutre).

Conclusion :

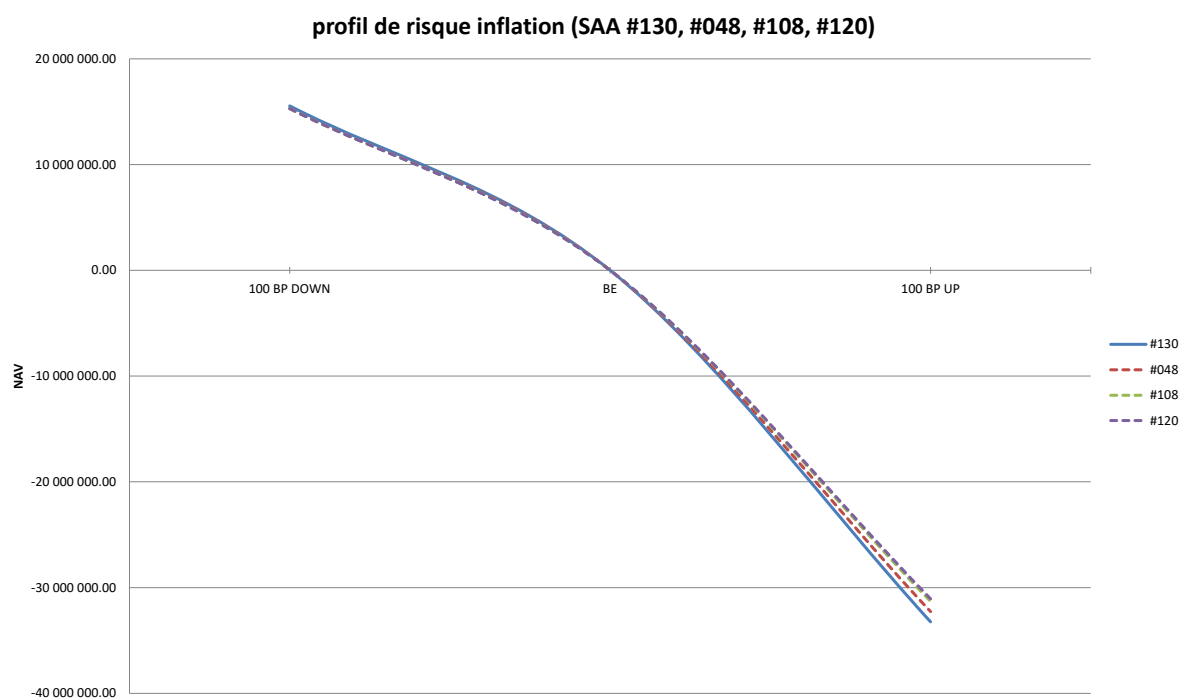
D'après les observations de durée, ainsi que les profils : en cas de hausse des taux : la réduction de l'écart de durée actif-passif (via une augmentation de la durée du passif), permet de diminuer l'écart de sensibilité entre l'actif et le passif.

Ceci permet de désensibiliser la NAV économique aux variations de taux et ainsi diminuer le risque sous-jacent.

8.2.3. Analyse du risque inflation

Le risque inflation est induit par une augmentation de l'inflation qui accroît les garanties qui y sont liées.

Profils (NAV économique) de risque inflation, des 3 SAA retenues :



Légende :

- courbe bleue représente le profil de taux initial (SAA n°130).
- courbe rouge (pointillée) représente le profil de risque de taux avec utilisation de la SAA n°48
- courbe verte (pointillée) représente le profil de risque de taux avec utilisation de la SAA n°108 (SAA retenue)
- courbe violette (pointillée) représente le profil de risque de taux avec utilisation de la SAA n°120

Observations :

L'impact sur les profils inflation est moins marqué que sur les profils de risque de taux d'intérêt.

Le fonds est sensible à une hausse de l'inflation (i.e. perte en NAV en cas de hausse de l'inflation). On observe une amélioration des profils en cas de choc inflation, en lien avec les impacts SCR.

Conclusion :

Les changements de SAA et l'augmentation du poids des obligations indexées inflation, améliorent dans tous les cas la sensibilité au facteur de risque inflation.

Même si les 3 SAA retenues ont toutes une cible similaire sur la classe des obligations indexées, il apparaît que la SAA n°120 propose le profil le moins risqué.

8.2.4. Analyse du risque de crédit et de « spread »

Les risques de crédit (migration et défaut) et de « spread » (variation des « spread »), diminuent selon les 3 SAA testées. On observe ainsi que plus la cible en obligation « corporate » baisse et plus le risque sous-jacent diminue. Comme présenté précédemment (section 8.2.1), l'impact risque sur ces facteurs est obtenu via le coefficient d'absorption de perte par le passif.

Remarque :

Les autres mouvements (i.e. sur les autres facteurs de risques : action, immobilier, mortalité et coûts) sont considérés comme marginaux.

Conclusion globale :

Le changement de SAA et l'application de la SAA n°120 permet d'obtenir le meilleur impact sur le SCR model interne. Ainsi cette SAA permet de diminuer le risque de taux et le risque inflation et donc le SCR global dans le référentiel Solvabilité 2. De plus cette SAA permet en univers monde réel d'obtenir le meilleur rendement. L'augmentation de la cible en obligations inflation et la conservation de la cible en obligations « corporate » permettent à la fois de mieux financer les garanties liées à l'inflation tout en apportant un surplus de rendement.

9. Limites et prochaines étapes de développement

9.1. Limites sur la stratégie d'allocation définie par l'utilisation d'un modèle

ALM

Il est important pour un actuair de ne pas perdre de vue qu'il s'agit d'une allocation définie à partir d'un modèle de projection actif/passif comportant par construction des simplifications de calculs. De ce fait, il est nécessaire d'objectiver la cible d'allocation définie, qui doit être discutée avec les équipes investissements afin d'étudier sa faisabilité (avis de marché, profondeur du marché en question, liquidité de la classe d'actif, ...). En fonction de l'avis des équipes d'investissements et de la faisabilité, il est nécessaire de mettre en place un plan de convergence de la stratégie d'allocation retenue afin d'une part de définir le chemin d'allocation permettant l'atteinte de la cible et d'autre part l'horizon temporel nécessaire pour atteindre cette cible (1, 3 ou 5 ans en fonction de la nature du portefeuille et des spécificités des engagements). De plus, la revue régulière de la stratégie d'allocation (par exemple annuelle), même en cours d'implémentation, est nécessaire afin d'étudier sa validité et le cas échéant la modifier. Bien entendu, en cas d'évènement (marché, assurantiels, ...) pouvant avoir un impact significatif, il est impératif de la revoir.

La profondeur de marché et la liquidité sont des éléments importants qui doivent être pris en compte. Dans notre cas si la cible définie devait être scrupuleusement respectée il s'agirait d'investir un peu plus de 200 millions d'euros sur des obligations indexées inflation sachant que l'encours actuellement disponible sur les marchés (obligation souveraines Française indexées sur de l'inflation Française) est de l'ordre de 142 milliards dont la dernière échéance est fixée à 2047 (dans 26 ans). D'autre part la liquidité n'est pas non plus un problème, dans la mesure où il s'agit d'investir sur des obligations souveraines Française, cotés et échangés par de nombreux investisseurs institutionnels. Les OATi sont certes un peu moins liquides que les obligations souveraines à taux fixe plus classique, mais suffisamment liquides pour notre portefeuille d'assurance.

D'autre part les investissements réalisés dans un grand groupe international comme Allianz sont parfois mutualisés (immobiliers, infrastructures, ...) et contraints à un niveau régional voir global, parfois limités sur certaines classes pour des raisons : de concentration (vis-à-vis d'un émetteur, d'une industrie, région, ...), d'un rating. Certains investissements peuvent être restreints car jugés trop risqués ou non éligibles vis-à-vis de la politique d'investissement groupe. Dans notre cas l'utilisation de dérivés inflation n'étaient pas souhaités, les matières premières n'étaient pas autorisées et l'augmentation de la cible immobilier (lié à l'inflation) doit s'inscrire dans un processus long et plus complexe d'identification de projet immobilier (peu liquide). Ainsi par rapport à ces contraintes d'investissements, l'objectif de l'étude s'est porté exclusivement sur la revue de l'allocation obligataire et en particulier la poche sensible à l'inflation.

9.2. Limites et développement de la méthodologie d'approximation du SCR modèle interne

La méthodologie simplifiée de calcul du SCR modèle interne est une approximation de calcul qui génère des erreurs d'estimation. Ces erreurs ont été quantifiées et jugées acceptable (seuil < 0.05%). Cependant, elle doit être prise en compte dans les mesures d'impacts. Ainsi un montant est ajouté dans le capital additionnel dont le but est de d'inclure les erreurs d'estimation.

L'amélioration de la méthodologie simplifiée de calcul du SCR modèle interne dans le cas particulier de la mise en place d'une nouvelle stratégie d'allocation est actuellement en réflexion. En effet cette étude a permis de mettre en exergue que les impacts relatifs aux facteurs de risques de marché sont partiellement captés par la méthode. Un moyen d'y remédier serait de calculer l'approximation de SCR modèle interne directement dans le modèle ALM, sur l'horizon du plan de convergence (3 à 5 ans) afin de voir l'impact de la mise en œuvre de la nouvelle stratégie. Cela nécessiterait l'utilisation de scénarios mixtes risque neutre et monde réel afin de faire successivement vieillir d'une année le bilan en monde réel puis de le valoriser en univers risque neutre ...

9.3. Développement de la modélisation de l'inflation (scénarios économique et modèle)

Une modélisation plus réaliste de l'inflation pourrait avoir un intérêt afin d'avoir une inflation anticipée modélisée différemment de l'inflation réalisée. Cette approche a été testée lors de cette étude puisqu'un indicateur d'indice des prix à la consommation a été modélisé séparément (calibré et diffusé de façon indépendante du reste des autres facteurs de risque financiers de l'ESG). Cette solution n'a finalement pas été présentée, car elle comprenait trop de biais (non-corrélation avec les autres browniens, ...)

Il peut être intéressant d'étudier l'intégration au passif du bilan modélisé, d'une inflation dite technique en fonction de la « Line of Business (LoB) » et/ou de la nature du flux indexé. Dans le cas de cette étude cette solution a été évoquée mais non mise en œuvre, l'inflation économique paraissait être, pour une première implémentation un proxy acceptable. Ce choix a été conforté par soucis de cohérence avec la méthode de calcul du SCR inflation modèle interne : qui prend en compte un choc d'inflation via l'indice IPC hors tabac, sans aucune atténuation d'impacts sur la partie passif du bilan.

10. Conclusion sur la stratégie d'allocation d'actifs de la branche prévoyance santé d'Allianz France

Comme nous l'avons vu, l'inflation est un facteur économique conjoncturel dont la maîtrise par les banques centrales et les agents économiques demeure un exercice relativement complexe. A ce titre, l'inflation mérite une attention particulière compte tenu des impacts que cela peut engendrer sur les engagements d'assurance. L'intégration de ce facteur de risque au sein des modèles de projection permet ainsi aux assureurs d'en évaluer les impacts sur la rentabilité future et de potentiellement se prémunir de ses effets.

Les modèles actuels de projection, utilisés par les entités d'assurances, permettent une projection sur le long terme de l'activité d'assurance. Ces modèles complexes prennent aussi bien en compte des facteurs de risques systémiques (exemple financier), que le comportement de leurs assurés ou encore idiosyncratiques (exemple management actions propres à la compagnie). Ainsi, ces outils proposent une vision à long terme de l'activité et de la profitabilité conditionnés à des hypothèses différentes et définies à un instant donné. Dans cet exercice, le modèle ALM nous a permis d'évaluer les effets à court moyen et long terme d'une variation de la politique des investissements sur la profitabilité compte tenu du facteur de risque d'inflation.

Plus précisément, la première partie de l'étude nous a permis d'observer les lacunes des investissements et de la stratégie d'allocation du fonds (écarts de duration actif-passif, financement des taux techniques, ...). Force est de constater la nécessité de cantonner la partie prévoyance santé afin d'avoir d'une part, un stock obligataire de duration plus élevé et d'autre part, une stratégie d'investissement plus adaptée aux engagements de prévoyance. D'un point de vue investissement, il peut être intéressant de disposer d'un modèle permettant de tester différentes stratégies afin d'établir les allocations les plus efficaces.

L'introduction de l'efficience a permis de tester un grand nombre de stratégies d'allocations d'actifs différentes afin d'apprécier leur impact sur les profits futurs de la compagnie là où la méthodologie actuelle ne testait que quelques points (3 points, définis à partir de l'allocation actuelle). Bien entendu, ce sont des estimations issues d'un modèle comportant aussi des limites de modélisation dont il faut être

conscient. Ainsi, ces résultats doivent être utilisés comme une aide à la prise de décision et ne constituent pas à eux seuls la prise de décision. Certains éléments doivent être pris en compte comme la profondeur de marché nécessaire afin d'acquies un nombre important d'OATi (compte tenu d'un volume d'émission relativement faible, non pris en compte dans la modélisation). L'écart entre l'allocation actuelle et la SAA sélectionnée est également un critère décisionnel à ne surtout pas négliger. En effet, une rotation trop importante des actifs en portefeuille peut conduire à un réel problème de mise en œuvre opérationnel de la SAA. La mise en œuvre requiert dans la majorité des cas d'étudier la faisabilité via des plans de convergence du SAA à moyen terme. Toutes ces considérations sont prises en coordination avec les « asset managers » et/ou les fonctions d'allocation tactique.

L'entrée en vigueur de la norme Solvabilité 2 a eu des impacts importants sur les choix en termes d'investissements. En effet, ces deux dernières années ont vu des rapprochements assez prononcés des fonctions d'investissement et des fonctions de « risk management ». Les entités soumises à la norme Solvabilité 2 doivent en effet prendre en compte le coût en risque capital de tous leurs investissements afin de ne pas subir de dérive du SCR de marché (ou de l'équivalent en modèle interne). Ainsi, les outils d'aide à la décision des investissements doivent désormais intégrer cette donnée. Les calculs relatifs à l'évaluation du coût en solvabilité des investissements peuvent s'avérer parfois complexes et coûteux en termes de mise en œuvre, raison pour laquelle, pour certains, cette étape nécessite d'être automatisée et faire partie intégrante du processus de réévaluation des stratégies d'investissement.

La méthodologie employée dans ce mémoire pourrait être améliorée dans la mesure où le coût en capital Solvabilité 2 est défini après avoir sélectionné les SAA les plus efficaces. Une amélioration pourrait être de déduire directement le coût en capital du rendement moyen afin d'obtenir un nuage de points intégrant l'information de coût en capital Solvabilité 2 liée à la stratégie.

En effet, la méthodologie proposée dans le cadre de ce mémoire peut conduire, dans certains cas, à ne pas sélectionner la stratégie la plus efficace avec prise en compte du facteur coût en capital Solvabilité 2. La métrique de risque (VaR à 10%) utilisée lors de la phase de construction de la frontière efficace (univers monde réel) ne correspond pas à celle qui ferait foi dans le cadre de Solvabilité 2 (évaluée dans l'univers de probabilité risque neutre).

Ainsi, à budget de risque équivalent, le gestionnaire ALM choisira la SAA maximisant le rendement et éliminera donc l'autre SAA. Dans le référentiel Solvabilité 2, il est possible que la SAA retenue présente un niveau de risque nettement plus élevé que la SAA éliminée, à tel point que cette dernière perd son caractère « plus efficace » vis-à-vis de la SAA que le gestionnaire a logiquement choisi d'éliminer.

Dans notre cas, étant donné que les SAA testées ne concernent que des classes d'actifs dont le risque sous-jacent est sensiblement similaire, ce phénomène reste très limité. Cependant, il pourrait très légitimement se poser dès lors qu'il est question de réallocation sur des actifs identifiés comme risqués (« Govies » vs. « corporate bonds » ou encore action ...).

Cependant, la méthodologie d'approximation du SCR développée dans la partie 8.1. ne pourrait être appliquée en raison de sa complexité de mise en œuvre opérationnelle (en particulier le nombre de runs requis serait trop élevé ...).

Bibliographie

Ouvrages :

- Finance de marché : Instruments de base, produits dérivés, portefeuilles et risques
Daloz [2009] 2^e édition
Roland Portait, Patrice Poncet
- Gestion actif passif en assurance vie : Réglementation - Outils - Méthodes
Economica [2003]
Franck Le Vallois, Patrice Palsky, Bernard Paris, Alain Tosetti
- Modèles financiers en assurance : Analyses de risque dynamiques
Economica [2011] 2^e édition
Frédéric Planchet, Pierre Thérond, Marc Juillard
- Théorie et pratique de l'assurance Vie
Dunod [2008] 3^e édition
Pierre Petauton, Michel Fromenteau
- Les grands principes de l'assurance
L'argus de l'assurance éditions [2011] 10^e édition
François Couilbault, Constant Eliashberg

Supports de cours :

- Provisions techniques relatives aux actifs financiers des assureurs - Introduction aux normes IFRS et à Solvabilité 2
ISFA
Pierre Thérond
- Gestion Actif-Passif en assurance
ISFA
David Clermont

Articles :

- L'impact de l'inflation sur les assureurs
Swiss Ré - Sigma n°4 [2010]
Kurt Karl, Thomas Holzheu, David Laster, Brian Rogers
- La réforme du FGAO, quels impacts pour l'assurance automobile ?
Milliman - White Paper [2013]
Stéphane Jasson, Fabrice Taillieu

Mémoires :

- Couverture contre la hausse des taux : mise en place d'un barbell dans un portefeuille d'assurance vie
ISUP [2010]
Bouabdellah Charchour
- Modélisation de la politique de distribution des produits financiers dans le cadre d'une gestion d'une compagnie d'assurance vie
ISFA [2012]
Badis Zeghmar
- Analyse des modèles de taux d'intérêts pour la gestion actif-passif
ISFA [2010]
Florent Wilhelmy

Sites internet :

- Eurostat
<http://ec.europa.eu/eurostat>
- Insee
<https://www.insee.fr/fr/accueil>
- Agence France trésor
<http://www.aft.gouv.fr/>
- Légifrance - code des assurances/code de la sécurité sociale
<https://www.legifrance.gouv.fr/>

Annexes

Annexe n°1 - Technique ALM le « Cash-flow matching »

La difficulté de la technique du « cash-flow matching » est d'obtenir des flux financiers obligataires (coupon et remboursements) égaux aux flux espérés du passif. Afin d'obtenir des portefeuilles consistants il est nécessaire de séparer le passif par catégories de contrats regroupés selon des critères homogènes d'ordre technique et/ou financier.

La mise en œuvre de cette technique nécessite en premier lieu de définir la chronique de flux espérés futurs engendrés par les engagements d'assurance. Cette chronique est définie selon les flux suivants :

- Flux de passif entrants :
 - Primes
 - Arrivées en rentes / conversions en rentes
 - Arbitrages entrants (UC)
 - Rétrocessions (UC)

- Flux de passif sortants :
 - Sinistres (décès, rentes, rachats partiels/totaux, échéances)
 - Frais (gestion, généraux, acquisition, investissement, ...)
 - Commissions (apporteurs d'affaires)
 - Montants minimums garantis
 - Arbitrages sortants (UC)
 - Valeurs terminales (valeur résiduelle de fin de projection)
 - Taxes relatives aux contrats (CSG, CRDS, CSSS, ...)

D'où le solde de passif suivant :

Flux de passif = (+) primes
(+) arbitrages entrants (UC)
(-) sinistres
(-) frais
(-) commissions
(-) montants minimums garantis
(-) arbitrages sortants (UC)
(+) rétrocession (UC)
(+) arrivées en rentes
(-) valeurs terminales
(-) taxes

Dans le cadre de cette projection, les provisions ne sont revalorisées qu'uniquement du taux technique ou du taux minimum garanti. Les mécanismes de PB (participation aux bénéfices) ne sont pas pris en compte en raison de leur dépendance avec les scénarios stochastiques. Ainsi seul l'adossement avec les flux minimum garantis est étudié ; il permet de vérifier la suffisance des instruments de taux vis-à-vis des flux minimums attendus. Le rendement permettant de servir une PB (discrétionnaire) requiert en plus des instruments de taux, l'investissement d'actifs plus risqués tel que les actions, l'immobilier ou encore les investissements alternatifs.

L'objectif d'un « cash-flow matching » est donc de déterminer un portefeuille obligataire couvrant chaque flux de passif. D'un point de vue opérationnel, sa construction est mise en œuvre de façon récursive : les flux de passifs sont donc « matchés » les uns après les autres, en partant du flux ayant la maturité la plus élevée vers celui ayant la maturité la plus courte. Selon les étapes suivantes :

1. Sélectionner une obligation dont l'échéance coïncide avec la date de flux de passif considéré. Le montant du flux financier obligataire (à savoir le coupon et le remboursement du nominal) doit correspondre au montant flux de passif considéré. Cette action a pour but de déterminer la quantité d'obligations nécessaire permettant de neutraliser le flux de passif considéré.

2. Les flux de coupons engendrés par cet instrument doivent être pris en compte lors du traitement des flux de passif suivants (flux de passif temporellement inférieurs).
3. Répétition des opérations 1 et 2 sur les flux de passif suivants jusqu'au flux de passif le plus récent.

Cette technique ne cherche pas à produire un rendement financier cible, mais simplement d'aligner les flux de trésorerie.

Une formulation mathématique serait la suivante :

Si on définit α_i tel que le nombre d'obligation à acheter, au pas de temps i , l'objectif est donc de déterminer le vecteur N tel que $\forall i \in [1, n]$:

$$N = \{\alpha_1, \dots, \alpha_{n-1}, \dots, \alpha_n\}$$

En résolvant de façon récursive les équations suivantes :

Au pas de temps $t = n$:

$$F_n^P = \alpha_n * F_n^{A_n} = \alpha_n * (N^{A_n} + C^{A_n})$$

Avec :

- F_i^P : ième flux de passif P ,
- $F_i^{A_i}$: ième flux de l'actif A_i ,
- N^{A_i} : montant nominal de l'obligation A_i ,
- $C_i^{A_i}$: montant de coupons au pas de temps i , issu de l'obligation A_i .

Et donc :

$$\alpha_n = \frac{F_n^P}{(N^{A_n} + C^{A_n})}$$

Au pas de temps $t = n - 1$:

$$F_{n-1}^P = \alpha_{n-1} * F_{n-1}^{A_{n-1}} + \alpha_n * C_{n-1}^{A_n} = \alpha_{n-1} * (N^{A_{n-1}} + C_{n-1}^{A_{n-1}}) + \alpha_n * C_{n-1}^{A_n}$$

Et donc :

$$\alpha_{n-1} = \frac{F_{n-1}^P - \alpha_n * C_{n-1}^{A_n}}{(N^{A_{n-1}} + C_{n-1}^{A_{n-1}})}$$

Au pas de temps $t = n - i$:

$$F_{n-i}^P = \alpha_{n-i} * F_{n-i}^{A_{n-i}} + \sum_{j=n-i+1}^{n-1} \alpha_j * C_j^{A_j} + \alpha_n * C_{n-i}^{A_n} = \alpha_{n-i} * (N^{A_{n-i}} + C_{n-i}^{A_{n-i}}) + \sum_{j=n-i+1}^{n-1} \alpha_j * C_j^{A_j} + \alpha_n * C_{n-i}^{A_n}$$

Et donc :

$$\alpha_{n-i} = \frac{F_{n-i}^P - \sum_{j=n-i+1}^{n-1} \alpha_j * C_j^{A_j} + \alpha_n * C_{n-i}^{A_n}}{N^{A_{n-i}} + C_{n-i}^{A_{n-i}}}$$

Etc ...

Remarque :

1. Dans la pratique il peut s'avérer compliqué de trouver sur les marchés financiers un instrument correspondant à chaque flux de passif. Sur certaines maturités, les flux de passif ne peuvent parfois pas être neutralisés (ou partiellement neutralisés) par un flux financier d'actif.

2. Le « cash-flow matching » avec des instruments zéro-coupon est souvent présenté dans de nombreux ouvrages, cependant dans la pratique, l'actionnaire se heurte à la profondeur des marchés puisque les instruments zéro-coupons sont des instruments de synthèse issus du démembrement d'obligations couponnées moins répandues sur le marché.
3. La méthode présentée reste très théorique et dans le cadre d'une étude d'allocation d'actif, cette méthode est plutôt utilisée afin de permettre de vérifier que les obligations en stock vérifient l'adéquation actif-passif d'un portefeuille.

Annexe n°2 - Convexité et effective convexité

La convexité

La convexité est une mesure plus précise que la duration, permettant de corriger l'approximation de la variation de prix d'une obligation pour des variations de taux plus fortes. Mathématiquement, il s'agit de la dérivée seconde du prix d'une obligation par rapport aux taux. Conceptuellement, cette mesure exprime la vitesse de l'appréciation ou de la dépréciation de la valeur d'un titre si les taux baissent ou augmentent.

L'effective convexité

A l'image de l'effective duration (ED), il est possible de calculer une effective convexité (EC). D'un point de vue mathématique, elle correspond au développement de Taylor-Young à l'ordre 2 du prix d'un portefeuille (« V ») par rapport au taux d'intérêt (« r »). L'effective duration est définie par :

$$\text{Effective Convexité} = \frac{1}{V(r)} * \left[\frac{V(r + \Delta r) + V(r - \Delta r) - 2 * V(r)}{\Delta r^2} \right]$$

Avec :

- $V(r - \Delta r)$: Valorisation (prix) avec une baisse des taux de Δr
- $V(r + \Delta r)$: Valorisation (prix) avec une hausse des taux de Δr
- $V(r)$: Valorisation (prix) initiale
- Δr : variation du taux

L'Application de cette formule sur les flux financier d'actif et de passif permet le calcul de l'effective convexité de l'actif et du passif tel que :

$$EC_{\text{passif}} = \frac{1}{V_{\text{passif}}(r)} * \left[\frac{V_{\text{passif}}(r + \Delta r) + V_{\text{passif}}(r - \Delta r) - 2 * V_{\text{passif}}(r)}{\Delta r^2} \right]$$

Et

$$EC_{\text{actif}} = \frac{1}{PV_{\text{actif}}(r)} * \left[\frac{V_{\text{actif}}(r + \Delta r) + V_{\text{actif}}(r - \Delta r) - 2 * V_{\text{actif}}(r)}{\Delta r^2} \right]$$

Application de l'effective convexité :

- $V_{\text{actif}}(r \pm \Delta r)$: Valeur actuelle (« present value) des flux financiers d'actif pour une variation de taux de -100BP (-1%) ou de +100BP (+1%).
- $V_{\text{passif}}(r \pm \Delta r)$: Valeur actuelle (« present value) des flux financiers de passif pour une variation de taux de -100BP (-1%) ou de +100BP (+1%).
- Δr correspond à une variation de taux de +100BP et de -100BP

Annexe n°3 - Provision liée à l'actif : provision pour dépréciation durable (PDD)

La potentielle dotation est calculée par rapport à la valeur d'inventaire correspond à la valeur recouvrable de ce placement. Cette valeur tient compte, de l'horizon de détention, de la valeur de marché et de la rentabilité attendue, à condition que l'entreprise ait la capacité de conserver les placements en situation de moins-value latente.

L'AMF est chargé de définir le niveau de volatilité des marchés. La comptabilisation de la PDD peut-être également ajustée en fonction de la nature du titre concerné.

La valeur de marché correspond au cours de bourse pour les actifs cotés, à la valeur vénale ou à une valorisation d'expert par exemple pour les actifs immobiliers.

Cette provision vient en déduction de l'actif, elle est calculée ligne à ligne et concerne aussi bien les actifs R.343-9 que les R.343-10.

Exemples d'illustration :

Dans les 2 exemples qui vont suivre, l'AMF a défini les marchés comme peu volatiles (→ niveau MVL à 80%).

- Valeur d'achat = Valeur comptable brute = 100 €
- L'horizon de détention du titre est fixé à 10 ans
- Taux de recouvrement = 6%

1^{er} exemple :

- Valeur de marché = 60 €
- $PMVL = \frac{60-100}{100} = -40\%$
- Valeur recouvrable = $60 * (1 + 6\%)^{10} = 107$
- Montant dotation = $\max(0, 100 - 107) = 0$

2^{ème} exemple :

- Valeur de marché = 40 €
- $PMVL = \frac{40-100}{100} = -60\%$
- Valeur recouvrable = $40 * (1 + 6\%)^{10} = 72$
- Montant dotation = $\max(0, 100 - 72) = 28$

Annexe n°4 - Amortissement obligatoire

Le principe de surcote/décote peut être défini par les formules suivantes :

Considérons une obligation à taux fixe dont la valeur d'acquisition est défini par l'équation suivante :

$$VA = \sum_{i=1}^n \frac{C}{(1+r_a)^i} + \frac{N}{(1+r_a)^n}$$

Avec :

- VA : valeur d'acquisition (prix à la date 0)
- C : valeur du coupon annuel
- N : valeur du nominal (remboursement à la date n)
- r_a : taux actuariel comptable (TAC)
- n : maturité de l'obligation

La surcote/décote de ce titre évaluée à la date j, tel que $j \in [1, n]$ est défini par :

$$SD_j = \left[\sum_{i=j+1}^n \frac{c}{(1+r_a)^{i-j}} + \frac{N}{(1+r_a)^{n-j}} \right] - VA$$

Avec :

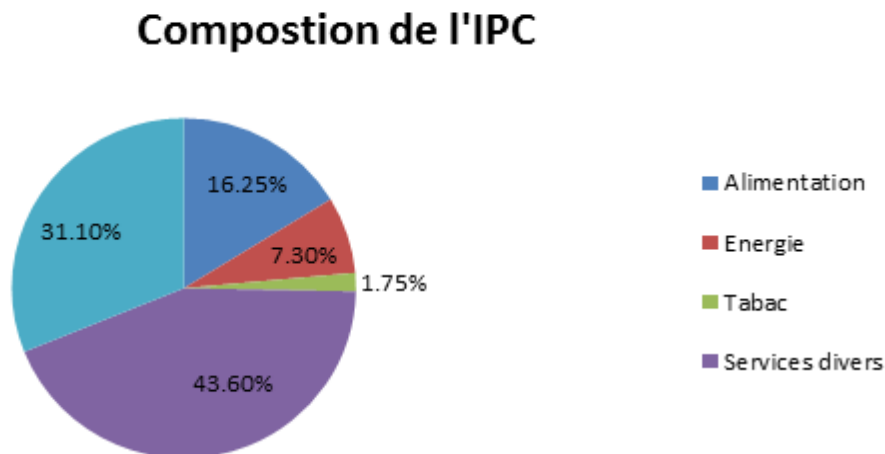
- SD_j : valeur de la surcote/décote à la date j

La valeur nette comptable (VNC) d'un titre obligataire correspond aux valorisations successives du titre amortissable. Elle correspond à la valeur d'acquisition du titre corrigé du montant de surcote/décote (à la date d'évaluation j) :

$$VNC_j = VA + SD_j = \sum_{i=j+1}^n \frac{c}{(1+r_a)^{i-j}} + \frac{N}{(1+r_a)^{n-j}}$$

Annexe n°5 - Mesure et composition de l'indice des prix à la consommation (IPC)

A titre d'exemple en 2010 les pondérations des dépenses moyennes représentatives des habitudes des ménages étaient les suivantes :



De façon pratique pour suivre l'évolution des prix de biens de consommation, les mêmes articles sont suivis mois après mois dans les mêmes points de ventes... L'évolution des prix des services est également suivie chaque mois, la collecte des prix s'effectue auprès d'organismes nationaux et locaux tels que les opérateurs téléphoniques, EDF, la SNCF, les banques, ... Il est à noter que, pour les revalorisations des loyers, le calcul de la revalorisation de retraites et du SMIC, la loi stipule que la référence doit être un indice hors tabac.

Indice des Prix à la Consommation (IPC)

En France l'inflation est mesurée par l'Indice des Prix à la Consommation, cet indice est calculé chaque mois par l'INSEE. Pour se faire, l'INSEE suit l'évolution d'un éventail assez large de biens et de services représentatif de la consommation moyenne des ménages en France. Un panier représentatif des habitudes moyennes de consommation des ménages a été établi. Ce panier tient compte de poids représentatifs de l'importance de certaines dépenses par rapport à d'autres qui permettent de coller au mieux aux habitudes de dépenses moyennes des Français.

Calcul de l'IPC

L'IPC d'un mois donné est défini comme le rapport (multiplié par 100) entre :

- les prix des biens et services constitutifs du panier observé au cours du mois t,
- les prix de ces mêmes biens et services tels qu'ils ont été relevés dans les mêmes conditions au cours de la période de référence choisie comme base de comparaison.

$$IPC_t = \frac{\text{Cout du panier à la période } t}{\text{Cout du panier à la période de base}} * 100$$

Le cout du panier est obtenu par la somme des éléments constitutifs de ce panier, en respectant pour chaque élément la calibration des poids attribués et le prix moyen observé sur la période du calcul.

Calcul de la référence quotidienne de l'indice d'inflation

La référence quotidienne utilisée comme coefficient d'indexation est calculée par interpolation linéaire, les références nécessaires au calcul sont les suivantes :

- La référence applicable au premier jour du mois m est l'IPC du mois « m-3 » (par exemple, la référence applicable au 1er juin est l'IPC du mois de mars).
- La référence pour un autre jour j du mois m est calculée par interpolation linéaire entre l'IPC du mois m-3 et l'IPC du mois m-2.

Formule de calcul :

$$RQI_t = IPC_{m-3} + \frac{N(t)_m - 1}{NJ_m} * (IPC_{m-2} - IPC_{m-3})$$

Avec :

- Référence_t : Référence Quotidienne de l'indice d'inflation à la date t
- IPC_{m-i} : Indice des Prix à la Consommation du mois « m-i »
- N(t)_m : numéro du jour du mois « m »
- NJ_m : nombre de jours du mois « m »

Utilisation de l'IPC

Comme nous venons de le voir, l'indice des prix à la consommation sert à déterminer l'évolution des prix au fil du temps mais de façon plus pratique elle sert surtout à la révision/revalorisation :

- des pensions alimentaires, des rentes viagères (IPC hors tabac),
- des loyers (le calcul de l'indice de référence des loyers d'habitation prend en compte l'IPC hors tabac et hors loyers),
- du SMIC (au-delà des deux révisions annuelles),
- du taux du livret A.
- ...

Indice des prix à la consommation Européenne (IPCH)

L'IPCH correspond à l'Indice des Prix à la Consommation Harmonisé, est un indice européen établi dans le cadre du traité de l'Union Européenne afin pallier aux disparités de calcul des indices de chaque pays membre. Son évaluation permet ainsi une meilleure comparabilité des indices des prix à la consommation entre les pays de l'UE. Sur les marchés certaines obligations souveraines Française indexées à l'inflation sont émises via cet indice d'inflation.

Lien avec la Banque Centrale européenne (BCE)

La Banque centrale européenne s'occupe depuis 1999 de la politique monétaire pour la zone euro. La BCE n'a toutefois pas repris le rôle des banques centrales mais travaille avec elles en étroite collaboration. L'une des tâches principales de la BCE consiste à surveiller la stabilité des prix dans la zone euro. Ce faisant, la BCE se fixe pour objectif de maintenir l'inflation inférieure à 2% par année. L'influence de la BCE sur les taux d'intérêt se matérialise par son action sur le taux de refinancement, correspondant aux taux que les banques doivent payer lorsqu'elles empruntent de l'argent à la BCE. Les banques ont recours à l'emprunt auprès de la banque centrale en cas de pénurie de trésorerie. Les taux d'intérêt interbancaires tels que l'Euribor ou l'Eonia réagissent assez fortement aux changements du taux de refinancement. Par conséquent, ce taux constitue un bon moyen pour la BCE d'exercer une influence sur les taux du marché.

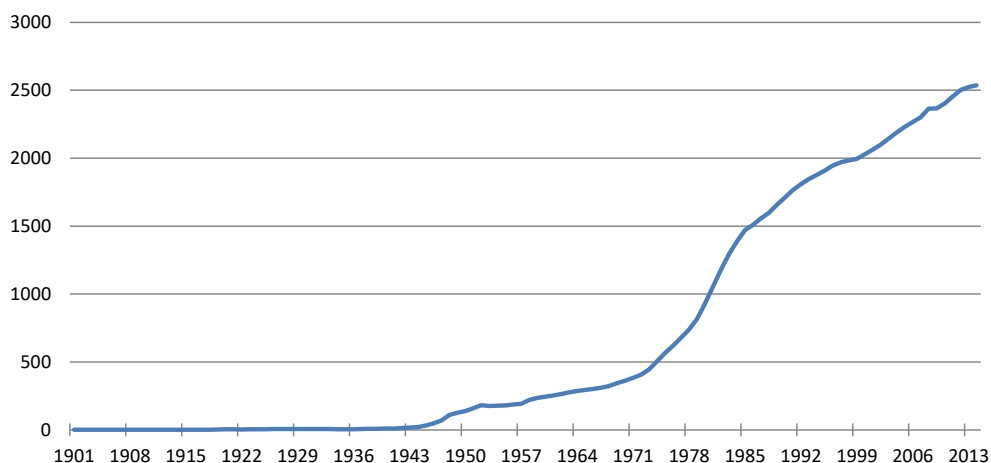
L'inflation de nos jours

Ce tableau rétrospectif de divers produits de consommation quotidien, illustre bien que l'augmentation des prix n'est pas anecdotique :

| | Janvier 1997 | Janvier 2014 | Augmentation (%) |
|-------------------------|---------------|----------------|------------------|
| Prix du riz | 0.29\$/Kg | 0.44\$/Kg | +52% |
| Prix du Big-Mac | 2.86\$ | 4.98\$ | +74% |
| Prix du cuivre | 2.41\$/Kg | 7.29\$/Kg | +202% |
| Prix du baril d'essence | 23.47\$/Baril | 107.57\$/Baril | +358% |

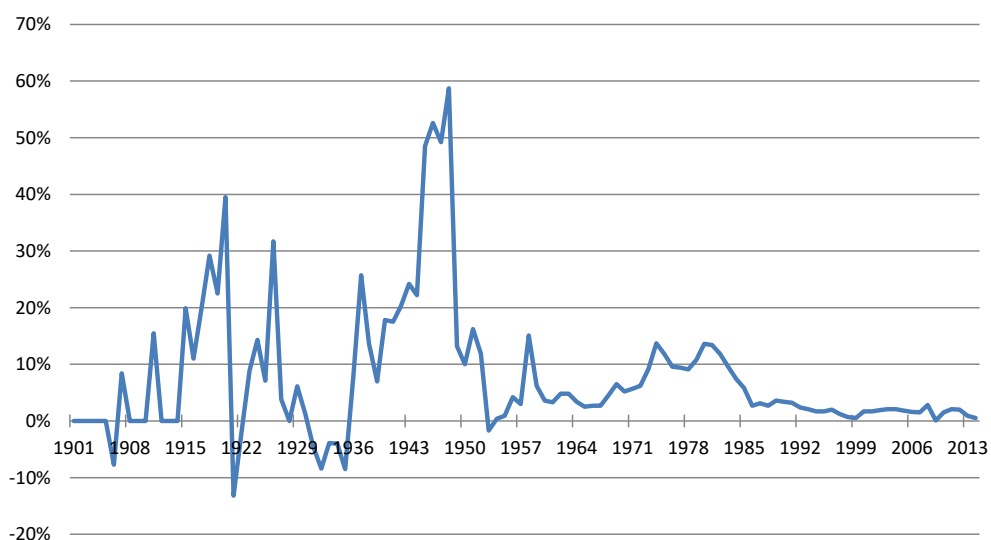
Courbe de l'inflation cumulée Française entre 1901 et 2013 :

Inflateur cumulé



Evolution de l'inflation annuelle moyenne Française entre 1901 et 2013 :

Inflation moyenne annuelle



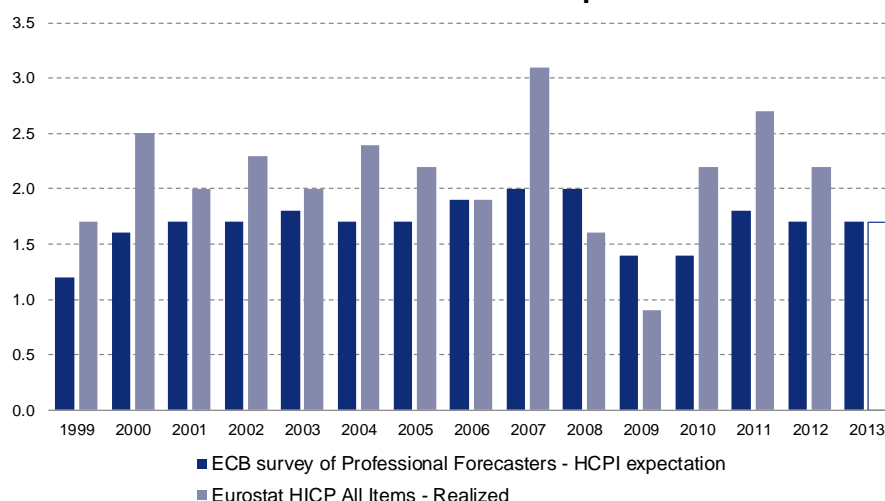
Remarque :

1. L'inflation Française a un « trend » haussier depuis 1950 (depuis 1901, les prix ont été multipliés par environ 2600). Cette hausse a été masquée par la dévaluation du Franc en 1960 (passage « anciens Francs » vers « nouveaux Francs »), ainsi que le passage à l'Euro en 2002.
2. L'inflation moyenne annuelle est une valeur assez volatile en fonction de la période.

Ces observations, illustrant bien que l'inflation est un facteur pouvant avoir un impact économique fort, à ce titre il requiert une attention particulière de la part des assureurs dans le cadre de leurs études financières (actif-passif par exemple).

Historique inflation anticipé (par les marchés) versus observée :

Inflation: realized versus expectation



Sur les économies développées on peut en générale tenir le raisonnement suivant : en fonction des anticipations des marchés financiers, un investisseur préférera :

- Investir sur des obligations classiques à taux nominal dès lors que l'inflation s'avère être moins forte que ce qui avait été anticipé (les anticipations d'inflation, incluses dans les taux nominaux sont surestimées par rapport à l'inflation réalisée ou qui va se réaliser).
- Inversement l'investisseur préférera des obligations indexées à l'inflation des lors que l'inflation anticipée par les marchés est sous-estimée (les obligations à taux nominaux auront des rendements inférieurs aux obligations à taux réel).

Les émissions d'obligations souveraines liées à l'inflation

Les émissions d'obligations souveraines (ou assimilables) liées à l'inflation des pays « développés » :

Developed markets overview

| | US | UK | France | Germany | Italy | Spain | Sweden | Denmark | Canada | Australia | New Zealand | Japan |
|--------------------------------|---|-----------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Generic name | Treasury Inflation Indexed Securities, TIIS, TIPS | United Kingdom Index-Linked Gilts | OATI, OATEI, BTANeI | OBLeI, DBReI | BTPEI | SPCBeI | Swedish Govt Index-Linked | DGBi | Canadian Real Return Bonds | Australian Capital Indexed Bonds | New Zealand Inflation-indexed Bonds | JGBi |
| No bonds outstanding* | 35 | 23 | 14 | 5 | 10 | 1 | 6 | 1 | 7 | 7 | 3 | 15 |
| Market value outstanding bn* | \$1,035bn | £407bn | €210bn | €69bn | €133bn | €5bn | SEK232bn | DKK32bn | CAD65bn | AUD32bn | NZD10bn | ¥4.2tn |
| Market value outstanding \$bn* | \$1,035bn | \$683bn | \$287bn | \$95bn | \$182bn | \$7bn | \$35bn | \$5.8bn | \$60bn | \$30bn | \$9bn | \$42bn |
| First issue date | Jan 97 | Mar 81 | Sep 98 | Mar 06 | Sep 03 | May 14 | Apr 94 | May 12 | Dec 91 | Jul 85 | Nov 95 | March 04 |
| Linking Index | CPI All urban consumers NSA | RPI | French CPI ex-tobacco Euro HICP ex-tobacco | Euro HICP ex-tobacco | Euro HICP ex-tobacco | Euro HICP ex-tobacco | CPI NSA | Denmark CPI NSA | CPI All Items NSA | All groups CPI | All groups CPI | Nationwide CPI General ex-Fresh Food |
| Linking Index Bloomberg ticker | CPURNSA Index | UKRPI Index | FRCPXTOB Index, CPTFEMU Index | CPTFEMU Index | CPTFEMU Index | CPTFEMU Index | SWCPI Index | DNCPINEW Index | CACPI Index | AUCPI Index | NZCPCPI Index | JCPNGENF Index |
| Indexation lag | 2-3 months | 8 months or 2-3months | 2-3 months | 2-3 months | 2-3 months | 2-3 months | 2-3 months | 2-3 months | 2-3 months | 6 months | 6 months | 2-3 months to 10 th of month |
| Floor? | Par floor | No floor | Par floor | Par Floor | Par floor | Par floor | Par floor for new issues since 1999 | Par floor | No floor | Coupon and principal par floor | Coupon and principal par floor | 2 with par floor, 13 without |
| Coupon frequency | Semi-annual | Semi-annual | Annual | Annual | Semi-annual | Annual | Annual | Annual | Semi-annual | Quarterly | Quarterly | Semi-annual |

Note: * At end May 2014, excludes bonds sub-1y maturity
Source: Barclays Research

On constate que le marché européen est plutôt dynamique en termes d'émissions indexées (~750 milliards d'euros). Il est à noter que l'Espagne est le dernier pays de la zone à avoir émis des titres indexés en 2014.

Les émissions d'obligations souveraines (ou assimilables) liées à l'inflation des pays « émergents » :

Emerging markets overview

| | Brazil | Mexico | Argentina | Chile | Colombia | Israel | South Africa | Turkey | Poland | South Korea | Thailand |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------|-------------|----------------|-------------|--------------|
| Generic name | NTN-Bs, NTN-Cs | Udibonos | Argentinean Government Inflation-Linked | BCU | TES | Galil, ILCPI | South Africa Index-Linked | TURKGB | POLGB | KTBi | THAIGB |
| No. bonds outstanding* | 13 | 8 | 4 | 19 | 2 | 10 | 9 | 11 | 2 | 4 | 2 |
| Market value outstanding bn* | BRL582bn | MXN950bn | ARS65bn | CLP8.5tn | COP1.9tn | ILS185bn | ZAR373bn | TRY92bn | PLN8bn | KRW9.0tn | THB167bn |
| Market value outstanding bn* | \$259bn | \$74bn | \$8bn | \$15bn | \$1.0bn | \$53bn | \$35bn | \$44bn | \$3bn | \$9bn | \$5bn |
| First issue date in current format | May 00 | May 96 | December 03 | September 02 | October 02 | June 06 | March 00 | February 07 | September 03 | February 07 | July 11 |
| Linking Index | IPCA, IGPM | Unidas de Inversion (UDI) | CER Consumer Price Index | UF Consumer Price Index | UVR Consumer Price Index | Israel CPI | South Africa CPI NSA | Turkish CPI | Polish CPI | Korean CPI | Thailand CPI |
| Linking index Bloomberg ticker | BZPIIPCA Index | MXUDI Index | ARCPI Index | CLUFUF Index | COCPI Index | ISCPINM Index | SACPI Index | TUCPI Index | POCPIYOY Index | KOCPI Index | THCPI Index |
| Indexation lag | Up to 4 weeks, includes forecast | Up to 2 weeks | T-5, T-10 to ACERCER Index | 1 month to 9 th of month | 1 month to 15 th of month | Up to 1.5 months, adjusted on inflation release | 3-4 months | 2-3 months | 2-3 months | 2-3 months | 2-3 months |
| Floor? | No floor | No floor | No floor | No floor | No floor | Coupon and principal par floor (Galils), No floor (ILCPI) | Par floor | Par floor | Par floor | No floor | Par floor |
| Coupon frequency | Semi-annual | Semi-annual | Monthly or semi-annual | Semi-annual | Monthly | Annual | Semi-annual | Semi-annual | Annual | Semi-annual | Semi-annual |

Note: * At end of May 2014, excludes bonds sub-1y maturity
Source: Barclays Research

Valorisation OATi (cotation au cours pied de coupon dit « clean price ») :

$$\text{Valeur OAT}_t = \text{nominal} * (\text{cote}_t + \text{coupon couru}_t) * \text{CI}_t$$

Avec :

- cote_t : taux du cours pied de coupon à la date t (pourcentage en fonction du nominal)
- coupon couru_t : taux du coupon couru à la date t (pourcentage en fonction du nominal)
- $\text{coeff indexation}_t$: coefficient d'indexation à l'inflation évalué à la date t

Calcul du coefficient d'indexation à la date t :

$$\text{CI}_t = \frac{\text{RQI}_t}{\text{RQI}_{\text{base}}}$$

Avec :

- CI_t : Coefficient d'Indexation de l'inflation constaté à la date t
- RQI_t : référence quotidienne de l'indice d'inflation constaté à la date t
- RQI_{base} : référence initiale de l'indice d'inflation constaté lors de l'initialisation du titre

Calcul de la cote à la date t :

$$\text{Cote}_t = (1 + r(t)) * \frac{J_c}{N_a} * \left[\frac{C_{\text{réel}}}{(1 + r(t))^1} + \dots + \frac{C_{\text{réel}}}{(1 + r(t))^i} + \dots + \frac{C_{\text{réel}} + 1}{(1 + r(t))^N} \right]$$

Avec :

- $C_{\text{réel}}$: coupon réel, déterminé lors de l'émission et fixé pour la durée de vie du titre
- $r(t)$: taux réel constaté sur le marché à la date t
- J_c : nombre de jours ayant couru entre la date t et la date du dernier détachement de coupon
- N_a : nombre de jours exact dans l'année (365 ou 366 jours)

Calcul du coupon couru à la date t :

$$\text{Coupon couru}_t = \text{coupon réel} * \text{nominal} * \frac{J_c}{N_a}$$

Annexe n°6 - Dérivés et autres actifs permettant de couvrir le risque inflation

Les dérivés liés à l'inflation

- « Asset swap » inflation
Le swap d'inflation est un instrument financier de type dérivé d'échange entre deux contreparties. Ce contrat établi sur un marché de gré à gré dit également « OTC » (pour « Over the Counter »), permettant l'échange d'un taux d'inflation variable (en général indexé sur l'IPC ou IPCH) contre un taux d'inflation fixe déterminé contractuellement. Ce mécanisme est utilisé lors d'une stratégie de couverture et permet de transférer le risque d'hausse d'inflation d'une des deux contreparties vers l'autre. Il est important de signaler que le nominal n'est pas échangé, ce qui diminue grandement le risque de défaut d'une des deux parties. Il s'agit d'un instrument synthétique (créer), qui offre un éventail de maturité plus large (comparé aux obligations indexées par exemple). Dernier avantage, il permet à l'investisseur d'acheter ou de vendre l'inflation.
- « Cap/Floor » Inflation
Un cap (respectivement un « floor ») est un instrument financier de type dérivé, utilisé lors de stratégies de couverture. Il s'agit d'un contrat émis de gré à gré entre deux contreparties. Il permet à son émetteur de se couvrir contre une hausse (respectivement une baisse) des taux (d'inflation) au-delà d'une valeur, appelée le « strike », définie à l'initialisation du contrat. D'un autre point de vue, il permet à son souscripteur de distribuer une rémunération plafonnée (respectivement plancher) et donner une rémunération plafonnée. La chronique des flux (appelés les « pay-off ») suit un échancier dont les dates sont définies contractuellement.
- « Cap spread » inflation
Le cap spread inflation est un montage financier de deux dérivés, utilisé afin de se couvrir d'une hausse de l'inflation à un niveau plafond et moyennant le paiement d'une prime réduite par rapport à l'achat d'un cap inflation classique. En contrepartie, l'acheteur accepte un repositionnement du taux d'inflation au-delà d'un certain niveau de taux (« strike » du cap vendu), mais perçoit dans ce cas un différentiel de taux (différence entre les « strike » du cap vendu et du cap acheté) qui vient atténuer leur coût de financement.
- « Collar » inflation
Le « collar » ou « tunnel » inflation est un instrument financier constitué de deux dérivés. Destiné aux investisseurs souhaitant annuler ou réduire le coût de leur couverture d'emprunt en renonçant à profiter de la baisse (de la hausse) du taux d'inflation en dessous (au-dessus) d'un certain niveau planché.

L'immobilier lié à l'inflation

L'immobilier offre également une bonne protection contre l'inflation si l'on n'effectue pas un achat lors d'une bulle spéculative et que l'investissement soit réalisé au sein d'une zone économique sensible aux mécanismes d'inflation d'offre et de demande.

Cependant, l'immobilier est un actif bien moins liquide que les obligations gouvernementales et qui ne permet pas toujours la réalisation de plus-value au moment souhaité ou plus généralement d'obtenir des liquidités en cas de nécessité. La valorisation à dire d'expert et la cession de ces titres fait généralement l'objet d'un long processus de discussions et de compromis entre les deux parties. Les différents indices immobiliers permettent d'apprécier l'indexation à l'inflation que ce soit pour les revenus issus de location, ou de la cession/acquisition d'un bien. Les indices sont nombreux et dépendent de la nature du bien immobilier.

Les loyers issus de la détention immobilière à l'actif d'un bilan d'assurance contribuent à l'assiette de calculs des revenus courants utilisés pour revaloriser les provisions au passif (TMG/PB en assurance vie et/ou revalorisation de flux de rentes en prévoyance ou assurance non-vie). Les loyers sont réévalués en fonction d'indices afin d'être ajustés au marché. On obtient ainsi une indexation des flux financiers entrants permettant ainsi de se prémunir d'indexations légales et/ou contractuelles de flux de passif.

- Indice BT01
L'indice national du bâtiment tous corps d'état est publié par l'INSEE chaque mois, Il sert depuis 1974 pour la révision des prix des marchés de construction de bâtiment en France métropolitaine.

Cet indice est revalorisé et publié tous les mois au moyen d'un avis figurant dans le Journal Officiel (J.O), afin de mesurer l'évolution des coûts de production dans le secteur du bâtiment (tous corps d'état confondus).

- **Indice ICC**
L'Indice du Coût de la Construction (ICC) est l'indice permettant de mesurer l'évolution des prix de construction de bâtiments neufs à usage principal d'habitation.
- **Indice IRL**
L'Indice de Référence des Loyers (IRL) est l'indice de référence des loyers dans le parc locatif privé (depuis le 01/01/2006 il s'est substitué à l'ICC). Il est publié chaque trimestre au J.O et est calculé à partir de la moyenne des 12 derniers mois de l'évolution de l'IPC (hors tabac, hors loyer).
- **Indice ILC**
L'Indice des Loyer Commerciaux (ILC) est l'indice trimestriel constitué d'indices représentatifs de l'évolution :
 - L'indice représentatif de l'évolution des prix à la consommation est l'indice IPC (hors tabac et loyers), portant sur les ménages de France métropolitaine et des départements d'Outre-mer (IPCL).
 - L'évolution des prix de la construction neuve est prise en compte avec l'indice INSEE du coût de la construction (ICC).
 - L'évolution du chiffre d'affaires du commerce de détail est, quant à elle, représentée par l'indice mensuel de chiffre d'affaires dans le commerce de détail. Ce dernier, publié par l'Insee, est exprimé en valeur et corrigé des variations saisonnières et des jours ouvrés (ICAVaCD).
- **Indice ILAT**
L'indice des loyers des activités tertiaires (ILAT) est utilisé pour indexer les baux professionnels, concernant les activités autres que commerciales. Il complète l'offre d'indices utilisés dans l'indexation des baux professionnels précédemment présentés (ICC et ILC). Il concerne les activités tertiaires autres que commerciales en particulier les activités des professions libérales et celles exercées dans des entrepôts logistiques.
Chacun des trois indices composant l'ILAT est calculé en moyenne :
 - sur 12 mois consécutifs pour l'IPC qui est un indice mensuel;
 - sur 4 trimestres pour le CCI, et le produit intérieur brut (PIB) qui sont calculés trimestriellement.

Annexe n°7 - Cartographie des garanties par marché

Sur le marché de la DSPC et de la DIES, les garanties couvertes sont les suivantes :

| Garanties | Risques (retenus pour le provisionnement) | Sous garanties |
|--------------------------|---|---|
| Décès | Décès | Capitaux décès |
| | | Double effet (paiement en cas de décès simultané dans l'année des 2 parents) |
| | | Perte totale et irréversible d'autonomie (PTIA) |
| | | Rentes de conjoint (viagère temporaire) |
| | | Rente éducation |
| Mensualisation | Arrêt de travail | Couverture des obligations de l'employeur en cas de maladie ou d'accident |
| Incapacité invalidité | Arrêt de travail | - Incapacité - Invalidité |
| Frais de santé | Soins | Remboursement des soins médicaux |
| Perte pécuniaire/chômage | Perte pécuniaire | Charges sociales de l'employeur |
| Divers accident | Décès accidentel | Capitaux décès accidentel |
| | | Capitaux décès accident de la circulation |
| | | Invalidité permanente partielle par maladie (IPPM) |
| | | Invalidité permanente partielle par accident (IPPA) |
| | | Perte totale et irréversible d'autonomie par accident (PTIAA) |
| | | Indemnité d'hospitalisation |
| Assistance | Assistance | - Liée aux garanties Décès - Liée aux garanties Incapacité/Invalidité - Liée aux garanties Frais de Santé |

Sur le marché de la DAE, les garanties couvertes sont les suivantes (elles sont servies jusqu'à extinction du prêt ou l'âge de la retraite) :

| Garanties | Risques (retenus pour le provisionnement) | Sous garanties |
|---|---|---|
| Décès | Décès | Remboursement du capital restant dû du prêt |
| Perte totale et irréversible d'autonomie (PTIA) | | |
| Incapacité temporaire totale (ITT) | Arrêt de travail | Remboursement de tout ou d'une partie des échéances du prêt |
| Incapacité temporaire partielle (ITP) | | Remboursement d'une partie des échéances du prêt |
| Invalidité permanente totale (IPT) | | Remboursement des échéances du prêt |
| Invalidité permanente partielle (IPP) | | Remboursement du capital restant dû du prêt |
| Maladies redoutées (MR) | Capital invalidité | Remboursement de tout ou d'une partie du capital restant dû du prêt |

| | | |
|----------------------|------------------|--|
| Pertes d'emploi (PE) | Perte pécuniaire | Remboursement d'une partie des échéances du prêt |
|----------------------|------------------|--|

Sur le marché de la santé Individuelle les garanties couvertes sont les suivantes :

| Garanties | Risques (retenus pour le provisionnement) | Sous garanties |
|-----------------------|---|--|
| Décès | Décès | Décès toutes causes |
| | | Capital décès accident |
| | | Rente d'éducation |
| Incapacité Invalidité | Arrêt de travail | Indemnités journalières |
| | | Rente d'invalidité |
| | | Capital invalidité (Seulement en cas d'accident) |
| Soins | Soins | Remboursement des frais médicaux |
| | | Garantie hospitalière |
| Dépendance | Arrêt de travail | Rente de dépendance |

Annexe n°8 - Mise en œuvre du modèle (déterministe) de prévoyance

La mise en œuvre du modèle de prévoyance santé est à la charge de l'équipe actuariat, cette tâche requiert l'utilisation de données issues des bases comptables (définies par le service d'inventaire) et la définition de nombreuses d'hypothèses (définies par les services produit et actuariat).

Etapes de mise en œuvre

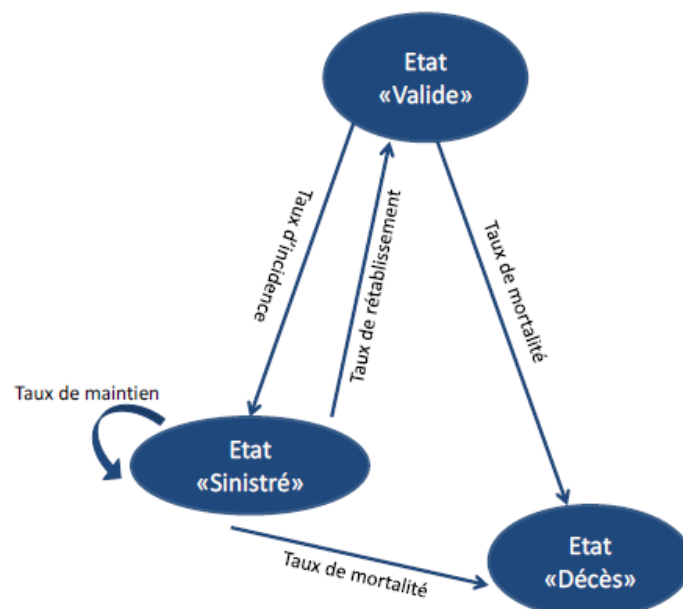
1. Intégration des données : il s'agit de la préparation des « model points » (données d'input agrégés), ce processus est réalisé en amont du modèle.
2. Rendements des actifs associés : il s'agit des hypothèses des taux de rendement de l'actif associés aux portefeuilles de prévoyance santé modélisés (i.e. chroniques de rendements financières).
3. Modèle prévoyance santé : cette étape comporte les sous-étapes suivantes :
 - a. Préparation des hypothèses : détermination de l'ensemble des hypothèses. Pour rappel, ces hypothèses sont techniques (définies à partir des statistiques ou des données internes de la compagnie : mortalité, taux de chute, frais, ...), réglementaires (lois de maintien incapacité / invalidité pour le provisionnement, taux d'imposition, ...) et contractuelles (commissionnement, clauses de participation aux bénéfices, ...).
 - b. Conversion des model points au format Moses : à réaliser via les tâches de conversion appropriées au modèle de prévoyance santé (calcul des durées à partir des dates, paramétrage de la date d'évaluation ...).
 - c. Projection model point par model point : avec en entrée les données par model point, l'ensemble des hypothèses techniques, réglementaires, contractuelles et les scénarios financiers de rendement de l'actif.
 - d. Projection par clause de PE/PB et réallocation au niveau model points : avec en entrée les résultats de la projection model point par model point, les clauses de PB/PE ainsi que les montants de Provision d'Egalisation (PE) et de Report à Nouveau (RAE).
 - e. Modélisation des éléments de réassurance, de coassurance et de co-réassurance.
4. Résultats et analyse : cette partie du processus est indiquée en pointillés magenta. Elle est réalisée sous un logiciel qui permettant de stocker les résultats détaillés nécessaires au reporting.

Principes de projection

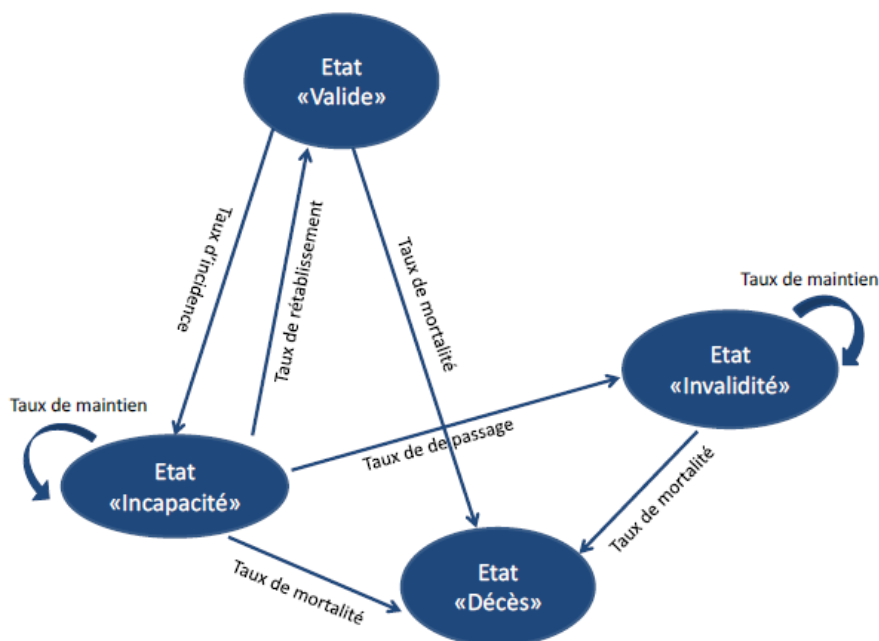
La modélisation des cash-flows d'assurance (primes, prestations, PB, frais, ...) retenue est une approche standard en assurance vie basée sur les chaînes de Markov¹⁹. L'approche est schématisée ci-dessous et consiste à simuler les différents états des assurés.

Pour toutes les garanties hors « arrêt de travail » (soins, décès, ...) :

¹⁹ Théorie publiée par Andrei Markov [1936]



Pour la garantie « Arrêt de travail » (l'état « Sinistré » est découpé en incapacité et en invalidité) :



A noter que pour l'arrêt de travail emprunteur, les états incapacité et invalidité ne sont pas distincts. Les deux états sont modélisés en un seul état « arrêt de travail ».

Remarque :

- L'incidence s'appliquant aux valides, est captée par l'utilisation des ratios S/P et permet de modéliser par la suite les nouveaux sinistrés.
- Concernant la projection des valides (qui continuent à payer des primes), les primes futures sont modélisées à l'aide des hypothèses de chroniques des primes.

Ainsi, à la date de calcul (i.e. $t=0$) le modèle définit les états des assurés comme suit :

| Code de l'état | Libellé de l'état | Description de l'état |
|----------------|----------------------------------|---|
| 0 | Sinistré (hors arrêt de travail) | Model point avec un stock de provisions à |

| | | écouler |
|---|--------------------------------|--|
| 1 | Incapacité | Sinistré - arrêt de travail (prévoyance) |
| 2 | Invalidité | Sinistré - arrêt de travail (prévoyance) |
| 3 | Emprunteur | Sinistré - arrêt de travail (emprunteur) |
| 4 | Futur incapacité | Futurs sinistrés - arrêt de travail (prévoyance) |
| 5 | Futur invalidité | Futurs sinistrés - arrêt de travail (prévoyance) |
| 6 | Futur emprunteur | Futurs sinistrés - arrêt de travail (emprunteur) |
| 7 | Valide (hors arrêt de travail) | Model point avec des primes à projeter |

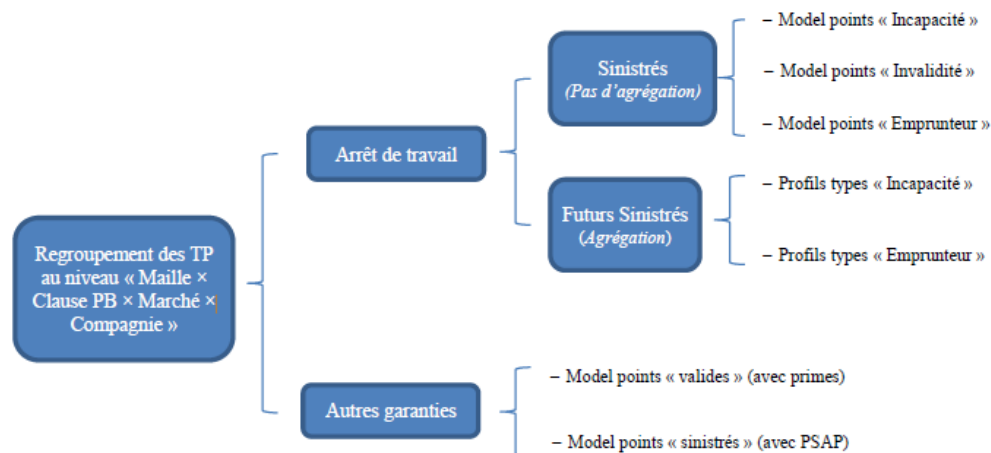
Les états des futurs sinistrés explicités dans le tableau ci-dessus font référence au type de modélisation retenu pour l'arrêt de travail.

Des model points sont construits selon des règles d'agrégation de données précises (qui ne seront précisées dans ce document).

La segmentation utilisée par le modèle est la suivante :

| Code segment | Marché |
|--------------|--|
| EMP | Emprunteur (DAE) |
| PREVF | Prévoyance France (DSPC hors Outre-mer) |
| PART | Direction Internationale et Economie Sociale (DIES) |
| OM | Outre-Mer (DSPC) |
| SOINS | Santé individuelle – garantie : soins |
| ESPECES | Santé individuelle - garanties : incapacité, invalidité, capital décès, hospitalisation, rentes éducation et conjoint, GAV, dépendance |

Le schéma suivant illustre la construction des model points lus par le modèle :



Ces données alimentent le « Modèle Prévoyance Santé » avec l'ensemble des hypothèses techniques, réglementaires, contractuelles et les chroniques de rendement de l'actif. À partir de ces éléments, le modèle projette l'ensemble des cash-flows du compte de résultat.

Projection des cash-flows de primes

La méthode de projection des primes est basée sur l'utilisation des chroniques d'évolution des primes renseignées en hypothèses du modèle. Ces chroniques présentent, pour chaque année de projection, le taux d'évolution des primes.

Les primes futures à chaque pas de projection sont calculées en multipliant le taux d'évolution de la période par les primes de la période précédente selon la formule suivante :

$$\text{Primes}_t = \text{Primes}_{t-1} * (1 + \text{Taux évol primes}_t)$$

La prime initiale utilisée par le modèle étant celle du model point.

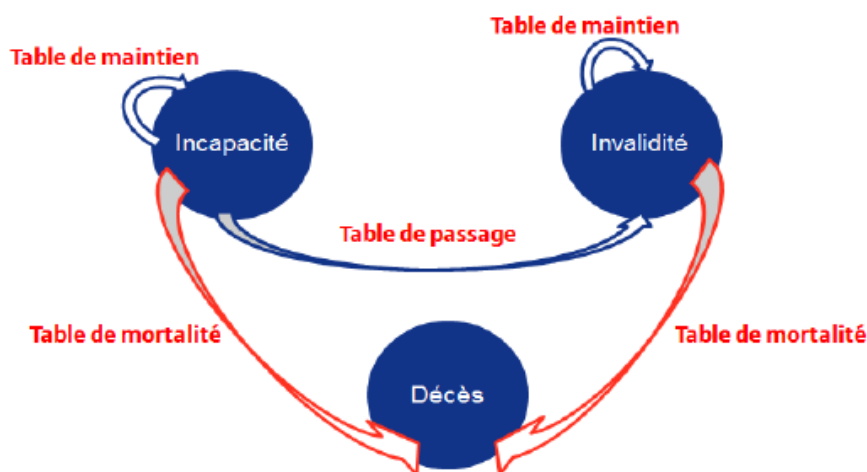
Projection des prestations de sinistres

En fonction des garanties, quatre approches de modélisation des sinistres sont retenues :

| Garanties | Modélisation retenue |
|-------------------------------------|--|
| Arrêt de travail - sinistrés | Multi-Etats : modélisation des différents états de l'assuré en arrêt de travail (incapacité, invalidité, décès). |
| Arrêt de travail - futurs sinistré | Mixte = multi-états + « loss ratio » : estimation de la charge de sinistres ultime à partir d'un ratio S/P « best estimate » et liquidation avec l'approche multi-états. |
| Autres garanties - futurs sinistrés | « Loss ratio » : estimation de la charge de sinistres ultime à partir d'un ratio S/P « best estimate » et liquidation à l'aide d'une cadence de liquidation des provisions techniques. |
| Autres garanties - sinistrés | Liquidation de la provision initiale renseignée dans le model point à l'aide d'une cadence de liquidation des provisions techniques. |

Arrêt de travail (hors emprunteurs) - sinistrés

Les différents états des sinistrés en arrêt de travail sont modélisés comme dans le schéma ci-dessous. Le passage d'un état à un autre, à chaque pas de projection, est symbolisé par les différentes flèches. Ce passage s'effectue à l'aide des tables du BCAC corrigés (tables de passage et de maintien).



Le calcul du montant des prestations s'effectue en deux étapes :

1. calcul du nombre d'assurés dans chacun des états (incapacité, invalidité et décès)
2. les prestations sont ensuite estimées en multipliant le nombre d'assurés dans un état par le montant de l'indemnité correspondante.

Arrêt de travail (hors emprunteurs) - valides (futurs sinistrés)

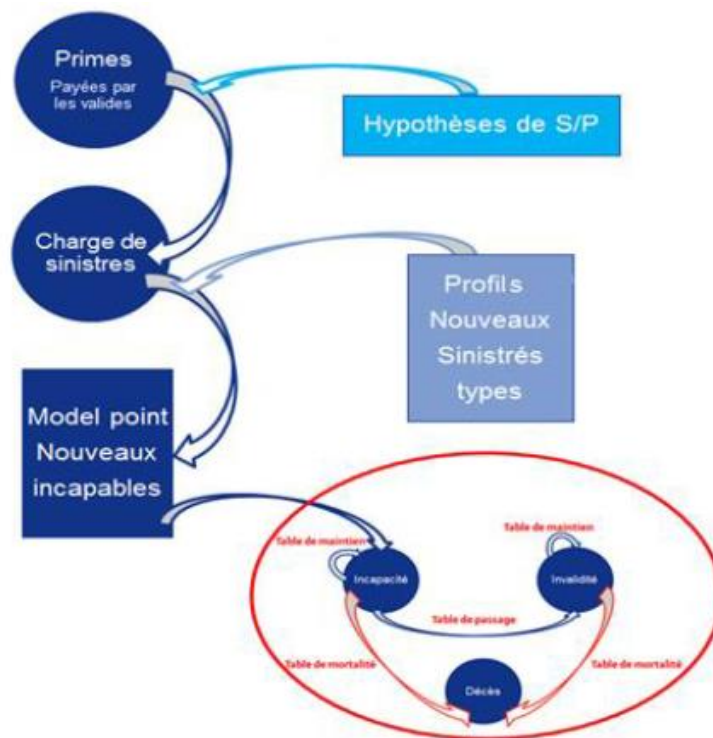
Les éléments permettant de calculer les prestations des futurs sinistrés sont :

- les primes payées par les valides
- les hypothèses S/P « Best Estimate »
- les tables démographiques en arrêt de travail (maintien en incapacité et en invalidité, passage en invalidité, décès)
- les profils types des futurs sinistrés.

Le calcul du montant des prestations s'effectue en plusieurs étapes

1. calcul de la charge de sinistres des futurs sinistrés en multipliant les primes payées par les valides par les hypothèses de S/P « Best Estimate »
2. calcul du montant des indemnités par profil
3. application de la méthode et des hypothèses de l'approche retenue pour les sinistrés (multi-état) présentée au point précédent.

La méthode de projection des valides est schématisée ci-dessous :



Revalorisations

- Garantie arrêt de travail, des revalorisations des prestations futures sont intégrées uniquement sur le périmètre de la santé individuelle - espèces sous forme d'un taux fixe.
- Prévoyance collective, seule la revalorisation acquise à la date de projection est intégrée.

Arrêt de travail (emprunteur) - sinistrés

En emprunteur, la garantie ne distingue pas l'incapacité de l'invalidité, le passage de l'incapacité à l'invalidité n'est donc pas modélisé.

Seul le maintien en arrêt de travail est modélisé. Cette modélisation est effectuée à l'aide d'une table de maintien en arrêt de travail unique construite à partir de la fusion des tables de passage et de maintien du BCAC.

Le calcul du montant des prestations s'effectue en deux étapes. A chaque pas de projection :

1. calcul le nombre d'assurés en arrêt de travail
2. les prestations sont ensuite estimées en multipliant le nombre d'assurés en arrêt de travail par le montant de l'indemnité correspondante.

Arrêt de travail (emprunteur) - valides (futurs sinistrés)

La modélisation est similaire à celle présentée précédemment sur « Arrêt de travail (hors Emprunteur) », la seule différence est l'utilisation de la table unique de maintien en arrêt de travail.

Autres garanties (garanties hors Arrêt de travail)

La modélisation en S/P a été retenue pour l'ensemble des garanties hors arrêt de travail. La méthodologie se base sur une chronique de ratios S/P « Best estimate » et une chronique de liquidation de la provision renseignée en tant qu'hypothèses du modèle.

Le calcul du montant des prestations s'effectue en deux étapes. À chaque pas de projection et pour chaque model point :

1. la charge de sinistres est obtenue par multiplication des primes projetées par le ratio S/P « Best Estimate »
2. les prestations sont ensuite calculées en écoulant la charge de sinistres à l'aide de la chronique de liquidation des provisions techniques.

Projection des frais

Les frais (acquisition, administration et gestion) sont projetés dans le modèle en pourcentage des primes. Les taux de frais (en fonction des primes) sont entrés en hypothèses du modèle.

Projection de l'inflation

L'inflation n'est pas projetée de façon explicite dans le modèle. Cependant, elle est prise en compte de façon implicite dans les chroniques de primes. En effet les chroniques de primes tiennent compte de l'évolution de la masse salariale, du plafond annuel de la sécurité sociale (PASS) et de l'indexation. Ces éléments intègrent l'inflation. Une inflation implicite également prise en compte dans les prestations via la modélisation de la charge de sinistres avec les ratios S/P.

Projection des commissions

A chaque pas de projection, les commissions versées aux intermédiaires sont calculées en pourcentage des primes tel que :

$$\text{Commissions}_t = \text{taux commissions}_t * \text{Primes}_t$$

Les taux de commissions sont renseignés en hypothèses du modèle.

Projection des impôts et taxes

L'impôt sur les sociétés (IS) et la contribution sociale de solidarité des sociétés (CSSS), sont projetés de la manière suivante :

- IS : le taux de 34,43%, est appliqué au résultat net de réassurance à chaque pas de temps de projection.
- CSSS : le taux de 0,16% s'applique au chiffre d'affaires et aux produits financiers nets à chaque pas de projection

Projection des provisions

Provisions Mathématiques (PM) - arrêt de travail

A chaque pas de projection, à partir des caractéristiques des model points, le modèle recalcule les provisions mathématiques pour les sinistrés en incapacité ou en invalidité. La méthode retenue est la méthode réglementaire avec les tables de provisionnement du BCAC.

Provisions Mathématiques (PM) - rentes éducation et de conjoint

- Les provisions mathématiques relatives aux rentes éducation et conjoint sans clauses de PB ne sont pas projetées dans le modèle Prévoyance Santé.
- Les rentes éducation et de conjoint avec clauses de PB qui interviennent dans les protocoles de PE/PB sont maintenues côté Prévoyance Collective. Elles sont modélisées pour la partie « futurs sinistrés » (si applicable), les S/P « Best Estimate » intègrent la charge de sinistres associés à ces rentes.

Provisions Pour Sinistres à Payer (PSAP) - arrêt de travail

- Les PSAP en stock à la date de calcul (relatives aux sinistrés en cours) sont intégrées via le calage du montant des indemnités lors de la construction des model points.
- Pour les futurs sinistrés, les indemnités pour chaque profil sont calculées de façon à caler la charge de sinistres ultime « Best Estimate » à la provision mathématique.

Provisions Pour Sinistres à Payer (PSAP) - autres garanties

- Les PSAP en stock à la date de calcul sont les PSAP comptables. Elles sont écoulées à partir d'une cadence de liquidation.
- Concernant les PSAP relatives aux sinistres futurs, la modélisation est faite à partir des hypothèses de S/P « Best Estimate » et des cadences de liquidation des sinistres renseignées en hypothèses du modèle.

Provisions Pour Primes Non Acquises (PPNA)

- Le chiffre d'affaires retenu dans les model points est le chiffre d'affaires acquis prenant donc en compte la variation de la PPNA.
- La variation des PPNA dans le chiffre d'affaires permet de modéliser implicitement les PPNA dans le modèle via la projection des primes acquises (primes acquises = primes émises - PPNA).

Provisions Pour Frais de Gestion (PFGS)

Le calage des montants des indemnités dans les model points prend en compte la provision pour frais de gestion des sinistres. Par conséquent les frais de gestion des sinistres sont projetés de façon implicite via les prestations versées.

Provisions d'Egalisation (PE)

Cf. « Modélisation PE/PB »

Autres Provisions (PRC, PREC, PPE, Provision de stabilisation) et limites du modèle

On parle de provisions non modélisées, lorsqu'une provision n'est pas projetée dans le modèle Prévoyance Santé. En revanche, ces provisions sont bien intégrées dans le BEL. Liste des provisions non modélisées :

- La Provision pour Risques Croissants (PRC)
- La Provision pour Risques En Cours (PREC)
- La Provision pour Participation aux Excédents (PPE)
- La provision de stabilisation (pour les portefeuilles Santé Individuelle)

Modélisation PE/PB

- La Provision d'Egalisation (PE, R.331-3 et R.331-6 du code des assurances) : vise à faire face aux fluctuations de sinistralité en compensant d'éventuelles pertes techniques.
- La Participation aux Bénéfices (PB) en prévoyance santé vise à la restituer aux assurés une partie du résultat technique et financier de l'année. Si le résultat technique (y compris intérêts financiers), alors une partie de ce résultat est distribué sous forme de PB.

Traitement des stocks de fin de projection

La durée de projection est paramétrée à 40 ans compte-tenu du temps de calcul. En fin de projection, les stocks de provisions (PM, PSAP et PE) sont versés intégralement à l'assuré.

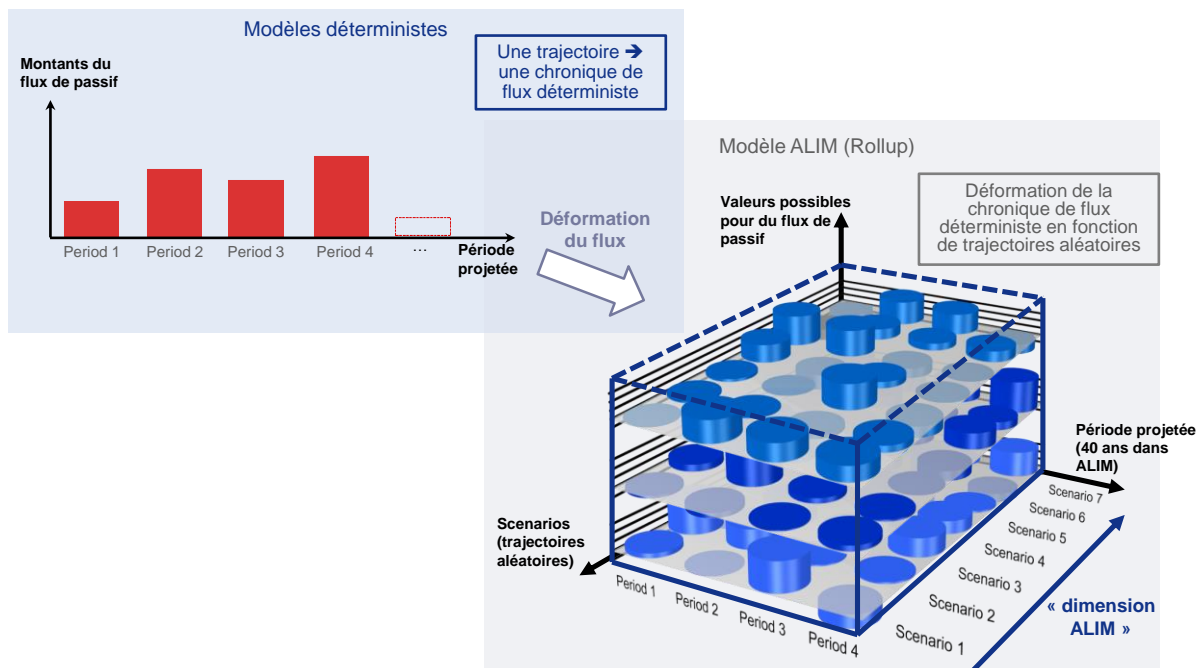
Modélisation des rendements financiers

Les produits financiers sont déterminés en appliquant la chronique de rendements déterministes (fournis par le service ALM) à l'assiette des placements. L'assiette des placements est la somme des provisions à l'ouverture (PSAP+PE+PM) et des cash-flows de la période (i.e. des primes de la période retraitées des sinistres payés sur la période). Les frais de gestion des placements sont déduits des produits financiers.

Annexe n°9 - Modélisation du passif au sein du modèle actif-passif

Le modèle nommé « Rollup » est en charge de la modélisation de tous les cash-flows des contrats d'assurance (épargne, retraite, prévoyance, hors garanties retraites en points type L441). Ce modèle fonctionne de la façon suivante :

1. Dans un premier temps le modèle va lire par produit (et par canton) la projection des flux déterministes agrégés issus des modèles actuariels/déterministes (vu précédemment). Les modèles actuariels produisent des projections déterministes sur une unique trajectoire économique représentative d'un état du monde dit « centrale » ou « best estimate » (non stressé). Pour certaines « Line of Business » telles que la prévoyance santé les chocs actuariels ou de business sont souvent directement obtenus via les modèles déterministes (chocs plus précis).
2. La fonction du modèle « Rollup » consiste donc à déformer et ajuster les flux financiers de passif. Ces déformations peuvent avoir diverses origines :
 - a. L'utilisation de scénarios (déterministes ou stochastiques) donnant un rendement financier différent de celui pris en compte par le modèle actuariel lors de la projection déterministe. Dans ce cas les flux financiers de passif sont alors déformés. En effet l'utilisation de différentes conditions économiques (via les trajectoires de Monte-Carlo) a en premier lieu uniquement un impact sur le rendement des actifs financiers. L'interaction actif-passif (via le mécanisme de participation aux bénéfices discrétionnaire) transfère de façon plus ou moins prononcée ces impacts au passif (on parle d' « absorption du passif »). Dans le cas de passifs de type prévoyance l'absorption du passif est quasiment nulle étant donné qu'il n'y a pas de clause de PB.
 - b. L'application de chocs non marchés sur les flux de passif (on parlera de chocs actuariels et de business). Autrement dit les « cash-flows » de passif vont être stressés selon des facteurs de chocs n'impactant que les garanties auxquelles ces dernières sont sensibles (exemple : mortalité, longévité, morbidité, rachats, ...). Ces chocs peuvent également être réalisés directement au sein des modèles actuariels, en particulier pour certains types de garanties ou une modélisation complexe et très fine est nécessaire (les chocs ne peuvent pas être directement appliqués sur le compte de résultat).



Rappel sur la provision mathématique

Afin de remédier au problème lié au décalage entre versements des primes et des prestations, l'assureur constitue une provision mathématique telle que :

$$PM(t) = VAP(\text{assureur}, t) - VAP(\text{assuré}, t)$$

Avec :

- $VAP(x, t)$: Valeur Actuelle Probable des engagements de la partie « x », vus à la date « t » (valeur actualisée et probabilisée des cash-flows futurs).

Eléments projetés

La méthode du « Rollup » modélise de façon itérative les éléments contributeurs au calcul de la provision mathématique, les réserves (PM) sont projetées à chaque pas de temps de la manière suivante :

$$PM_{t,i} = (+)PM_{t-1,i} \\ (+)Primes_{t,i} \\ (+)Sinistres_{t,i} \\ (+)Montant\ minimum\ crédité_{t,i} \\ (+)Bonus\ crédité_{t,i} \\ (+)Arbitrages_{t,i} \\ (+)Transferts\ rentes_{t,i} \\ (+)Rétrocessions_{t,i} \\ (+)Frais_{t,i} \\ (+)Commissions_{t,i} \\ (-)Marge\ technique_{t,i}$$

Avec :

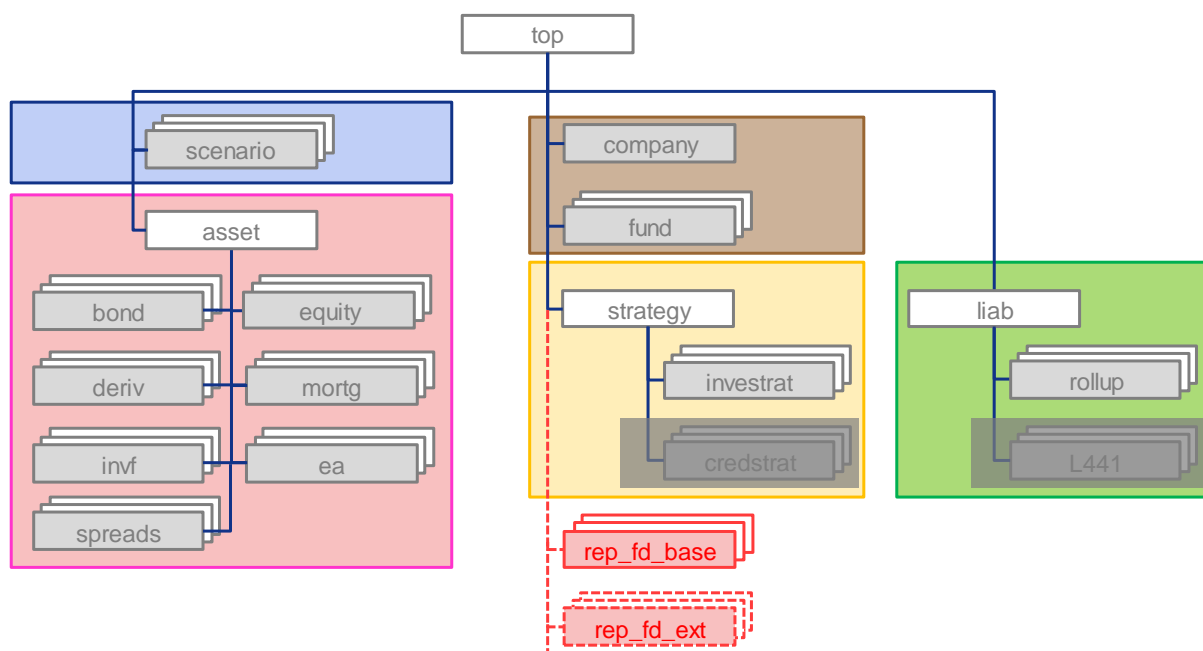
- « i » correspond au flux issu de la « ième » trajectoire stochastique
- $PM(t-1)$: provision mathématique de l'année fin de l'année « t-1 » (\approx PM d'ouverture de l'année « t »).
- $Primes(t)$: somme des primes perçues au cours de l'année « t ».
- $Sinistres(t)$: somme des montants de sinistres payés au cours de l'année « t », tel que :
 - $Sinistres(t) = Sinistres\ décès(t) + Sinistres\ rachats(t) + Sinistres\ maturité(t) + Sinistres\ rentes(t)$
 - $Sinistres\ décès(t)$: somme des prestations relatives aux décès survenus au cours de l'année « t ».
 - $Sinistres\ rachats(t)$: somme des prestations relatives aux contrats rachetés lors de l'année « t ».
 - $Sinistres\ maturité(t)$: somme des prestations relatives aux contrats arrivés à maturité lors de l'année « t ».
 - $Sinistres\ rentes(t)$: somme des prestations relatives aux arrrages de rentes versés lors de l'année « t ».
- $Montant\ minimum\ crédité(t)$: somme des montants crédités relatifs au taux minimum garanti au contrat lors de l'année « t », tel que :
 - $Montant\ minimum\ crédité(t) = PM(t-1) * TAUX\ TECHNIQUE(t)$
 - $PM(t-1)$: Provision mathématique d'ouverture à « t »
 - $TAUX\ TECHNIQUE(t)$: Taux minimum garanti pour la période « t »
- $Bonus\ crédité(t)$: somme des montants crédités au-delà du montant minimum garanti au contrat (participation aux bénéfiques) lors de l'année « t » (s'il y a une clause de PB).
- $Arbitrages(t)$: somme des montants issus des arbitrages entrants et/ou sortants survenus au cours de l'année « t », tel que :

- Arbitrages(t) = Arbitrages entrants(t) + Arbitrages sortants(t)
 - Arbitrages entrants(t) : somme des arbitrages entrants UC/EUR survenus au cours de l'année « t ».
 - Arbitrages sortants(t) : somme des arbitrages sortants UC/EUR survenus au cours de l'année « t ».
- Transferts rentes(t) : somme des montants transférés en rentes au cours de l'année « t ».
- Rétrocessions(t) : somme des montants de rétrocessions sur unités de comptes payés au cours de l'année « t ».
- Frais(t) : somme des montants de frais payés au cours de l'année « t », tel que :
 - Frais(t) = Frais sur primes(t) + Frais sur PM(t) + Frais unitaires(t) + Frais fixes(t)
 - Frais sur primes(t) : somme des montants de frais sur primes payés au cours de l'année « t »
 - Frais sur PM(t) : somme des montants de frais sur provisions payés au cours de l'année « t »
 - Frais unitaires(t) : somme des montants de frais sur polices payés au cours de l'année « t »
 - Frais fixes(t) : somme des montants de frais fixes payés au cours de l'année « t »
- Commissions(t) : somme des montants de commissions payés au cours de l'année « t », tel que :
 - Commissions(t) = Commissions sur primes(t) + Commissions sur PM(t) + Commissions unitaires(t) + Commissions fixes(t)
 - Frais sur primes(t) : somme des montants de commissions sur primes payées au cours de l'année « t »
 - Frais sur PM(t) : somme des montants de commissions sur provisions payées au cours de l'année « t »
 - Frais unitaires(t) : somme des montants de commissions sur polices payées au cours de l'année « t »
 - Frais fixes(t) : somme des montants de commissions fixes payées au cours de l'année « t »
- Marge technique(t) : marge technique de l'année « t », tel que :
 - Marge technique(t) = +Marge sur primes(t)
 - +Marge sur sinistres décès(t)
 - +Marges sur sinistres rachats(t)
 - +Marges sur arbitrages €/UC(t)
 - +Marges sur arbitrages UC/UC(t)
 - +Marges sur frais(t)
 - +Marges sur commissions(t)
 - +Marges sur provisions(t)

Les cash-flows de passifs issus des modèles déterministes sont déformés de façon linéaire.

Annexe n°10 - Modèle actif-passif arborescence/structure

L'arborescence du modèle se présente comme suit :



Avec :

- Modélisation des flux de passif épargne, retraite, prévoyance santé (L441 pour la retraite en point)
- Modèles de reporting (regroupent des données calculées par d'autres modules)
- Modélisation des cash-flows d'actifs, valorisation et comptabilisation en normes comptables locales
- Modélisation des management action (stratégie d'investissements et participation aux bénéfices)
- Modèles d'agrégation de données, pour les calculs à effectuer au niveau fonds et/ou compagnie
- Modèle permettant la prise en compte des différentes hypothèses économiques

Ainsi les modèles et sous-modèles d'ALIM ont les caractéristiques/fonctions suivantes :

- Le modèle « Top » est en charge de la mise en place de la structure du modèle, l'initialisation des hypothèses des modèles sous-jacents et le contrôle de l'ordre de calcul. Il est à noter que les modèles dépendants directement de ce modèle sont appelés modèles fils.
- Le sous-modèle « Scenario » permet la lecture et l'utilisation des scénarios économiques (taux, actions, immobilier, ...) utilisés par le modèle lors des calculs.
- Le sous-modèle « Company » effectue les tâches et calculs à réaliser au niveau de la compagnie (exemple le calcul des taxes, impôts, dividendes ou du capital de solvabilité ...).
- Le sous-modèle « Fund » agrège et/ou effectue les calculs au niveau canton. Un fonds ou canton (de gestion) est un ensemble de produits d'assurance et d'actifs qui sont mutualisés dans le but d'établir une stratégie d'investissement commune.
- Le sous-modèle « Strategy » est le cœur du modèle et comme il a déjà été évoqué précédemment il est constitué des sous-modèles « Invstrat » et « Credstrat » :
 - « Invstrat » : effectue les calculs relatifs à l'achat et la vente des actifs financiers selon les paramètres de « l'asset mix » (≈ SAA dans le modèle) définis au niveau canton de gestion.
 - « Credstrat » : effectue les calculs relatifs aux montants minimums garantis, de participation aux bénéfices et de respect du minimum de PB réglementaire au niveau compagnie.

- Le sous-modèle « Asset » est un modèle « père » de tous les sous-modèles d'actifs financiers modélisés. Il est à noter que ce dernier fournit des fonctionnalités communes auxquels les sous-modèles d'actifs peuvent accéder. Les sous-modèles d'actifs sont les suivants :
 - Sous-modèle « Bond » : il est utilisé pour modéliser les instruments de taux de type gouvernementaux (obligations d'état, obligations indexées, obligations à taux variable, ...)
 - Sous-modèle « Equity » : il est utilisé pour modéliser les actions et l'immobilier (selon des indices de variation de valeur et de distribution de dividende)
 - Sous-modèle « Derivative » : il est utilisé pour modéliser les instruments financiers de type dérivés (options, caps, swap, ...)
 - Sous-modèle « Mortgages » : il est utilisé pour modéliser les prêts et hypothèques
 - Sous-modèle « Investment Fund » : utilisé pour modéliser les fonds d'investissements
 - Sous-modèle « External Assets » : utilisé pour modéliser un panier d'actifs ne pouvant être modélisés simplement (par les autres sous-modèles).
 - Sous-modèle « Spreads » : comme le modèle « Bond » il est utilisé pour modéliser les instruments de taux présentant un risque de « spread » plus important que des obligations gouvernementales. Il n'est activé qu'en univers de projection monde réel (en univers risque neutre, c'est le modèle « Bond » qui est exclusivement utilisé).

- Le sous-modèle « Liab » est le modèle « père » des sous-modèles « Rollup » et « L441 », il leur fournit des fonctionnalités communes et interagit avec les autres modules.

- Le sous-modèle « Rollup » est le modèle permettant la gestion des passifs assurantiels (hors contrats retraite en point de type L441). Ce modèle exploite les résultats agrégés du modèle de projection déterministe de Prévoyance Santé (modèle plus fin/précis). Il peut s'agir de projections de comptes de résultats, obtenues selon un scénario central ou directement choquées au sein des modèles déterministes. Sa fonction consiste donc à lire puis à déformer ces projections en fonction des trajectoires stochastiques. Il est à noter qu'un sous-modèle permettant la gestion des contrats de type L441 a un fonctionnement assez différent de celui du « Rollup » puisqu'il modélise directement les garanties de retraite sans passer par un modèle de projection déterministe (bien que très intéressant ce modèle ne sera pas développé dans ce mémoire).

Annexe n°11 - Rappel des concepts méthodologiques de la méthode de Monte-Carlo

La méthode de simulation de Monte-Carlo est une méthode probabiliste permettant de déterminer la loi de distribution empirique d'un système, lorsque celle-ci ne peut être déterminée de façon analytique. Il s'agit en général de déterminer la loi de distribution empirique d'un système dépendant de nombreux facteurs aléatoires et comprenant des interactions complexes.

A titre d'illustration la valorisation du système peut être représentée par :

Dans notre cas cette méthodologie est utilisée afin de valoriser tout ou partie de l'actif et du passif du bilan (le système étudié). Ainsi afin de déterminer la loi de probabilité des « PV » (pour « Present Value ») à l'instant « t », tel que

$$PV(t, \underline{Y}(t))$$

Avec :

$$\underline{Y}(t) = (Y_1(t), Y_2(t), Y_3(t), \dots, Y_m(t))$$

Ou :

- $Y_i(t)$: est le « ième » facteurs aléatoires du système
- m : nombre de facteurs aléatoires dont la loi du système étudié dépend

On s'intéresse aux trajectoires du système $PV(t, \underline{Y}(t))$ sur tout ou partie de l'intervalle de définition de t (avec $t \in [0, T]$). La mise en œuvre de cette méthode requiert un grand échantillon tiré de la loi de $\underline{Y}(t)$ et à chaque élément (i.e. facteur aléatoire) de cet échantillon on associe la $PV(t, \underline{Y}(t))$ correspondante, en construisant ainsi une distribution empirique de $PV(t, \underline{Y}(t))$.

L'erreur d'estimation de la valorisation diminue en augmentant le nombre de simulation, il faut cependant s'assurer que les tirages de la loi de $\underline{Y}(t)$ soient uniformes (dans notre cas nous utiliserons des scénarios à 1000 trajectoires correspondants à 1000 tirages de facteurs de risque de marché).

Annexe n°12 - Notions de « market consistency » et de « GAP market consistent »

Notion de « market consistency »

Le critère « market consistent » d'un actif à une date donnée, assure que la valorisation d'un actif est bien conforme à un mécanisme de valorisation de marché à cette date (exemple : mécanisme de probabilité de défaut des actifs obligataires en univers risque neutre). Plus généralement on parle de « mark to market » pour les actifs et « mark to model » pour les passifs.

Notion de « gap market consistent »

Dans le modèle de projection stochastique, le « GAP market consistent », correspond donc à la différence entre deux approches de valorisation :

1. Valorisation par approche de Monte-Carlo : la valeur de marché correspond à la moyenne sur toutes les simulations de la somme actualisée (à $t=0$) de tous les cash-flows d'actifs (ou issus d'actifs vendus).
2. Valorisation par approche directe : la valeur de marché correspond à l'application d'une formule de valorisation dite « fermée » tout en tenant compte du prix (spot) de marché des actifs.

Plus le nombre de simulation étudiée est élevé et plus la valorisation par approche de Monte-Carlo va converger en moyenne vers la valorisation par approche directe.

Théoriquement ces deux approches sont équivalentes en univers « market consistent ».

Remarque :

L'approche de valorisation de Monte-Carlo peut ne pas converger, en particulier pour la valorisation de dérivés en dehors de la monnaie. En effet la valeur intrinsèque est nulle de façon trop fréquente pour converger en moyenne.

Annexe n°13 - Classification des scénarios économiques

Un jeu de scénarios est composé de plusieurs chroniques de valeurs actuelles et futures représentant l'évolution d'un certain nombre de variables économiques, de différentes zones ou régions économiques. Ces variables économiques peuvent être regroupées en 3 grandes familles :

1. Les courbes taux spot et « forward », de taux nominaux réels selon différentes devises (EUR, GBP, USD, JPY, ...).
2. Les taux de change actuels et futurs simulés pour les mêmes devises (respect de la parité des taux pour éviter les situations d'arbitrage).
3. Les indices action, immobilier et investissements alternatifs pour lesquels le modèle va lire :
 - a. Le « total return » correspondant à la valeur de cours boursier par indice et par année projeté.
 - b. Le « dividende yield » correspondant au taux de dividende par indice et par année projeté.

Scenarios Best Estimate » (ou central) et choqués

A partir des générateurs de scénarios économiques GSE (« ESG » pour « Economic Scenario Generator »), il est possible de produire des scénarios dits centraux ou « Best Estimate » correspondant à l'état du monde actuel. Il est également possible et nécessaire de produire des scénarios choqués pour lesquels tout ou partie des facteurs de risque de l'ESG sont stressés.

Ces chocs peuvent intervenir sur différents facteurs de risque, dans le cadre de cette étude il s'agira :

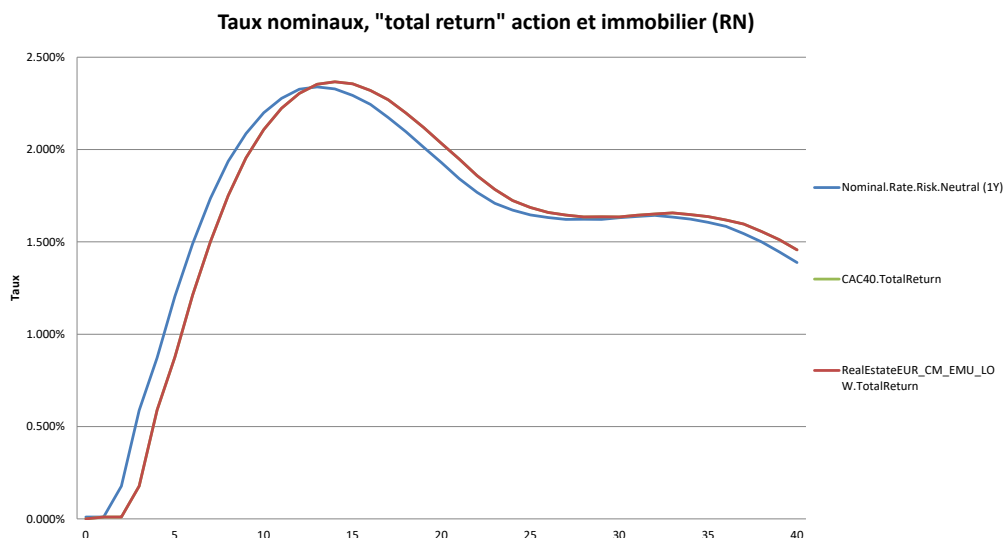
- Chocs sur taux nominaux, la chronique de taux spot et « forward » est choquée à la hausse ou à la baisse selon un niveau de taux de 50 ou 100 points de base équivalent à la valeur relative de 0.5% ou 1%. Il est à noter que le niveau du choc est variable et peut être appliqué à la gamme des taux par terme « forward » afin d'obtenir un choc parallèle (translation de la courbe) ou avec un retour vers l'UFR (« Ultime Forward Rate ») actuellement fixé à 4.20% par l'EIOPA (Solvabilité 2, permettant l'actualisation des engagements longs termes dans le cadre des calculs de BEL notamment).
- Chocs sur l'inflation, se matérialisera par une augmentation ou diminution des taux réels un choc d'inflation à la hausse de 100 points de base correspondra alors à une baisse de 100 points de base sur les taux réels et inversement en cas de baisse de l'inflation.
- Dans le cadre de l'estimation risque neutre du risque capital d'autres chocs sont requis tel que :
 - un choc +/-25% sur la volatilité des taux et des indices action et immobilier
 - un choc de -20% sur les valeurs de marché actifs actions et immobilier
 - un choc de crédit et de spread couplé à un scénario de VaR à 99.5%
 - ...

Scénarios risque neutre ou monde réel

L'univers d'étude risque neutre considère que tous les agents économiques sont neutres face au risque et donc qu'aucune prime de risque n'est prise en compte. L'univers d'étude monde réel considère lui une vision plus réaliste des marchés en intégrant des anticipations d'évolution des marchés, de la volatilité historiques et l'ajout de primes de risque moyenne au-delà du taux de rendement sans risque (pour les actifs dits risqués).

- Scénarios risque neutre

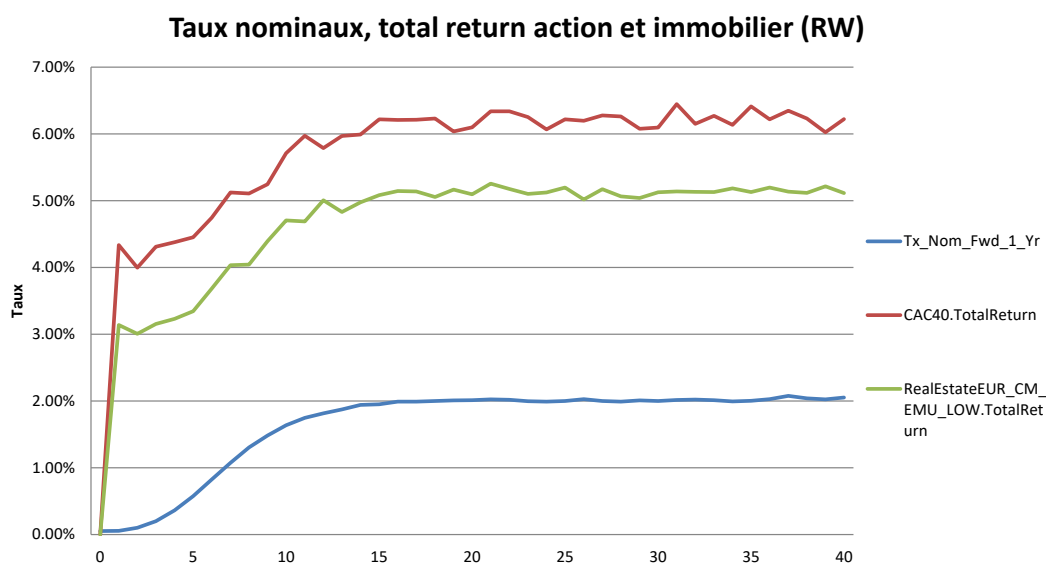
Exemple d'illustration de scénarios risque neutre - Taux nominaux « forward » 1 an, « total return » action et immobilier



En observant les mêmes facteurs de risque financier, on constate qu'en moyenne, tous les actifs ont le rendement de l'actif sans risque. Autrement dit les « total return » des actifs risqués (ici action et immobilier, les courbes rouges et vertes sont confondues), elles sont calées sur le taux « forward » de maturité an avec un décalage d'une année.

- Scénarios monde réel

Exemple d'illustration de scénarios monde réel - Taux nominaux « forward » 1 an, « total return » action et immobilier :



On observe sur le graphique ci-dessus la comparaison des taux « forward » de maturité 1 an, d'un rendement action (CAC 40) et obligataire (Index immobilier Allianz). On observe graphiquement la prise en compte des primes de risque (en moyenne).

Indicateurs usuellement observés dans les deux univers :

- Risque neutre : valorisation de tout ou partie du bilan dans les référentiels Solvabilité 2 (actif, provisions techniques, ...), New Business Value (NBV), Cout des options et garanties («TVOG » dans le cadre des calculs de « MCEV »), ...
- Monde réel : taux de rendement de l'actif réel espéré, profits actionnaires futures, étude de rentabilité des produits, études buffers d'actifs et de passif (PMVL, PPE, RdC, ...), ...

Scenarios déterministes et stochastiques

Les scénarios déterministes sont constitués d'une unique trajectoire représentant l'état du monde moyen. Les scénarios stochastiques sont composés d'un grand nombre de trajectoires (dans notre cas 1000 ou 5000), représentant différents états du monde possibles pour chaque variable économique simulée et à chaque pas de temps de projection.

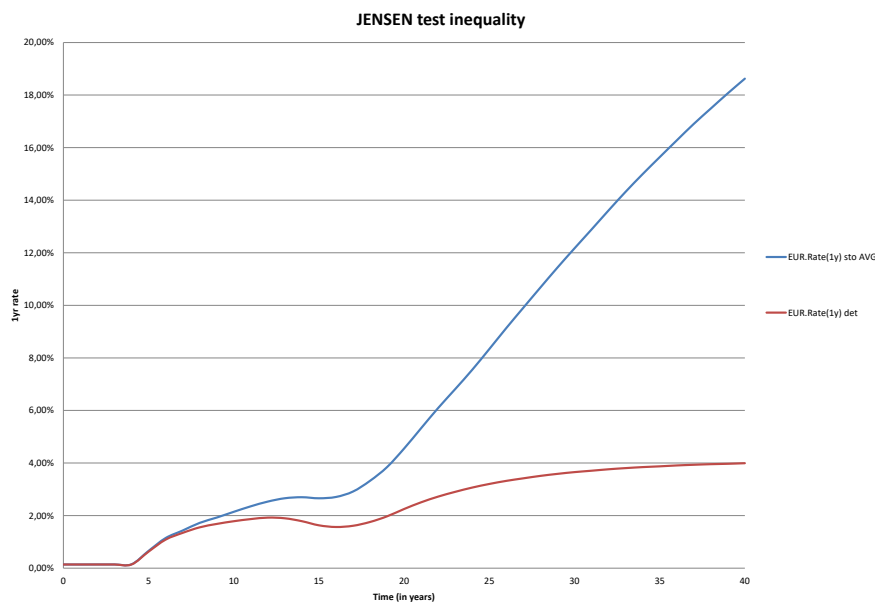
Au fil du temps, la moyenne (moyenne des 1000 simulations aléatoires) s'écarte notablement du taux forward (scénario déterministe). Cette observation est valable sur toutes les maturités (et économies). L'inégalité de Jensen peut expliquer cet écart.

Inégalité de Jensen²⁰

Soit φ une fonction convexe sur un intervalle I et X une variable aléatoire d'espérance finie à valeur dans I. Alors l'inégalité suivante est vérifiée :

$$\varphi (E[X]) \leq E[\varphi (X)]$$

Exemple d'illustration (inégalité de Jensen) taux forward de maturité 1an :



Dans notre cas la fonction convexe est celle des prix zéros coupons (i.e. taux zéros coupons de l'ESG).

Graphiquement, on observe bien que l'espérance des prix zéro coupon est supérieure aux prix zéros coupons issus d'une trajectoire moyenne.

Relation prix zéro coupon et taux zéro coupon (taux et prix continus) :

$$\text{Taux ZC}(0, T) = \frac{-\ln [\text{PZC}(0, T)]}{T}$$

Et

$$\text{PZC}(0, T) = e^{-\text{Taux ZC}(0,T)*T}$$

Avec :

- taux ZC(0, T) : taux zéro coupon stipulé en 0 et de maturité T
- PZC(0, T) : prix zéro coupon en 0 et de maturité T

²⁰ Johan Jensen, mathématicien Danois, relation sur les fonctions convexes [1906]

Annexe n°14 - Calibrage des modèles stochastiques

Calibration des modèles stochastiques

La calibration des modèles stochastiques est une partie préliminaire indispensable à la mise en œuvre du modèle. Cette calibration intervient lors de la génération des scénarios économiques utilisés par le modèle de projection. Dans le cadre d'études ALM, MCEV ou encore Solvency II, la calibration a pour objectif d'assurer le critère de « Market Consistent » quant à la valorisation des actifs simulés. Cette approche est similaire à celle utilisée en finance pour le pricing des options. Toutefois, il est à souligner également qu'il existe une différence fondamentale entre la calibration en assurance et celle effectuée en finance de marché (reprécisé par la suite).

Calibration dans une approche « Market-Consistent »

La calibration d'un modèle en univers risque neutre doit donc répondre au critère de « Market Consistency ». La calibration consiste donc à trouver les paramètres optimaux tel que les prix théoriques d'instruments financiers tels que les swaptions (option sur swap de taux), calculés par le modèle soient relativement proches des prix observés sur les marchés.

Spécificités de la calibration en assurance

Comparativement aux modèles financiers, en assurance les actifs simulés doivent être projetés sur de longues périodes (>30 ans). Ainsi d'après ce qui a été expliqué plus haut, il faudrait que les scénarios respectent le critère de « Market Consistency » tout au long de la projection. Cela reviendrait théoriquement à calibrer les modèles de projection sur des produits de marché long terme (option sur 60 ans). Dans la pratique, de tels produits ne sont pas observables sur les marchés, ainsi la calibration des paramètres est donc réalisée sur une gamme d'instruments financiers dont la maturité n'excédera pas 20 ans. L'estimation de données au-delà d'une maturité maximale, devra faire appel à des méthodes d'extrapolation.

Critères de Martingalité

Dans le cadre des études en univers risque neutre, des tests sont indispensables pour la validation des scénarios économiques.

Le Test de Martingales consiste à vérifier en moyenne que :

1. Les rendements simulés des indices du type action sont équivalents au taux de référence correspondant au taux sans risque (forward 1 an de la courbe swap ajustée de la liquidity premium). Il s'agit de s'assurer que les indices sont équivalents à un indice égal à 1 en 0 mais rapportant le taux de référence en t, d'où la relation suivante :
2. Le prix zéro-coupon en t de maturité T, noté $P(t,T)$ est équivalent au prix zéro-coupon associé au taux forward* correspondant, en d'autres termes, la formule suivante doit être validée :
3. Il y a absence d'opportunité d'arbitrage entre les actifs libellés dans les différentes monnaies. Cela signifie que quel que soit le libellé de la monnaie, tous les actifs sont équivalents. Ainsi, l'évolution du taux de change doit vérifier la relation ci-dessous :

Remarque :

Pour accepter ou refuser le test des martingales en stochastique, il est nécessaire de calculer un intervalle de confiance pour vérifier si les espérances calculées ci-dessus sont comprises dans l'intervalle. Pour construire un tel intervalle, une hypothèse sur la distribution des rendements des indices, des prix zéro-coupon et des taux de change est nécessaire.

Annexe n°15 - Modélisation taux d'intérêt et inflation

Modèles de taux nominaux et taux réels

Les taux d'intérêts nominaux sont stockés sous forme de prix zéro coupon, par monnaies (EUR, USD, JPY, ...) et pour différentes dates de maturité (1 mois, 1 an, 2 ans, 3 ans, ..., 60 ans). La courbe de taux spot initiale valable au pas de temps $t = 0$ est par la suite projetée sur 60 pas de temps de projection. En univers risque neutre exempt d'opportunités d'arbitrages les courbes de taux aux pas de temps suivants sont obtenus par construction des taux « forward » et par extrapolations.

Calculs des taux « forwards » (taux actuariels)

$$[1 + \text{TxSpot}(0, n)]^n * [1 + \text{TxFwd}(n, d)]^d = [1 + \text{TxSpot}(0, n + d)]^{n+d}$$

Et donc :

$$[1 + \text{TxFwd}(n, d)]^d = \frac{[1 + \text{TxSpot}(0, n + d)]^{n+d}}{[1 + \text{TxSpot}(0, n)]^n}$$

Et finalement l'expression de taux « forward » :

$$\text{TxFwd}(n, d) = \left[\frac{[1 + \text{TxSpot}(0, n + d)]^{n+d}}{[1 + \text{TxSpot}(0, n)]^n} \right]^{\frac{1}{d}} - 1$$

Taux « forwards » continus :

$$\text{TxFwd}(n, d) = \frac{\ln \left[\frac{e^{\text{TxSpot}(0, n+d) * (n+d)}}{e^{\text{TxSpot}(0, n) * n}} \right]}{d}$$

Avec :

- $\text{TxFwd}(n, d)$: le taux (actuariel ou continu) « forward » prévalent à l'année n sur d années
- $\text{TxSpot}(0, n + d)$: le taux (actuariel ou continu) « spot » prévalent à l'année 0 sur $n + d$ années
- $\text{TxSpot}(0, n)$: le taux (actuariel ou continu) « spot » prévalent à l'année 0 sur n années

Modélisation des taux nominaux (risque neutre) - Libor Market Model (CEV)

Le modèle LMM-CEV (pour « Libor Market Model Constant - Elasticity of Variance ») est le modèle de diffusion des taux nominaux « forward » (sans prise en compte des taux négatifs). Son équation différentielle stochastique est telle que :

$$\frac{d(f_t^k)}{(f_t^k)^\beta} = \mu^k(f_t, t)dt + \sqrt{v_t}g(\tau_k)(f_t, t) \cdot dZ_t$$

Avec :

- f_t^k : taux « forward » prévalent entre le période T_k et T_{k+1} vu au temps t
- $Z_t = (Z_t^1, Z_t^2)^T$ brownien bidimensionnel (représentant respectivement le taux court et le taux long)
- β : paramètre permettant le « fitting » du skew » de volatilité

Sa fonction de volatilité est donnée par :

$$g^i(\tau_k) = g(\tau_k)w_i(\tau_k)$$

Avec :

- $w_i(\tau_k)$: poids associé à chaque couple ténors & maturités (constant pour un ténor donné)

$$g(\tau) = (a + b\tau)e^{-c\tau} + d$$

Etapes du calibrage du GSE en univers risque neutre

1. La cible de volatilité à calibrer correspond à la volatilité implicite des swaptions à la monnaie de marché.
2. L'extrapolation de la volatilité implicite est nécessaire dans la mesure où ce marché est peu liquide et contient peu de cotations au-delà de 10 ans. Cette étape permet d'obtenir une nappe de volatilité complète.

3. Afin de tenir compte de points jugés plus matériels, différents poids sont alloués pour chaque couple ténor/maturité ($w_i(\tau_k)$).
4. Le calibre du GSE consiste à minimiser l'écart quadratique entre volatilité implicite réalisée (issue du GSE) et la volatilité implicite cible (swaptions observées sur les marchés). Les paramètres a, b, c et d de la fonction de volatilité par terme permettent le calibrage. Cela revient à un problème d'optimisation mathématique afin de déterminer le jeu de paramètres qui minimise l'erreur quadratique entre des prix théoriques fournis par un modèle de valorisation et ceux observés sur le marché. D'où la relation suivante :

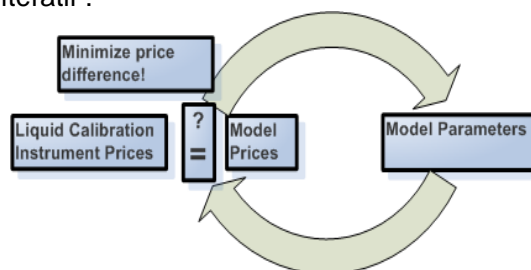
$$\text{Min} \sum_j |\text{Vol th}_j(\theta) - \text{Vol obs}_j|^2$$

Avec :

- Vol th_j: Volatilité théorique calculée de l'option « j »
- Vol obs_j: Volatilité observée sur le marché de l'option « j »
- θ : vecteur des paramètres à calibrer

Pour valoriser théoriquement ces instruments financiers, il existe de nombreuses techniques de calcul via des formules dites « fermées », « semi-fermées » ou encore selon une approche Monte-Carlo (vu plus haut). L'inversion des formules fermées de « pricing » d'option permet d'impliciter la volatilité.

Le calibrage est un processus itératif :



Différentiation avec le calibrage en univers monde réel

- Actif « sans risque »
 - Le modèle de diffusion utilisé est différent, il s'agit d'un modèle de Black Krasinski à 2 facteurs.
 - Le calibrage se base sur les volatilités historiques des OAT et des Bunds (obligations d'état Français et Allemand) observées sur les marchés.
 - En moyenne les taux « forwards » ne se réalisent pas (la courbe de taux par terme de maturité « spot » ne permet pas de recomposer les gammes de taux « forwards »). Ainsi la diffusion des taux « forwards » intègre des anticipations d'évolution/déformation des courbes de taux futures.
- Actif « risqué »
 - Lors de la diffusion on ajoute une prime de risque fixe (primes de risques explicitées plus haut).
 - Les rendements inhérents aux actifs risqués intègrent donc un « excess return » (rendement additionnel au-delà du rendement sans risque), modélisé via un modèle à facteur (développé par la suite).

Modélisation des taux nominaux (monde réel) - Black Karasinski 2 facteurs

Le modèle de taux sert à simuler les prix Zéro-coupon utiles dans la valorisation des actifs obligataires ainsi que pour la détermination de la valeur actuelle des cash-flows futurs (facteur d'actualisation). Le modèle utilisé est le modèle Black Karasinski à 2 facteurs (F2BK) défini par les équations de diffusions suivantes :

$$\begin{aligned} d\ln(r_t) &= \alpha_1 [\ln(m_t) - \ln(r_t)]d_t + \sigma_1 dZ_1(t) \\ d\ln(m_t) &= \alpha_2 [\mu - \ln(m_t)]d_t + \sigma_2 dZ_2(t) \end{aligned}$$

Avec :

- r_t : taux court
- m_t : moyenne long terme vers laquelle le taux court converge
- α_1 : vitesse de convergence vers la moyenne long terme m
- μ : moyenne long terme de m
- α_2 : vitesse de convergence vers la moyenne long terme μ
- σ_1 : volatilité du taux court
- σ_2 : volatilité de m

Les 5 paramètres ($\alpha_1, \alpha_2, \mu, \sigma_1, \sigma_2$) font l'objet du calibrage non développé ici.

Ce type de modèle est une amélioration des modèles à 1 facteur (type Vasicek) qui ne prennent pas en compte l'aspect dynamique de la moyenne long terme. De plus, comme constaté dans les équations ci-dessus, le modèle F2BK simule des taux log normaux, ce qui rend impossible la génération de taux négatifs à l'inverse de certains modèles.

Remarque :

- L'introduction d'un « displacement factor » est nécessaire afin de « shifter » la distribution et ainsi obtenir des taux négatifs.
- L'inconvénient d'utiliser un tel modèle, c'est qu'il n'existe pas de solution analytique pour simuler le prix de l'obligation zéro-coupon qui s'exprime sous la probabilité risque neutre Q de la manière suivante :

$$P(t, T) = E_Q[e^{-\int_t^T r(t)dt}]$$

En pratique, la génération des taux sera réalisée à l'aide d'une méthode par arbre trinomial.

Modélisation des taux réels - Vasicek 2 facteurs

Le modèle utilisé pour la simulation des taux réels est « Vasicek » à 2 facteurs, dont l'équation de diffusion est la suivante :

$$\begin{aligned} dr_t &= \alpha_1(u_t - r_t)dt + \sigma_1 dZ_1(t) \\ du_t &= \alpha_2(\mu - u_t)dt + \sigma_2 dZ_2(t) \end{aligned}$$

La modélisation de l'inflation est obtenue par différence entre les taux nominaux et les taux réels. Ainsi le calibrage des paramètres de l'équation de diffusion des taux réels (Vasicek) est réalisé de sorte qu'ils permettent (par différence avec les taux réels) d'obtenir la courbe par terme d'inflation spot.

Les paramètres de vitesse de retour à la moyenne α_1, α_2 sont fixes tout comme les paramètres de volatilité σ_1, σ_2 (jugements d'experts).

Le calibrage de l'inflation (i.e. taux réels) porte sur les paramètres r_0, u_0 et μ (niveau à long terme du processus de retour à la moyenne), ils sont re-calibrés en fonction des sensibilités appliquées sur la courbe des taux nominaux afin de ne pas déformer la courbe d'inflation « Best Estimate ».

Corrélation entre facteurs de risque

La prise en compte de coefficients de corrélation au sein d'un ESG est primordiale, puisqu'ils permettent de donner un sens économique à l'ensemble des facteurs de risque qui y sont modélisés. Ces corrélations contenues au sein d'une grosse matrice semi définie positive (propriété mathématique nécessaire permettant d'appliquer une décomposition par facteur de Choleski par exemple). Elles permettent la corrélation des Browniens simulés au sein de l'ESG. Elles sont obtenues tel que :

- Corrélation IR/IR : données fournis par Barrie+Hibbert (Moody's) afin de corrélérer les taux pour une même monnaie.
- Corrélation IR&EQ/Actifs non cotés : jugements d'experts
- Corrélation IR/Actifs cotés : historique

Annexe n°16 - Modélisation action et immobilier

Modélisation du « total return »

Afin de modéliser la variation des actifs de type action, immobilier et investissements alternatifs, une dynamique de variation de prix de type Black & Scholes²¹ (sans « Drift ») est utilisée :

$$dR_t = R_t * \sigma * dW_t$$

Avec :

- σ : volatilité du sous-jacent indice action ou immobilier
- W_t : mouvement Brownien standard

Avec σ_t volatilité constante.

Ainsi on obtient le total return à la date t tel que :

$$TR_t = \frac{R_t}{PZC(t, t+1)} - 1 = \frac{R_t - PZC(t, t+1)}{PZC(t, t+1)}$$

Avec :

- TR_t : Total Return à la date « t »
- R_t : Excess Return à la date « t »
- $PZC(t, t+1)$: Prix Zéro Coupon de maturité 1 an à la date « t » ($PZC(t, 1) = \frac{1}{(1+TxZC(t,t+1))}$)

De façon conceptuelle l' « excess return » à la date « t » est surplus de rendement au-delà du taux court (1 an) sans risque.

- En univers risque neutre l' « excess return » est nul en moyenne, puisqu'en moyenne tous les actifs ont le même rendement que l'actif sans risque.
- En univers d'étude monde réel, l' « excess return » est modélisé via un modèle multi facteurs. Ainsi l' « excess return », tel que :

$$r = r_f + \mu_s + \text{chocs}_s + \sum_F \beta_F \cdot \text{chocs}_F$$

Avec :

- r_f : Rendement sans risque
- μ_s : Rendement additionnel (prime de risque)
- chocs_s : chocs éventuel (i.e. si scénario choqué) idiosyncratique
- F : autres facteurs de risque (liés)
- β_F : Exposition aux facteurs communs
- chocs_F : choc éventuel systémique

Modélisation du « dividende yield »

Les taux de dividendes, notés « Y_t », sont également modélisés via un modèle log normal de type « retour à la moyenne » :

$$d\log(Y_t) = \alpha(\mu - \log(Y_t))dt + \sigma dZ(t)$$

Avec :

- $\log(Z_Y)$: taux de dividendes
- σ : volatilité du sous-jacent action
- α : vitesse de convergence vers la moyenne μ
- μ : moyenne long terme

Modèle des taux de change

²¹ Théorie d'évaluation des options, publiée par Fischer Black (mathématicien américain) et Myron Scholes (économiste Canadien) [1973]

Pour la prise en compte de l'effet taux de change sur certains actifs en portefeuille, le taux de change pour une monnaie i est également modélisé d'après l'équation stochastique suivante :

$$dX_i = X_i * \left[\left(r_i(t) - r_{base}(t) + \frac{1}{2} * \sigma^2 \right) * dt + \sigma * dW_t \right]$$

Avec :

- $r_i(t)$: taux court en monnaie étrangère i à la date t
- $r_{base}(t)$: taux court en monnaie locale
- σ : volatilité du taux de change (mis à zéro)
- W_t : mouvement Brownien standard

Ainsi on obtient la formule de change suivante :

$$dX_i = X_i * (r_i(t) - r_{base}(t)) * dt$$

Annexe n°17 - Modélisation du « spread » de crédit

Afin de modéliser la variation des « spreads », des migrations de « rating » associées et des défauts potentiels, un module (portant le nom « spreads ») d'actif, permet leur modélisation en univers monde réel (uniquement).

Le module « spreads », permet la modélisation des obligations portant sur des garanties de type « corporate ». Il permet principalement d'ajouter une prime de risque par rapport aux courbes des taux dites « sans risque », utilisées pour la modélisation des obligations souveraines.

Mise en œuvre :

Ce module contient les éléments suivants :

1. Des tables déterministes et stochastiques, contenant les niveaux des « spreads » par rating et par terme de maturité Les niveaux des « spreads » sont corrélés aux autres facteurs de risque de l'ESG (principalement taux nominaux et actions).
2. Des tables déterministes et stochastiques, contenant des matrices de migration de rating, ces probabilités simulent le changement de rating ainsi que le défaut, elles contiennent également le taux de recouvrement (0.38%)
3. Les obligations « corporate » issues du stock intègrent un « rating » initial, les obligations achetées en cours de projection ont un rating et une maturité prédéfinie.

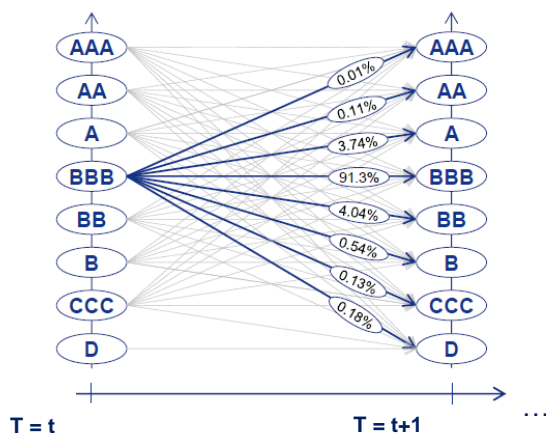
Ci-dessous, la table contenant le rating modélise :

| Rating modèle | Rating traditionnel |
|---------------|---------------------|
| 1 | AAA |
| 2 | AA |
| 3 | A |
| 4 | BBB |
| 5 | BB |
| 6 | B |
| 7 | C |
| 8 | D (default) |

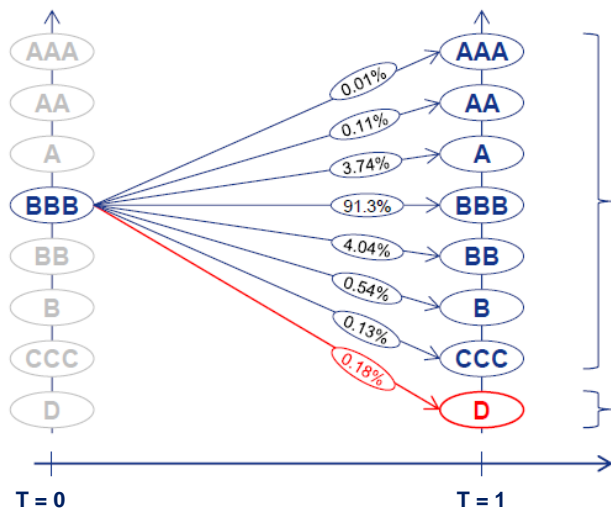
Pour les obligations issues du stock comme pour les obligations achetées au cours de la projection, un rating initial leur est systématiquement attribué.

Au cours du temps ces obligations captent les variations de spreads ainsi que les migrations de rating. Pour ce faire, les obligations sont systématiquement « découpées » en un « sous-portefeuille » obligataire, dont le découpage est pondéré des probabilités de migration en fonction du temps et des ratings.

Illustration :



Exemple avec une obligation « corporate », zéro coupon de maturité 1 an :



Probabilité de survie entre 0 et 1
CF=1

Probabilité de défaut entre 0 et 1
CF=R

Probabilité de défaut : $p=0.18\%$
 Probabilité de survie : $q=1-p = 99.82\%$
 Taux de recouvrement : $R=38\%$

2 cas possibles, survie et défaut.
 Le flux de trésorerie global escompté est la moyenne pondérée de deux flux de trésorerie CF :

$$CF = 1 \cdot q + R \cdot p \approx 99.89\%$$

Calcul du prix zéro coupon :
 Taux sans risque 1 an : $z = 1.81\%$

$$\text{Prix} = \frac{CF}{(1+z)} \approx 98.12\%$$

Les migrations de rating (monde réel) sont issues d'historiques de migrations observées sur les marchés.
 Lien entre le spread et la probabilité de migration :

$$\text{spread}^{\text{rating } i}(0, T) = \frac{-\ln[1 - \text{Probabilité}_{\text{défaut}}^{\text{rating } i}(0, T) + R * \text{Probabilité}_{\text{défaut}}^{\text{rating } i}(0, T)]}{T}$$

Avec :

- $\text{spread}^{\text{rating } i}(0, T)$: spread de rating i prévalent entre 0 et T
- $\text{Probabilité}_{\text{défaut}}^{\text{rating } i}(0, T)$: probabilité de migration entre le rating i et le défaut, prévalent entre 0 et T
- R : taux de recouvrement

Annexe n°18 - Modèle actif-passif mise en œuvre de la politique de PB (« crediting strategy »)

L'objectif principal de la « crediting strategy » est de refléter les décisions du « top management » en ce qui concerne l'octroi de la participation aux bénéfices discrétionnaires tout en pilotant les revenus des actionnaires et des assurés.

Dans ce contexte deux objectifs doivent être conjointement pris en compte

1. Les attentes de profits des actionnaires (au travers du résultat d'assurance)
2. Les attentes de partage de ces profits pour les assurés (au travers du partage des produits financiers)

Généralement l'attente des assurés en termes de revalorisation est assez liée au contexte économique. Du côté des actionnaires, même si le pire scénario est d'avoir à réinjecter de l'argent dans les fonds propres de la compagnie, l'attente en termes de profit est également forte. Ainsi l'objectif de la « crediting strategy » est de répondre à l'ensemble de ces objectifs.

Les objectifs quantitatifs de la « crediting strategy » sont les suivants :

- Maximiser les profits actionnaire (au niveau compagnie).
- Définir des taux de participation aux bénéfices compétitifs par rapport au marché (au niveau produits).
- Optimiser le risque (au niveau compagnie).

Un mécanisme à deux niveaux a été implémenté au sein du sous-modèle

1. « Crediting strategy » au niveau produit :
Cette partie du modèle consiste à définir les taux crédités (PB) au niveau des produits et de déterminer l'utilisation des « buffers » de PPE et de plus ou moins-value latente.
2. « Crediting strategy » au niveau compagnie :
Dans un second temps l'algorithme vérifie qu'au niveau de la compagnie le montant minimum réglementaire de participation aux bénéfices a bien été atteint.

La « crediting strategy » au niveau produit

Pour les produits d'épargne traditionnels (hors L441), l'algorithme au niveau produit fonctionne selon un processus défini par les étapes suivantes :

1. « Calcul des buffers » :
Le modèle de « crediting strategy » calcule les « buffers » disponibles au niveau de chaque canton de gestion :
 - montants de PPE disponibles,
 - montants de plus ou moins-value latente.
2. « Calcul des Montants Minimums Garantis » :
Pour chaque produit le modèle calcule les montants minimums garantis (MMG), correspondant à l'application des taux minimum garantis en vigueur sur les produits. Si nécessaire des montants de plus-values réalisés sont calculés afin de financer ces taux minimums garantis (taux techniques).
3. « Calcul du taux cible » :
Le modèle calcule ensuite un taux cible correspondant aux taux de participation aux bénéfices cible. Ce taux cible est fonction de l'environnement financier ainsi que du taux de participation net de l'année précédente (i.e. pas de temps de projection précédant). Les niveaux des buffers du canton sont également pris en compte lors de la détermination du taux cible.
4. « Calcul des RCGL nécessaires » :
 - Une fois le taux cible défini le modèle va calculer un montant de plus-values réalisées si le partage des produits financiers ne suffit pas à financer le taux cible. Inversement si le partage

des produits financiers est trop élevé compte tenu du taux cible calculé (RCGL ⇔ « Realized Capital Gains and Losses »).

- Il est à noter que cette étape correspond à la phase dite de « réalisation », qui nécessite l'intervention du modèle d'« investment strategy » afin de réaliser des transactions complémentaires.

5. « Calcul de la PPE nécessaire » :

Calcul du montant de variation de PPE (positif ou négatif) nécessaire afin d'atteindre le taux cible lorsque les montants de plus ou moins-values réalisées ne suffisent pas. L'utilisation de la PPE (reprise ou dotation) au niveau du produit n'est pas autorisée pour le portefeuille général d'Allianz Vie (la PPE du fonds général d'Allianz Vie n'est utilisée que pour respecter le minimum de PB réglementaire au niveau compagnie).

La « crediting strategy » au niveau compagnie

La « crediting strategy » au niveau compagnie permet de vérifier montant minimum de participation aux bénéfices réglementaire a bien été crédité aux assurés.

Pour rappel au niveau compagnie le montant minimum de participation aux bénéfices (Article A331-4 du code des assurances) :

Montant minimum réglementaire de participation aux bénéfices (au niveau compagnie) =
+90% du compte de résultat technique créditeur (ou +100% si le compte est débiteur)
+85% du compte de résultat financier
+100% du solde de réassurance cédé

Lors du contrôle du respect du minimum de participation aux résultats, deux cas de figure sont possibles :

1. Si le montant minimum de participation aux bénéfices n'est pas atteint, une dotation obligatoire est réalisée sur la PPE. Le montant correspond à la différence des deux montants tel que, si :

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{p_i} MC_{i,j} < \text{Montant minimum PB réglementaire (au niveau compagnie)}$$

Alors :

$$\text{Dotation PPE} = \text{Montant minimum PB} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{p_i} MC_{i,j}$$

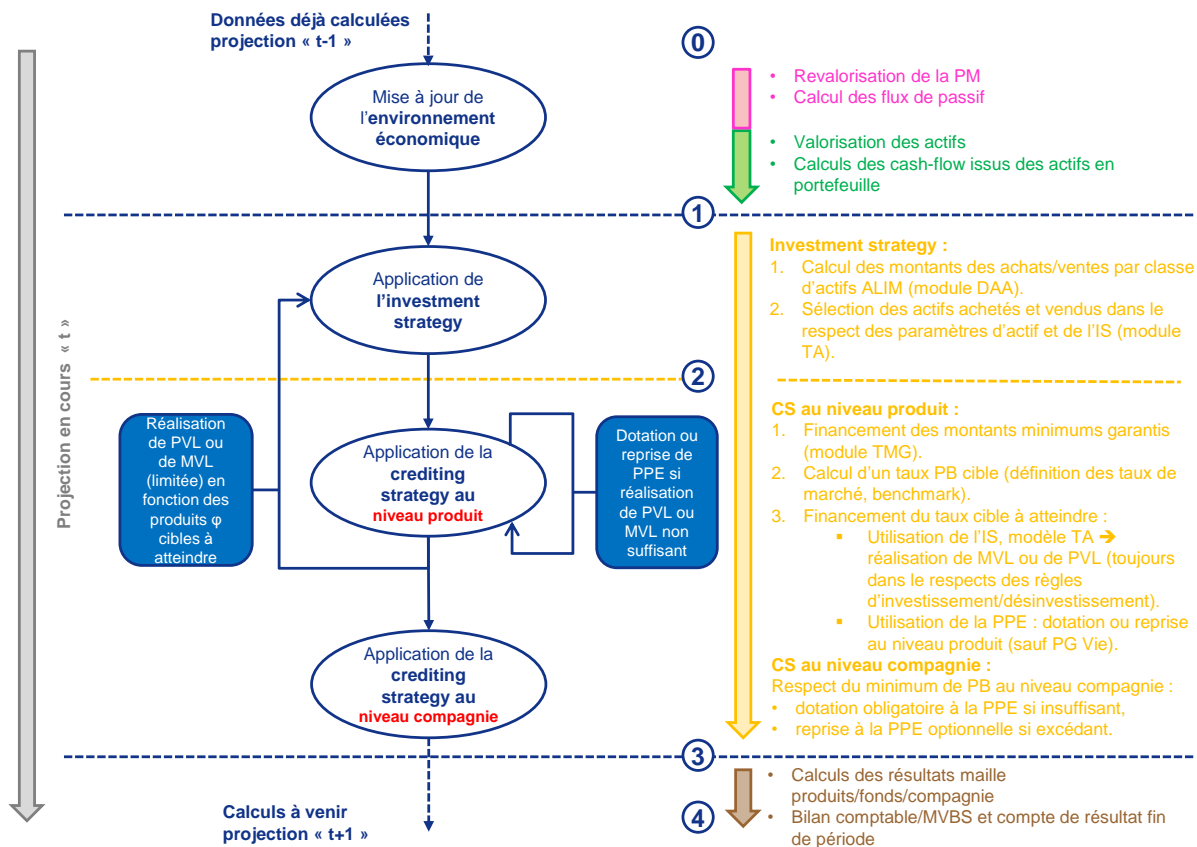
Avec :

- n : nombre de cantons de la compagnie.
- p_i : nombre de produits du canton « i ».
- MC_{i,j} : Montants Crédités sur « j^{ème} » produit du « i^{ème} » canton.

2. Si le montant minimum réglementaire de participation aux bénéfices est atteint (i.e. la somme des montants distribués au niveau compagnie est supérieure ou égale au montant minimum réglementaire de PB), une reprise de PPE est nécessaire afin que la somme des montants crédités atteigne 105% du montant minimum réglementaire. Cette reprise de PPE est définie algorithmiquement par une fonction de reprise dépendant de différents paramètres, elle correspond à la simulation d'une décision de « top management ».

Important

Afin de répondre à une problématique concernant des engagements de prévoyance santé, ce modèle bien que très intéressant ne sera pas exploité lors de l'étude. En effet il n'existe pas de clause de participation aux bénéfices sur les engagements non-vie puisque le principe indemnitaire s'applique à ce type de passif. Par conséquent le modèle de « crediting strategy » du modèle sera désactivé lors de l'étude.

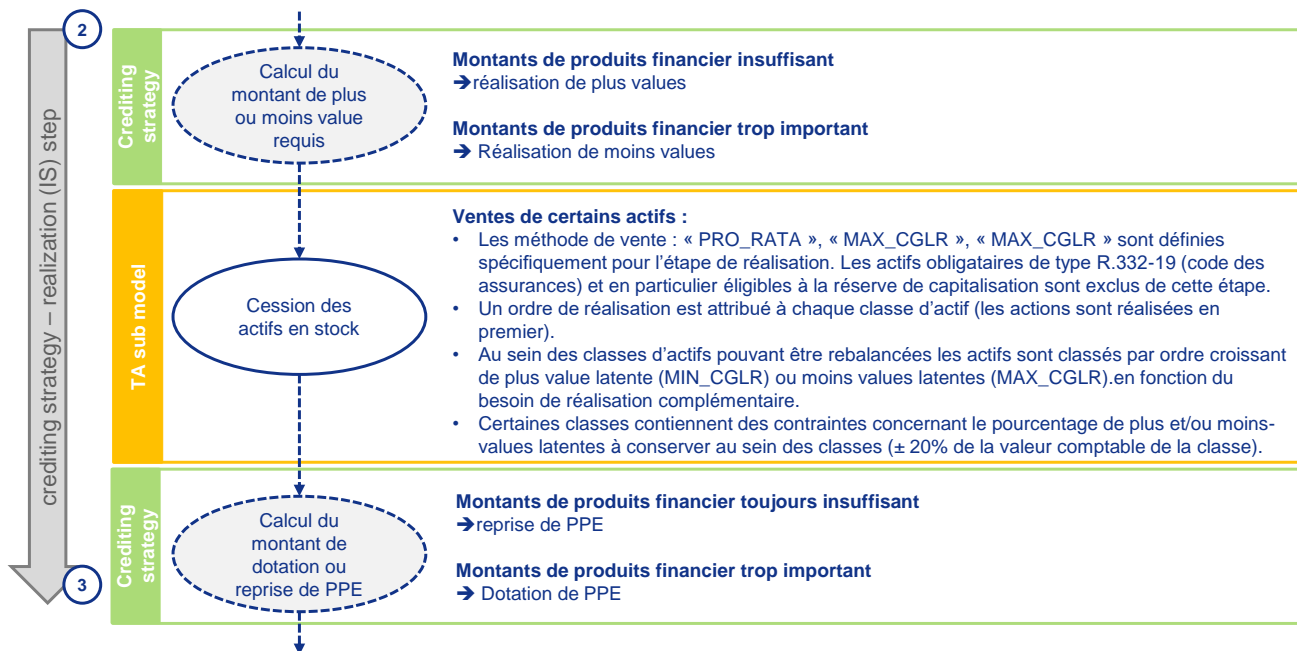


La réalisation

Permet la réalisation par le modèle « investment strategy », de plus ou moins-values nécessaires à la bonne marche du modèle de « crediting strategy »

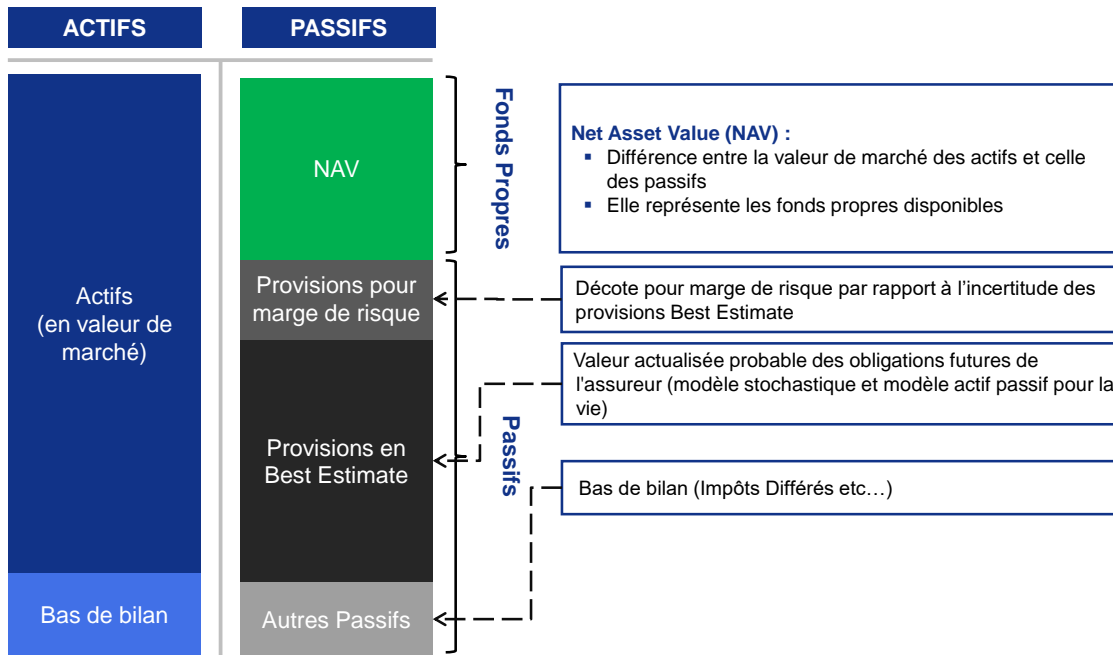
- Le modèle de « crediting strategy » va calculer des montants de plus ou moins-values à réaliser sur l'ensemble des classes d'actifs (hors classes contenant des actifs R.343-9), afin d'atteindre des objectifs de taux produits financiers (et donc de participations aux bénéfices).
- Ces montants requis sont transmis au modèle de « investment strategy » afin de réaliser des transactions complémentaires. La réalisation de ces plus ou moins-values complémentaires respecte des règles de réalisation
- Ordre de réalisation entre les classes d'actifs (des chiffres affectés par ordre croissant à chaque classe permettent de prioriser la réalisation)
- Méthodes de vente : « PRO_RATA », « MAX_CGLR », « MAX_CGLR » définies plus haut. La méthode « NONE » permet d'exclure la classe des actifs éligibles à la réalisation. Le modèle Français a la particularité de désigner les actifs éligibles à la réserve de capitalisation, ces derniers sont exclus des actifs potentiellement réalisés.
- Certaines classes contiennent des contraintes concernant le pourcentage de plus et/ou moins-values latentes à conserver au sein des classes (en pourcentage de la valeur comptable total de la classe considérée).

Le schéma suivant illustre le processus :



Annexe n°19 - Présentation du modèle interne Allianz France

Présentation du bilan en valeur de marché vision modèle interne Allianz France



[Figure n°24 : Illustration du bilan MVBS SII modèle interne]

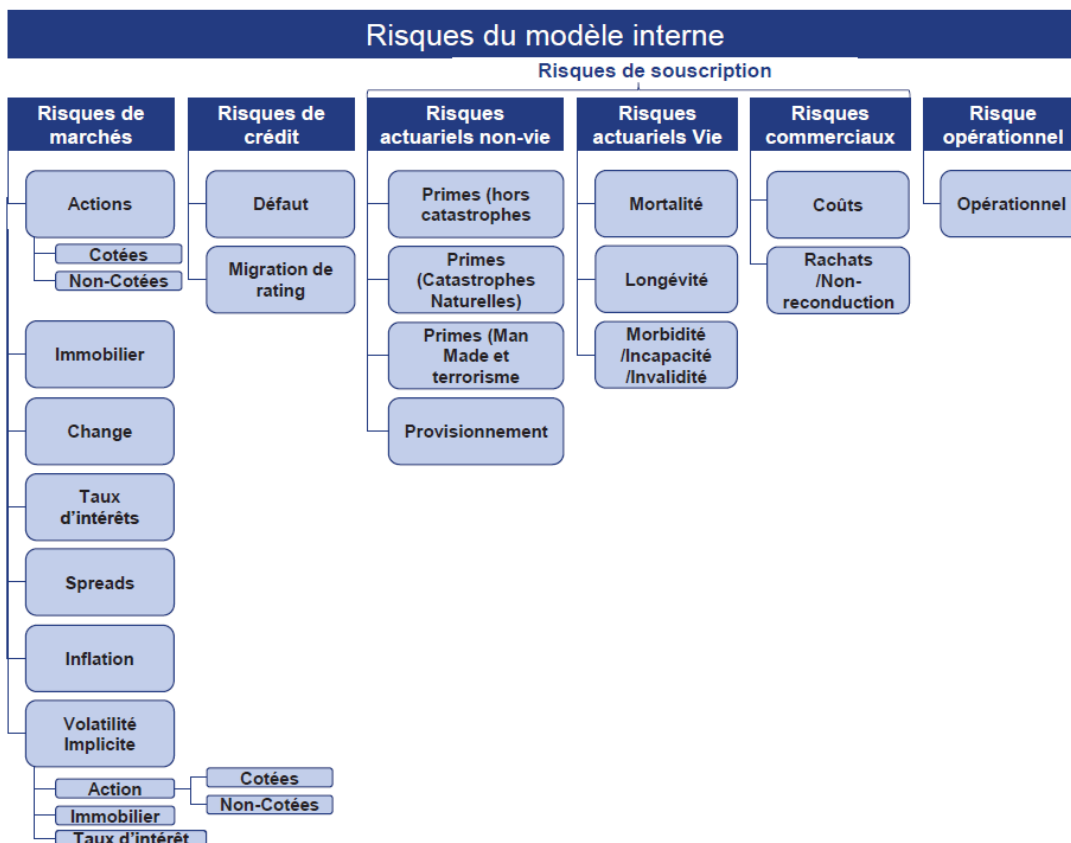
Le ratio de solvabilité (norme SII) est calculé tel que :

$$\text{ratio Solvabilité} = \frac{\text{NAV}}{\text{SCR}}$$

Cartographie des risques modèle interne Allianz France

Tout d'abord, une cartographie des risques a été définie de manière à correspondre davantage à la réalité des risques auxquels est exposée Allianz, qu'à la typologie proposée par la formule standard.

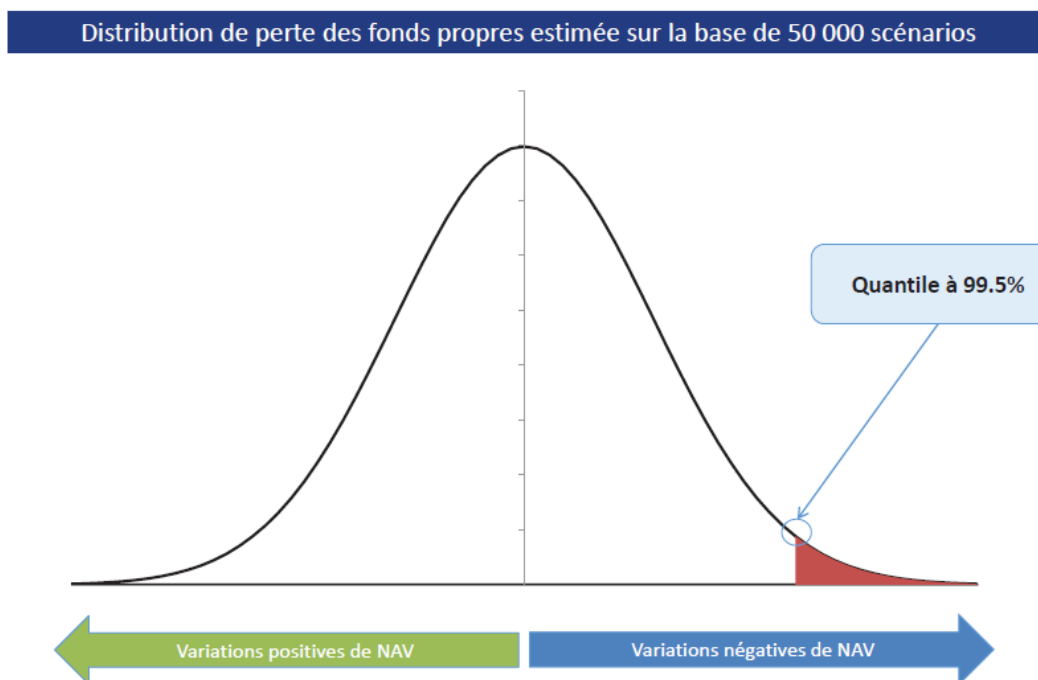
La figure ci-dessous présente la matrice des risques définie par Allianz :



[Figure n°25 : Illustration des risques pris en compte par le modèle interne]

Méthodologie de calcul du SCR modèle interne

L'objectif du modèle interne est de déterminer une distribution de probabilité de la NAV en se basant sur 50 000 scénarios au cours desquels les pertes associées à chacun des risques sont prises conjointement. Une fois la distribution estimée, on en déduit le SCR (appelé « Risk Capital » au sein d'Allianz) en prenant le quantile de perte à 99.5%. Cela correspond, dans notre cas, à la 250ième pire perte obtenue par simulation. La détermination du SCR est illustrée par la figure suivante :



[Figure n°26 : Illustration de la distribution des pertes de NAV sur 50 000 trajectoires de Monte-Carlo]

Distribution des risques

La première étape consiste à modéliser la distribution associée à chaque risque, pris individuellement. Cette distribution sera soit la distribution des pertes associées à ce risque, soit la distribution d'un facteur représentant ce risque.

Les risques ou les facteurs de risque suivent différents types de distribution. Pour certains risques, il est possible de déterminer la loi de la distribution (loi normale, loi log-normale ou loi log-normale inverse) soit à partir de données, soit par avis d'expert. Pour les risques dont on ne peut pas déterminer la loi, on utilise une distribution empirique, obtenue à partir des données historiques. Ainsi, les distributions marginales, c'est-à-dire les distributions de probabilité de chaque risque pris individuellement sont déterminées.

Perte jointe

Une fois la distribution de chaque risque obtenu, il faut alors déterminer la perte jointe entre les risques, c'est-à-dire la variation des fonds propres lorsque deux risques se produisent simultanément. Pour les risques de marché, les pertes jointes sont directement prises en compte par l'utilisation des portefeuilles répliquants. La répliquant est une technique permettant de répliquer les sensibilités du passif aux différents facteurs de risques de marché via des actifs financiers fictifs. Le processus de répliquant consiste à obtenir une combinaison linéaire d'actifs censée se comporter comme le passif face aux différents facteurs de risque. Le principe de construction consiste à minimiser l'erreur entre la sensibilité donnée par le portefeuille répliquant et la sensibilité réelle du passif relativement à un facteur de risque de marché donné. Par exemple, ce modèle comporte des instruments à la fois sensibles aux actions et aux taux comme les « call » et les « put » ; ces instruments permettront de prendre en compte les effets croisés entre le risque d'actions et le risque de taux. Pour les autres risques, il est supposé que les effets croisés sont linéaires. En conséquence, leurs interactions sont modélisées par des corrélations. Par exemple, la corrélation entre le risque de longévité et le risque de coûts est fixée à 25%.

Agrégation

L'étape suivante consiste à déterminer la distribution des fonds propres à partir de scénarios. Contrairement à la formule standard, un scénario correspondra à une variation, à la hausse comme à la baisse, de tous les risques ou facteurs de risques. Pour cela, on utilise les distributions marginales et les pertes jointes déterminées précédemment. Le modèle interne utilise un jeu de 50 000 scénarios. Pour chaque scénario, la NAV correspondante est calculée. Les valeurs de NAV obtenues sont ensuite utilisées afin de déterminer la distribution de probabilité. Le SCR ou « Risk capital » est enfin obtenu en prenant le quantile à 99,5% de la distribution de perte des fonds propres.

Avantages du modèle interne

La formule standard, afin de pouvoir être appliquée à toutes les entreprises, est calibrée de manière à être très prudente, ce qui mène à une surestimation du capital économique. Le modèle interne Allianz est plus fin en termes de typologie des risques. Les paramètres sont estimés grâce à des données de marché ou des avis d'experts. Le résultat est donc plus proche de la réalité du risque de la compagnie. L'estimation du quantile se fait directement sur une distribution alors que dans la formule standard, elle se fait au travers d'une approximation, sous forme de chocs équivalents.

Mais le modèle interne représente une complexité d'implémentation. L'effort de documentation est significatif, et toute évolution du modèle doit être validée par les superviseurs. Le modèle interne d'Allianz permet de faire économiser 1 milliard d'euros de besoin de capital à Allianz France, par rapport à la formule standard, en contrepartie d'un investissement de 10 millions d'euros (plateforme IT, frais de personnel, consultants...).

Annexe n°20 - Méthode simplifiée de réévaluation du SCR modèle interne

Facteurs de risque de marché :

Les impacts sur les autres facteurs de risques tel que : le change, la volatilité de taux et action sont supposés un peu moins matériels et sont plus compliqués à réévaluer, ainsi leurs montants sont maintenus à leurs niveaux initiaux. Ils ne sont réévalués que si la nature du changement de modèle est susceptible de les affecter significativement.

Pour les risques en dehors des risques de « spread » et de « credit », la formule suivante est appliquée :

$$SCR_{\text{Risque}_i}^{\text{Après_Chang}^t} = SCR_{\text{Risque}_i}^{\text{Avant_Chang}^t} \times \left[\frac{\text{ChocAlim}_{\text{Risque}_i}^{\text{Après_Chang}^t}}{\text{ChocAlim}_{\text{Risque}_i}^{\text{Avant_Chang}^t}} \right]$$

Pour les risques de « credit spread » (i.e. risque de mouvement des spread) et de « credit » (i.e. risque de défaut de contrepartie), ne disposant pas de tables stochastiques risque neutre modélisant les mouvements de spreads et les migrations de rating, Allianz France utilise une approximation via la formule suivante :

$$SCR_{\text{Risque}_i}^{\text{Après_Chang}^t} = SCR_{\text{Risque}_i}^{\text{Avant_Chang}^t} \times \frac{1 - \text{AbsorbChoc}_{\text{Après_Chang}^t}}{1 - \text{AbsorbChoc}_{\text{Avant_Chang}^t}}$$

Pour rappel l'absorption correspond à la part de perte absorbée par le passif en cas de perte à l'actif (1- la perte absorbée par le passif est donc absorbée par la compagnie). Elle est définie telle que :

$$\text{Coefficient d'absorption} = \frac{\Delta \text{FV Passif}}{\Delta \text{MV Actif}}$$

Avec :

- $\Delta \text{FV Passif} = \text{FV Passif}_{\text{ATS} + \text{Credit Spread shock } 50\text{bps} + \text{Credit shock}} - \text{FV Passif}_{\text{ATS}}$
- $\Delta \text{MV Actif} = \text{MV Actif}_{\text{ATS} + \text{Credit Spread shock } 50\text{bps} + \text{Credit shock}} - \text{MV Actif}_{\text{ATS}}$

Elle est nulle ou proche de zéro pour les business n'ayant pas de politique de participation aux bénéfices ou ayant très peu d'interaction entre l'actif et le passif du bilan.

Les risques de « credit spread » et de « credit », sont quantifiés en dehors du modèle actif-passif, le groupe Allianz a fait le choix d'externaliser au sein d'un outil dédié, l'évaluation de ce risque. Pour les besoins du MAC, ce risque est réévalué au sein du modèle actif passif en comparant l'absorption du passif à un choc de crédit équivalent avant et après prise en compte du changement de modèle.

L'absorption des chocs par le passif avant et après est calculée sur un scénario dit ATS (« Average Tail Scenario » : table stochastique spécifique contenant 5000 trajectoires aléatoires autour de la VaR 99.5% obtenue lors de la dernière clôture pour la compagnie étudiée). Ce scénario économique est combiné avec un choc sur les « spread » et un choc de « credit » afin d'obtenir simultanément l'intégralité de l'environnement financier stressé (permet de ne pas sous-estimer l'absorption).

Cas d'absence d'interaction actif-passif :

Pour les passifs plutôt de type non-vie (absorption faible voir quasiment nulle du passif) ces chocs provoquent uniquement une variation de la valeur de marché de l'actif du bilan. Ainsi la variation de NAV est telle que :

$$\Delta \text{NAV}_{t=0} = \max [0, \Delta \text{MV}_{t=0}]$$

Avec :

- $\Delta \text{MV Actif} = \text{MV Actif}_{\text{Best Estimate}} - \text{MV Actif}_{\text{choque}}$

Cas d'interaction actif-passif « classique » :

Pour les passifs bénéficiant d'un taux de partage des produits financiers (passifs type épargne, retraite), une variation de la « fair value » du passif au travers du mécanisme de participations aux bénéfices vient s'ajouter à la variation de l'actif. Ainsi la variation de NAV est telle que :

$$\Delta NAV_{t=0} = \max [0, \Delta (MV_{t=0} - FV_{t=0})]$$

Avec :

- $\Delta NAV_{t=0}$: variation de la « Net Asset Value » à t=0 ($\Delta NAV = NAV_{BE} - NAV_{choque}$)
- $\Delta MV_{t=0}$: variation de la « Market Value » de l'actif à t=0 ($\Delta MV_{t=0} = MV_{BE} - MV_{choque}$)
- $\Delta FV_{t=0}$: variation de la « Fair Value » du passif à t=0 ($\Delta FV_{t=0} = FV_{BE} - FV_{choque}$)

Remarque :

Dans notre cas l'interaction existe mais demeure limitée nous parlerons plutôt de dépendance du passif à un facteur de risque de marché (inflation). Pour les sensibilités de marché la variation de NAV résulte uniquement de la variation des BEL's ($FV_{t=0}$), la variation de valeur de marché à l'actif ne change pas entre les différentes SAA testées.

Facteurs de risque biométriques et business :

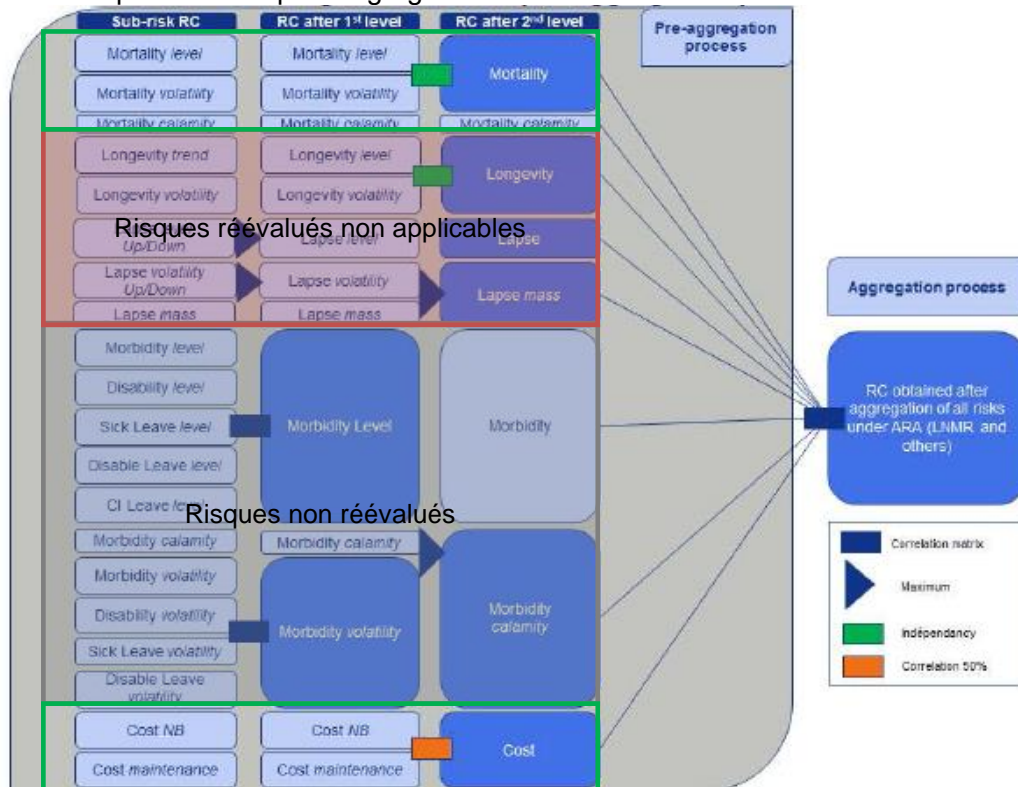
Formules de réévaluation :

$$SCR_{\text{Risque}_i}^{\text{Après_Chang}^t} = SCR_{\text{Risque}_i}^{\text{Avant_Chang}^t} \times \left[\frac{\text{ChocAlim}_{\text{Risque}_i}^{\text{Après_Chang}^t}}{\text{ChocAlim}_{\text{Risque}_i}^{\text{Avant_Chang}^t}} \right]$$

Ainsi la variation de NAV est telle que :

$$\Delta NAV = \max [0, \Delta FV_{t=0}]$$

Voici une vision complète des étapes d'agrégation des sensibilités LNMR :



[Figure n°27 : Illustration des risques biométrique/business ainsi que les agrégats réalisés sur ces risques]

Remarque :

Les risques de longévité (« longevity risk »), de rachats (« lapse risk») et rachats massifs (« lapse mass risk ») censés être réévalués ne s'appliquent pas sur ce type de passif, ils sont donc exclus.

Risque de mortalité (« MORTALITY RISK »)

Il s'agit d'évaluer le risque lié à une hausse de la mortalité, les sous risques permettant son évaluation sont les suivants :

- « MORT_LEVEL_UP » : choc appliqué sur les taux de mortalité « best estimate », par produits modélisés.
- « MORT_VOLA_UP » : choc appliqué sur le coefficient de mortalité (par produit ALM modélisé), sur la première année de projection (ratios de mortalité choqué supérieurs à ceux définis pour l'évaluation du sous-risque « MORT_LEVEL_UP »).

Formule d'agrégation est la suivante :

$$\text{MORTALITY} = \sqrt{\max(\text{MORT_LEVEL_UP}, 0)^2 + \max(\text{MORT_VOLA_UP}, 0)^2}$$

Risque de mortalité calamité (« MORTALITY CALAMITY RISK »)

Il s'agit d'évaluer le risque lié à une hausse soudaine et généralisée de la mortalité

- « MORT_CALAM » : choc appliqué au ratio de mortalité uniquement sur la première année de projection.

Risque de coûts (« COST RISK »)

Il s'agit d'évaluer le risque lié à une augmentation des frais de la compagnie, les sous risques permettant de l'évaluer sont les suivants :

- « NEW_BUS_EXP » : choc appliqué aux coûts d'acquisition des affaires nouvelles par produit modélisé. L'objectif de ce choc est d'observer l'impact sur le compte de résultat d'une augmentation de 100% des frais d'acquisition.
- « MAINT_EXP_LEVEL » : choc appliqué aux frais (gestion & administratif) durant toute la durée de projection (également par produit ALIM).

La formule d'agrégation est la suivante :

$$\text{COST} = \sqrt{\max(0, \text{NEW_BUS_EXP})^2 + \max(0, \text{MAINT_EXP_LEVEL})^2 + \max(0, \text{NEW_BUS_EXP}) * \max(0, \text{MAINT_EXP_LEVEL})}$$

La seconde étape consiste à agréger les risques « standalone » réévalués selon une matrice de corrélation simplifiée telle que :

$$\text{SCR}^{\text{Après_Chang}^t} = \sqrt{\sum_{ij} a_{ij} * \text{SCR}_{\text{Risque}_i}^{\text{Après_Chang}^t} * \text{SCR}_{\text{Risque}_j}^{\text{Après_Chang}^t}}$$

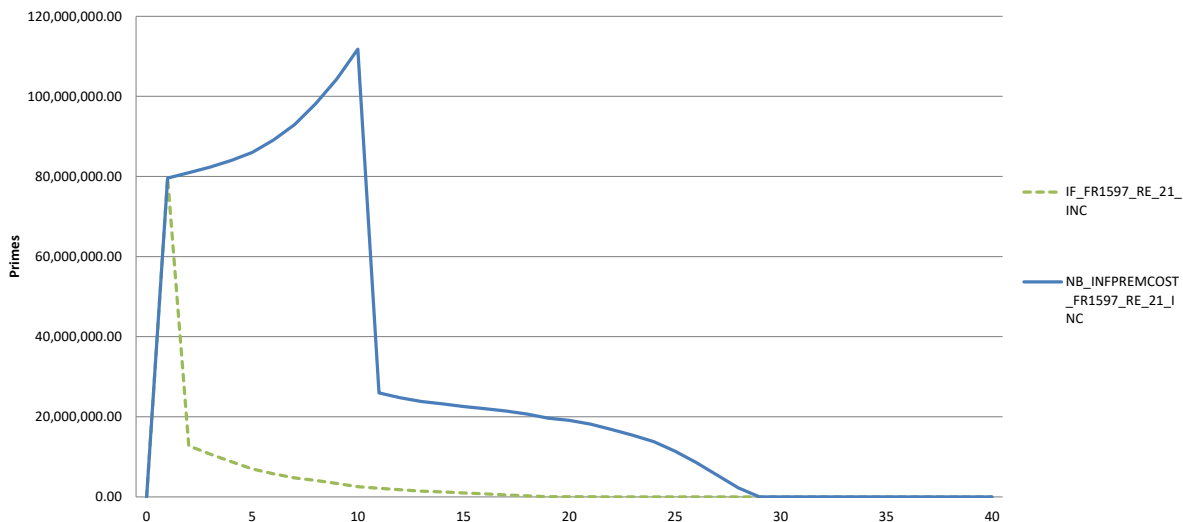
Avec :

- a_{ij} : Coefficient de corrélation entre les facteurs de risques i et j

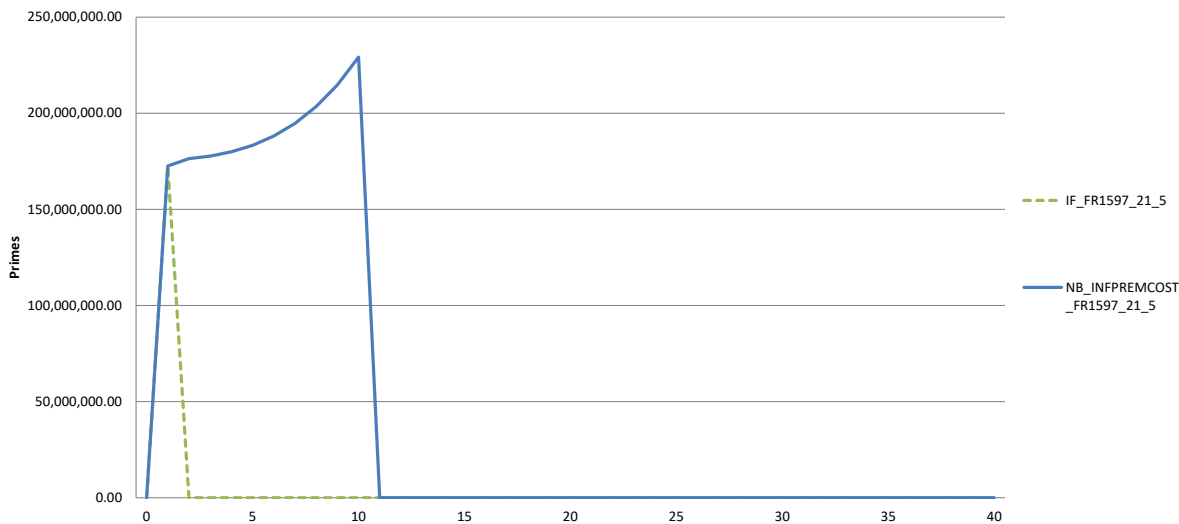
Annexe n°21 - Ecoulement des flux de passif (primes, réserves et sinistres)

Ecoulement des flux de primes (hypothèse « run-off » ⇔ « IF » et « new-business » ⇔ « NB ») des 4 produits ALM les plus importants (représentant 81% des provisions techniques totales)

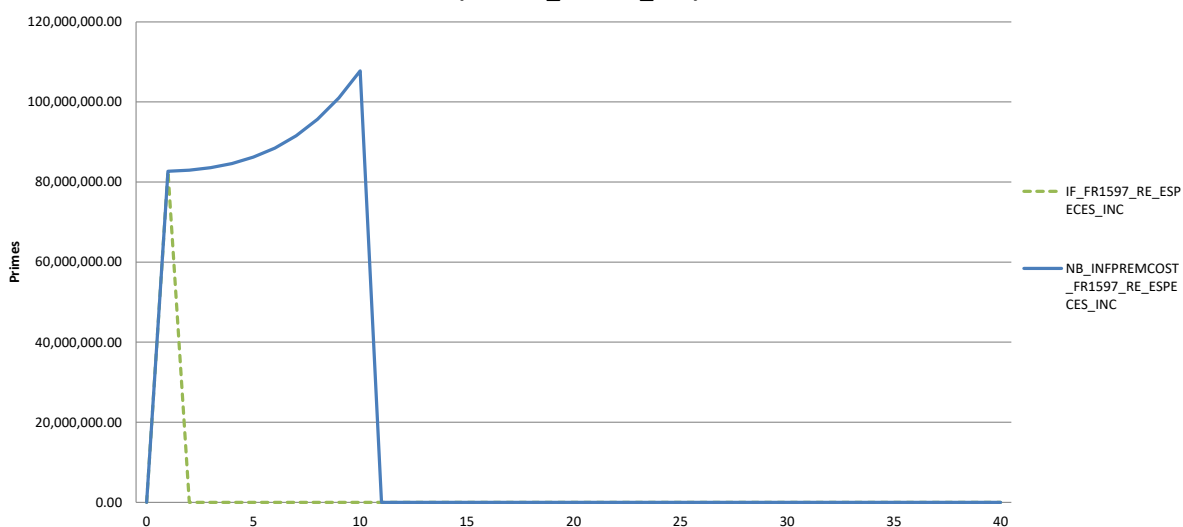
Primes (FR1597_RE_21_INC) IF vs. NB



Primes (FR1597_21_5) IF vs. NB



Primes (FR1597_ESPECE_INC) IF vs. NB



Observations :

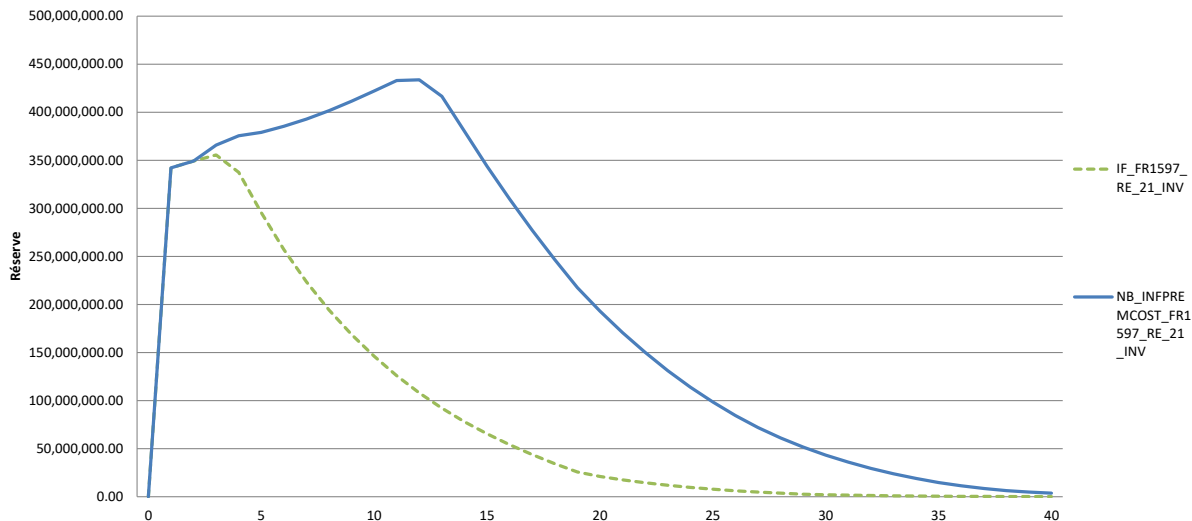
Sur les trois produits, nous observons bien la prise en compte de 10 années d'affaires nouvelles complémentaires.

Remarque :

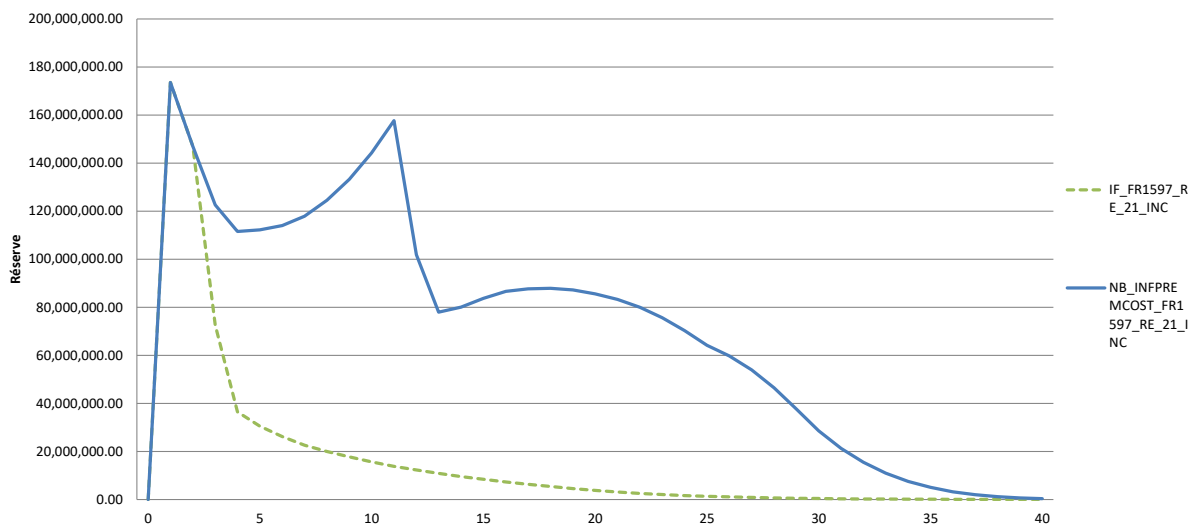
Pas de flux de primes pour le produit « FR1597_RE_21_INV » qui fait suite à l'état INC ...

Écoulement des réserves (hypothèse « run-off » ⇔ « IF » et « new-business » ⇔ « NB ») des 4 produits ALM les plus importants (représentant 81% des provisions techniques totales)

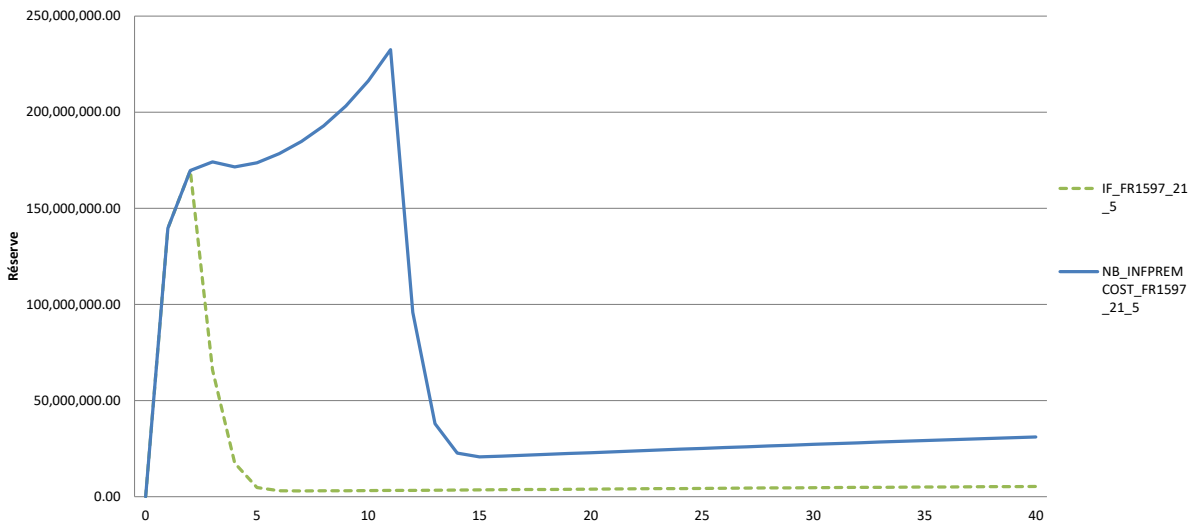
Écoulement réserve (FR1597_RE_21_INV) IF vs. NB



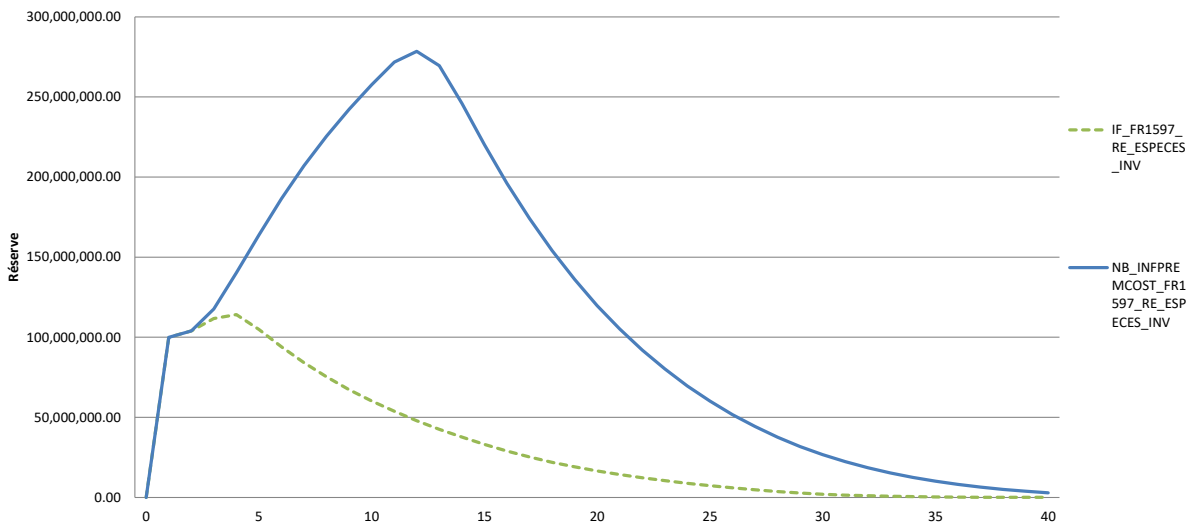
Écoulement réserve (FR1597_RE_21_INC) IF vs. NB



Écoulement réserve (FR1597_21_5) IF vs. NB

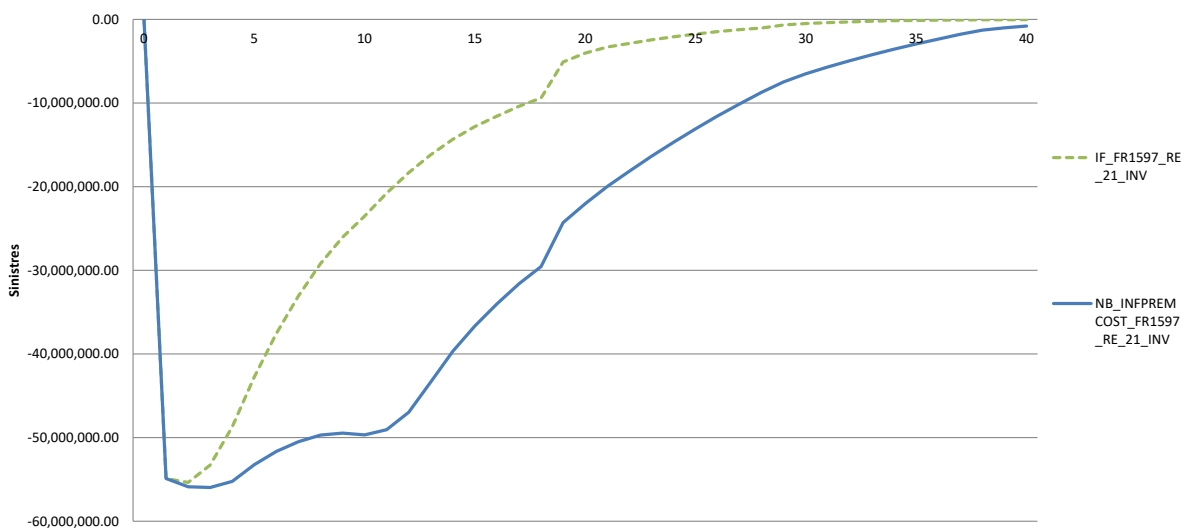


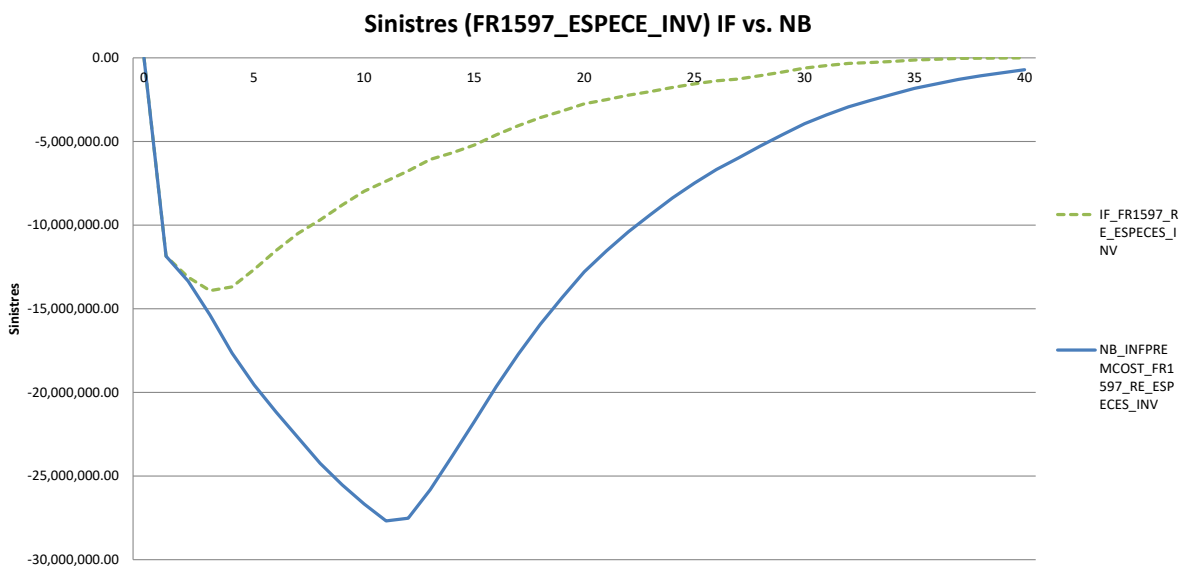
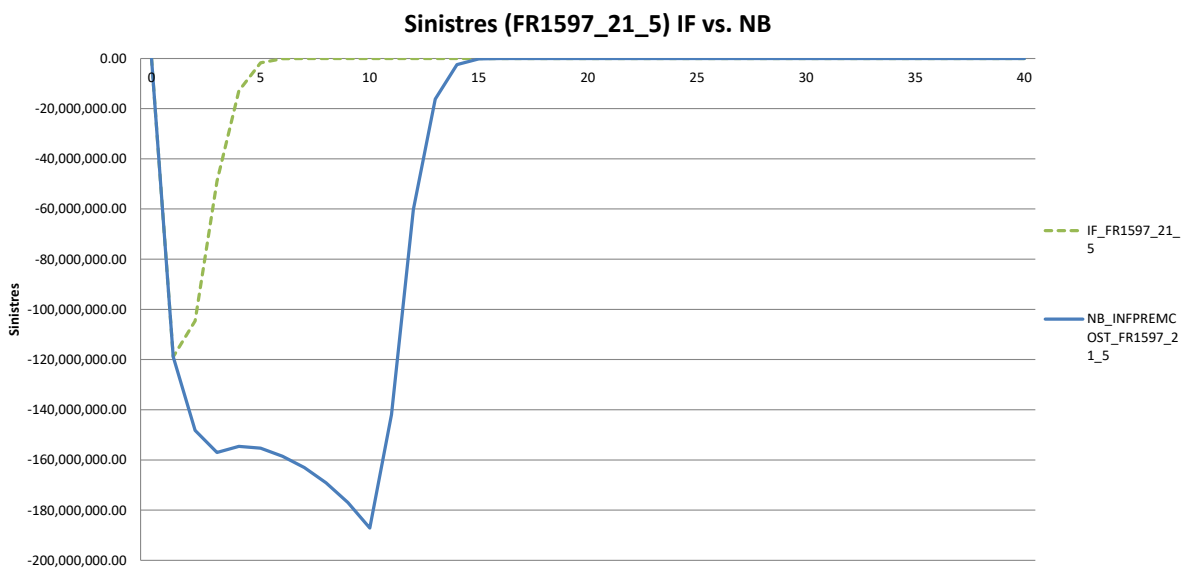
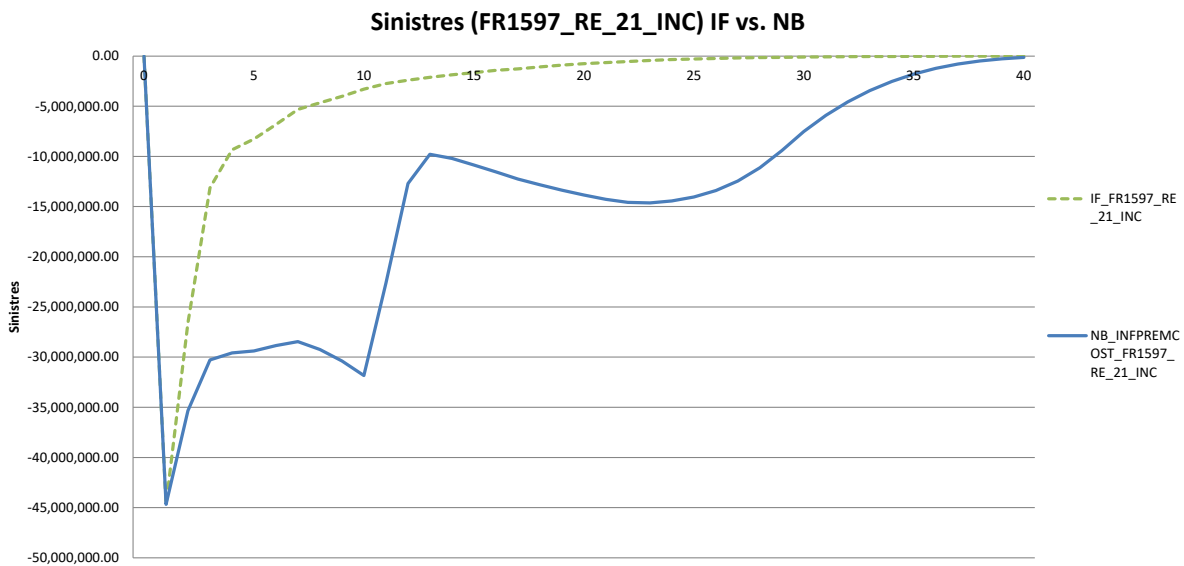
Écoulement réserve (FR1597_ESPECE_INV) IF vs. NB



Écoulement des flux de sinistres (hypothèse « run-off » ⇔ « IF » et « new-business » ⇔ « NB ») des 4 produits ALM les plus importants (représentant 81% des provisions techniques totales)

Sinistres (FR1597_RE_21_INV) IF vs. NB





Observation :
 Comme pour les primes, les flux de sinistres (et donc les réserves) sont bien impactés des affaires nouvelles.

Liste des abréviations

- ALIM : Asset and Liabilities Interaction Management
- NAV : Net Asset Value
- PVFP : Present Value of Future Profits
- DF : Discount Factor
- BE : Best Estimate
- BEL : Best Estimate Liabilities
- RdC : Réserve de Capitalisation
- OAT : Obligations Assimilables au Trésor
- ZCB / ZC : Zéro Coupon Bond / Zéro coupon
- Fwd : Forward
- UFR : Ultime Forward Rate
- CRA : Credit Risk Adjuster
- MC : Market Consistent
- LMM : Libor Market Model
- FI : Fixed Income
- INF : Inflation rate
- INT : Interest rate
- NB : New Business
- IF : In Force
- BR : Before Rebalancing
- AR : After Rebalancing
- AR : After Crediting
- EOP : End Of Period
- VAP : Valeur Actuelle Probable
- SCR : Solvency Capital Requirement
- RC : Risk Capital (SCR model interne)
- ALM : Asset and Liability Management
- IM : Internal Model
- IS : Investment Strategy
- CS : Crediting Strategy
- CF : Cash flows
- MVBS : Market Value Balance Sheet
- TAUX TECHNIQUE : Taux Minimum Garanti
- UCGL : Unrealized Capital Gains and Losses / PMVL : Plus ou Moins-Values Latentes
- RCGL : Realized Capital Gains and Losses
- UAR : Un Allocated Reserve / PPE : Provision Pour Excédant
- PB : Participation aux Bénéfices
- SAA : Strategical Asset Allocation
- AAA : Actual Asset Allocation
- DAA : Dynamic Asset Allocation
- TAA : Tactical Asset Allocation
- PM : Provision Mathématique
- PSAP : Provision Pour Sinistre à payer
- PE : Primes Emises ou PE : Provision d'Egalisation
- PRC : Provision pour Risques Croissants
- PREC : Provision pour Risques En Cours
- PDD : Provision pour Dépréciation Durable
- TME : Taux Moyen des emprunts d'Etat
- PV : Present Value / VA : Valeur Actuelle ou VA : Volatility Adjuster
- VaR : Value at Risk
- GSE : Générateur Economique de Scénario / ESG : Economic Scenario Generator
- BP : Basis Points

- DET : Déterministe
- STO : Stochastique
- RN : Risk Neutral
- RW : Real World
- MCEV : Market Consistent Embedded Value
- TVOG : Time Value of Option and Guarantees
- BCE : Banque Centrale Européenne
- IPC : Indice des Prix à la Consommation / CPI : Consumer Price Index
- IPCH : Indice des Prix à la Consommation / HCPI : Harmonise Consumer Price Index
- TR : Total Return
- DY : Dividend Yield